DEMANDA DE RECURSOS NATURALES PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL VERTIMIENTOS

TABLA DE CONTENIDO

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 1
7.3 VERTIMIENTOS 1
7.3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL VERTIMIENTO 1
7.3.3.1 Generalidades 1
7.3.3.2 Descripción de actividades y procesos asociados al sistema de gestión del vertimiento 8
7.3.3.3 Caracterización del área de influencia 17
7.3.3.4 Proceso de conocimiento del riesgo 59
7.3.3.5 Proceso de reducción del riesgo asociado al sistema de gestión del vertimiento 68
7.3.3.6 Proceso de manejo del desastre 73
7.3.3.7 Sistema de seguimiento y evaluación del plan 108
7.3.3.8 Divulgación del plan 109
7.3.3.9 Actualización y vigencia del plan 109

LISTA DE TABLAS

Tabla 7.3.3.1 Parámetros para la calificación de amenazas 5
Tabla 7.3.3.2 Calificación para jerarquización de Amenazas 6
Tabla 7.3.3.3 Criterios de evaluación para la vulnerabilidad 7
Tabla 7.3.3.4 Rangos de valoración de riesgos 8
Tabla 7.3.3.5 Vertimientos objeto de modificación de la licencia ambiental del proyecto 9
Tabla 7.3.3.6 Características del agua residual 11
Tabla 7.3.3.7 Requerimientos de cumplimiento de parámetros fisicoquímicos para vertimiento (Art. 8, resolución 0631 de 2015) 11
Tabla 7.3.3.8 Porcentajes de las unidades litoestratigráficas 20
Tabla 7.3.3.9 Unidades geomorfológicas regionales para el área de influencia biótica del proyecto de minería de oro a cielo abierto Gramalote 23
Tabla 7.3.3.10 Áreas de los procesos morfodinámicos presentes en el área de influencia abiótica 28
Tabla 7.3.3.11 Valores medio mensuales de precipitación para cada estación 31
Tabla 7.3.3.12 Resultados de la zonificación geotécnica para el área abiótica del proyecto 36
Tabla 7.3.3.13 Distribución de uso actual del suelo 39
Tabla 7.3.3.14 Criterios de calidad adoptados para las quebradas 42
Tabla 7.3.3.15 Calificación de la amenaza por eventos de origen natural 62
Tabla 7.3.3.16 Calificación de la vulnerabilidad por eventos de origen natural 63
Tabla 7.3.3.17 Calificación de la amenaza por vertimientos sin tratamiento previo . 64
Tabla 7.3.3.18 Calificación de la vulnerabilidad por vertimientos sin tratamiento previo 64
Tabla 7.3.3.19 Calificación de Riesgo 66
Tabla 7.3.3.20 Identificación del usuario 68
Tabla 7.3.3.21 Medidas de reducción del riesgo de capacitación y entrenamiento .. 68
Tabla 7.3.3.22 Medidas de reducción del riesgo para la gestión de sedimentos 70
Tabla 7.3.3.23 medidas de reducción del riesgo monitoreo de sólidos suspendidos 71
Tabla 7.3.3.24 Medidas de reducción del riesgo control operacional de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales domésticas 71

Tabla 7.3.3.25 Medidas de reducción relacionadas al mantenimiento del sistema de vertimiento 72
Tabla 7.3.3.26 Roles y responsabilidades Equipo de Manejo de Crisis - CMT 76
Tabla 7.3.3.27 Roles y responsabilidades del equipo de manejo de Emergencias - EMT 77
Tabla 7.3.3.28 Roles y responsabilidades del equipo de respuesta a emergencias - ERT 80
Tabla 7.3.3.29 Programas de entrenamiento y capacitación del personal 84
Tabla 7.3.3.30 Frecuencia de entrenamientos y simulacros de los equipos de manejo de crisis y emergencias 87
Tabla 7.3.3.31 Niveles de alerta en el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote 89
Tabla 7.3.3.32 Niveles de activación de alarma 90
Tabla 7.3.3.33 Procedimientos de Comunicación 104
Tabla 7.3.3.34 Contacto de actores externos de la gestión del riesgo 106
Tabla 7.3.3.35 Equipamientos para la atención de emergencias 106

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.3.3.1 Ubicación de los puntos de vertimientos 10
Figura 7.3.3.2 Diagrama de flujo de procesos PTAR 12
Figura 7.3.3.3 Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) 12
Figura 7.3.3.4 Planta, perfil del sedimentador El Banco 14
Figura 7.3.3.5 Planta, perfil del sedimentador San Antonio 15
Figura 7.3.3.6 Planta del sedimentador La Colorada 17
Figura 7.3.3.7 Área de influencia preliminar para el medio abiótico. 18
Figura 7.3.3.8 Área de influencia preliminar medio biótico – Ecosistemas terrestres (flora y fauna) y ecosistemas acuáticos 19
Figura 7.3.3.9 Geología local de la zona del Proyecto Gramalote 20
Figura 7.3.3.10 Unidades geomorfológicas regionales en el área de influencia de la modificación de la licencia ambiental de Gramalote 24
Figura 7.3.3.11 Proceso morfodinámicos año 2018 26
Figura 7.3.3.12 Procesos morfodinámicos año 2021 27
Figura 7.3.3.13 Proceso morfodinámicos año 2023 28
Figura 7.3.3.14 Localización de cuencas dentro del área de influencia 29
Figura 7.3.3.15 Cuerpo léntico en el área de influencia 31
Figura 7.3.3.16 Ciclos característicos de la precipitación para cada estación 32
Figura 7.3.3.17 Perfiles de flujo en el río Nus 33
Figura 7.3.3.18 Velocidad de flujo en el río Nus 33
Figura 7.3.3.19 Manchas de inundación para los caudales modelados 34
Figura 7.3.3.20 Manchas de inundación modeladas y puntos de vertimiento 34
Figura 7.3.3.21 Zonificación geotécnica para el área de influencia abiótica del proyecto 35
Figura 7.3.3.22 Unidades de suelos presentes en el área de influencia abiótica 38
Figura 7.3.3.23 Mapa de coberturas de suelo en el área de estudio 40
Figura 7.3.3.24 Uso actual del suelo 41
Figura 7.3.3.25 Ubicación de puntos de monitoreo 43
Figura 7.3.3.26 Variables de análisis de calidad de agua en el rio Nus 49

Figura 7.3.3.27 Usuarios identificados con información primaria y secundaria 51
Figura 7.3.3.28 Inventario de puntos de agua realizado enero y febrero del 2025... 53
Figura 7.3.3.29 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de comunidades hidrobiológicas 55
Figura 7.3.3.30 Zonas de vida en el área de influencia biótica 56
Figura 7.3.3.31 Biomas presente en el área de influencia biótica. 58
Figura 7.3.3.32 Amenaza ante orden público y social 62
Figura 7.3.3.33 Equipo de respuesta ante emergencias..... 75
Figura 7.3.3.34 Niveles de consecuencias y activación de los equipos de emergencia 93
Figura 7.3.3.35 Activación y Notificación General de Emergencias 104
Figura 7.3.3.36 Canales de notificación de emergencias 105

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 7.3.3.1 Aljibe localizado en el campamento La Mayoría 54

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

7.3 VERTIMIENTOS

7.3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL VERTIMIENTO

7.3.3.1 Generalidades

7.3.3.1.1 Introducción

El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos del Proyecto licenciado mediante Resolución 1514 del 25 de noviembre de 2015 y Resolución 309 del 29 de marzo de 2016, requirió su ajuste para atender los vertimientos que se incluyen en solicitud de modificación de licencia ambiental.

El Plan de Gestión del Riesgo ha sido desarrollado con base en los diseños de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, en la caracterización del área de influencia realizada en el marco del Estudio de Impacto Ambiental y de la Modificación de licencia del Proyecto y en los resultados de la evaluación ambiental de los vertimientos a generarse.

El plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos del Proyecto Gramalote y de las obras objeto de modificación de licencia ambiental, comprende la descripción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales (aguas contactadas con sedimentos que no son de aguas del proceso de beneficio minero) que se utilizarán para la gestión de los vertimientos durante las etapas de construcción y montaje, operación, abandono y cierre del proyecto; la descripción del área de influencia de los vertimientos; la determinación de los eventos potenciales que podrían generar las fallas en los sistemas de tratamiento, el análisis, priorización y definición de las acciones de reducción del riesgo y manejo del desastre con el fin de evitar potenciales afectaciones a la salud de la comunidad y controlar las posibles afectaciones en la calidad del medio receptor. El Plan de Gestión del Riesgo aplica para las situaciones de riesgo o de emergencia que estén asociados exclusivamente con los sistemas de gestión de vertimientos de los sedimentadores del

Banco, San Antonio y La Colorada, y la nueva planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

7.3.3.1.2 Objetivos

A. Generales

Propender por la seguridad técnica y operacional de los sistemas de gestión de vertimientos del Proyecto minero Gramalote y las obras objeto de modificación de licencia, para evitar la afectación de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia, ante la ocurrencia de una descarga en condiciones que impidan o limiten el cumplimiento de la norma de vertimientos

B. Específicos

- Identificar, evaluar y priorizar los riesgos de los sistemas de gestión de los vertimientos de las obras objeto de modificación de licencia del Proyecto Gramalote, hacia el medio y del medio hacia el sistema, que generen situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento y las condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas en el funcionamiento de los sistemas o por condiciones del medio.
- Definir e implementar acciones de prevención y reducción de los riesgos identificados que pueden afectar las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia de los sistemas de gestión de vertimientos del proyecto.
- Definir acciones y procedimientos en el proceso de manejo del desastre para las posibles contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgos.

7.3.3.1.3 Antecedentes

Teniendo en cuenta el cumplimiento a lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente, se hace una relación de las principales normas aplicables para el plan de gestión del riesgo en el manejo de vertimientos de las actividades del Proyecto minero, enmarcado dentro de los lineamientos ambientales consagrados en la Constitución Política Nacional de 1991, la Ley 99 de 1993, el Decreto 2811 de 1974 y las demás normas reglamentarias vigentes hasta la fecha:

- La Constitución Política de Colombia en el artículo 79 y 80 establece que:

  Artículo 79: "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines". Artículo 80: "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados".

- La Ley 99 de 1993 en su artículo 1 numeral 9 consagra: “La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento”.
- El Código Nacional de Recursos Naturales (Decreto 2811 de 1974) en su Título VIII, artículo 31 establece que: “En accidentes que causen deterioro o hechos ambientales que constituyen peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro”.
- Como consecuencia de los desastres ocurridos en el territorio colombiano, se crea en 1986 la Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (ONPAD).
- En el Decreto 919 de 1989, se recogen todas las disposiciones para la prevención y atención de desastres, en especial lo consignado en los capítulos I, III, IV y V que se refieren respectivamente a planeación, aspectos institucionales y disposiciones varias.
- Ley 46 de 1988 por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), en ella se otorga facultades extraordinarias al presidente de la República para que dicte la reglamentación pertinente y se dictan otras disposiciones. A su vez, el artículo 60 de la presente Ley, determina la conformación básica de los Comités Regionales (CREPAD) y Locales (CLOPAD), mientras los artículos 61 y 62, asignan las funciones respectivas.
- Forman parte del SNPAD los organismos públicos de orden nacional y territorial, las entidades descentralizadas y las personas privadas que, en cumplimiento de sus funciones, desarrollen actividades relacionadas con la prevención y atención de desastres.
- El Decreto 93 del 13 de enero de 1998, adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
- CONPES 3146, por el cual se define la estrategia para consolida la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres - PNPAD
- Decreto 2820 de 2010, por el cual ser reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
- La Ley 99 de 1993 creó el Ministerio del Medio de Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), reordenó el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y dictó otras disposiciones. El artículo 2° de la citada ley, establece

  *“El Ministerio de Ambiente es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible”.*rEl parágrafo 2° del artículo 5° de la citada ley, establece que le corresponde al Ministerio de Ambiente,

  “ejercer las demás funciones que, en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, venían desempeñando el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), el Ministerio de

Agricultura (hoy ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), el Ministerio de Salud (hoy Ministerio de la Protección Social), el Ministerio de Minas y Energía y el Departamento Nacional de Planeación".

- El artículo 30 de la citada ley, asigna funciones a las Corporaciones Autónomas Regionales, así:
  "tendrán por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio". Según lo dispuesto en los numerales 10 y 12 del artículo 31 de la citada ley, les compete a las corporaciones autónomas regionales:

  "fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar el ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Estos límites, restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible); y ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua y el suelo, lo cual comprenderá el vertimiento o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas o a los suelos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos y concesiones".

- El Decreto 3930 de 2010 establece las disposiciones relacionadas con los usos, el ordenamiento y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
- Que el capítulo VII del decreto antes mencionado, estipula todas las reglamentaciones para la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento.
- Que mediante Resolución 1514 de 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adopta los términos de referencia para la elaboración del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos.
- Resolución 0631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

7.3.3.1.4 Alcances

El plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos del Proyecto Gramalote y de las obras objeto de modificación de licencia ambiental, comprende la descripción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales que se utilizarán para la gestión de los vertimientos durante las etapas de construcción y montaje, y operación, del proyecto; la descripción del área de influencia de los vertimientos; la determinación de los eventos potenciales que podrían generar las fallas en los sistemas de

tratamiento, el análisis, priorización y definición de las acciones de reducción del riesgo y manejo del desastre con el fin de evitar potenciales afectaciones a la salud de la comunidad y controlar las posibles afectaciones en la calidad del medio receptor. El Plan de Gestión del Riesgo aplica para las situaciones de riesgo o de emergencia que estén asociados exclusivamente con los sistemas de gestión de vertimientos.

7.3.3.1.5 Metodología

Para la elaboración del análisis de riesgos, se identifican todas las amenazas tanto endógenas como exógenas que podrían presentarse durante la operación del sistema de tratamiento. Para determinar la alteración en las condiciones normales del medio y que puedan ser causadas por fenómenos o eventos inesperados, se identifican y valoran tres parámetros básicos: amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los cuales permiten calificar y determinar el nivel de afectación que pueden presentar, para después jerarquizarlos de acuerdo con la valoración obtenida, lo que mostrará cuales contingencias requieren una prioridad en cuanto al diseño e implementación de medidas.

Para calificar las amenazas identificadas, se emplearon tres parámetros básicos reportados en la literatura especializada: probabilidad de ocurrencia; intensidad (relacionada con el deterioro causado por la ocurrencia de un evento contingente determinado y las medidas de reparación que se deben adoptar) y duración (que se refiere al periodo de tiempo en el cual se presenta la emergencia o el evento contingente); a cada parámetro se le designa un valor que permite calificarlo. En la Tabla 7.3.3.1 se muestra cada valor y el criterio de evaluación para cada uno:

Tabla 7.3.3.1 Parámetros para la calificación de amenazas

Parámetro	Calificación	Valor	Criterio
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (P) Se refiere a la posibilidad real de que se presente la contingencia	Baja	1	Cuando las condiciones que se requieren para que el evento se presente son de difícil ocurrencia.
	Media	2	Cuando se tienen factores que no permiten establecer con seguridad que el evento contingente se presentará.
	Alta	3	Cuando la relación Proyecto-ambiente determina una alta posibilidad de ocurrencia
INTENSIDAD (I) Está relacionada con el deterioro causado por la ocurrencia de un evento contingente determinado y las medidas de reparación que se deben adoptar.	Baja	1	Aquella que causa un deterioro mínimo sobre los componentes afectados y que puede ser atendido y recuperado fácilmente.
	Media	2	Aquella que causa deterioro serio al medio y que precisa de medidas correctoras para su atención y recuperación.
	Alta	3	Aquella que causa daños casi irreparables al entorno.
DURACION (D) Se refiere al periodo de tiempo en el cual se	Corta	1	Cuando la emergencia generada por el evento contingente dura menos de 24 horas.
	Mediana	2	Cuando la emergencia tiene una duración de entre uno y tres días.

Parámetro	Calificación	Valor	Criterio
presenta la emergencia o el evento contingente	Larga	3	Cuando la emergencia tiene una duración mayor a tres días.

Fuente: Adaptado por Integral S.A. del Diseño del Programa de Seguimiento Ambiental permanente del estado de los Recursos Naturales en varias áreas Portuarias del país. Universidad Nacional de Colombia Medellín, diciembre de 2009

La calificación de la amenaza estará dada por el producto de los valores asignados a cada parámetro básico, así:

$$\text{Amenaza} = P \times I \times D$$

La amenaza se jerarquiza y categoriza de acuerdo con la escala de valores mostrados en la Tabla 7.3.3.2

Tabla 7.3.3.2 Calificación para jerarquización de Amenazas

Calificación del parámetro	Rango (A= P x I x D)	Valor (Para la calificación del riesgo)
Bajo	Menor o igual a 4	1
Media	Entre 5 y 9	2
Alta	Mayor o igual a 10	3

Fuente: Adaptado por Integral S.A. del Diseño del Programa de Seguimiento Ambiental permanente del estado de los Recursos Naturales en varias áreas Portuarias del país. Universidad Nacional de Colombia Medellín, diciembre de 2009

Para identificar y calificar la vulnerabilidad, la Tabla 7.3.3.3 presenta las categorías y los criterios con las que se mide la vulnerabilidad, relaciona a esto un puntaje y describe cada nivel, de manera que pueda hacerse un análisis cuantitativo. Las categorías aquí descritas, se asocian con la gravedad de las consecuencias ocasionadas sobre el ambiente y las personas. Entre más vulnerable sea un sistema, mayores daños puede sufrir por la ocurrencia de un evento contingente.

Tabla 7.3.3.3 Criterios de evaluación para la vulnerabilidad

Categoría	Criterio	Puntaje
Baja	Cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales es tal, que las prácticas de recuperación son mínimas y poco exigentes.	1
Media	Cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales permite asumir de manera parcial el evento contingente, siendo necesario el suministro de apoyo para recuperar su normal funcionamiento.	2
Alta	Cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales es muy baja para asumir el evento y por tanto supone serias afectaciones en su funcionamiento, ocasionando incluso su desaparición en la zona afectada, si las medidas que se implementen no son suficientes ni eficaces.	3

Fuente: Adaptado por Integral S.A. del Diseño del Programa de Seguimiento Ambiental permanente del estado de los Recursos Naturales en varias áreas Portuarias del país. Universidad Nacional de Colombia Medellín, diciembre de 2009

Dada la identificación y calificación de las amenazas que generan ciertos eventos contingentes y de la vulnerabilidad de los elementos sociales, ambientales, físicos y económicos del área de influencia, y considerando que el riesgo es la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad, se identifican así los riesgos del sistema de tratamiento, para los que se deberán definir unas medidas de prevención y de contingencia.

Una vez establecidos los riesgos, se adelanta su jerarquización mediante la combinación de la calificación de las amenazas que dan lugar a los diferentes eventos y la vulnerabilidad de los elementos socioambientales presentes en el área de influencia.

Definiendo el riesgo como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, se tiene que:

Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

Para la ecuación anterior, la Tabla 7.3.3.4 establece los siguientes rangos de valoración y el texto aclara cada concepto de valoración.

- Riesgo bajo: riesgo que no representa una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias no son graves. Es de menor prioridad, alcance y destinación de recursos para su atención. Son los riesgos con los cuales se dice que “se puede convivir”.
- Riesgo medio: tiene un nivel de amenaza alto y puede ocasionar daños más significativos sobre el ambiente, por lo que requieren del diseño e implementación de planes de atención que implican una mayor disponibilidad de recursos y se deben incluir sistemas de monitoreo. Estos riesgos deben ser atendidos con un nivel secundario de prioridad.
- Riesgo alto: riesgo que puede causar daños graves sobre el ambiente y requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso.

Tabla 7.3.3.4 Rangos de valoración de riesgos

Tipo de riesgo	Rango (Amenaza x Vulnerabilidad)	Descripción
Bajo	1-3	El riesgo no tiene una gravedad significativa, por lo que no amerita la inversión de recursos y no requiere acciones adicionales a las ya aplicadas.
Medio	4-6	Aunque deben desarrollarse actividades para la gestión sobre el riesgo, tienen una prioridad de segundo nivel, pudiendo ejecutarse a mediano plazo.
Alto	7-9	Bajo ninguna circunstancia se deberá mantener un riesgo con esa capacidad potencial de afectar el logro del objetivo. Por tanto, estos riesgos requieren una atención de alta prioridad para buscar disminuir en forma inmediata su calificación.

Fuente: Adaptado por Integral S.A. del Diseño del Programa de Seguimiento Ambiental permanente del estado de los Recursos Naturales en varias áreas Portuarias del país. Universidad Nacional de Colombia Medellín, diciembre de 2009

7.3.3.2 Descripción de actividades y procesos asociados al sistema de gestión del vertimiento

7.3.3.2.1 Localización del sistema de gestión del vertimiento

Durante la etapa de construcción y montaje y operación del proyecto se generarán aguas residuales de origen domésticos proveniente del campamento que serán tratadas con la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) e industriales 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. Parta todos los vertimientos, se consideró como fuente receptora el rio Nus.

De acuerdo con lo presentado en la sección 7.3 del capítulo de Demanda, en la Tabla 7.3.3.5 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. Asimismo, en la Figura 7.3.3.1 se presenta la ubicación de los vertimientos.

Tabla 7.3.3.5 Vertimientos objeto de modificación de la licencia ambiental del proyecto

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

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

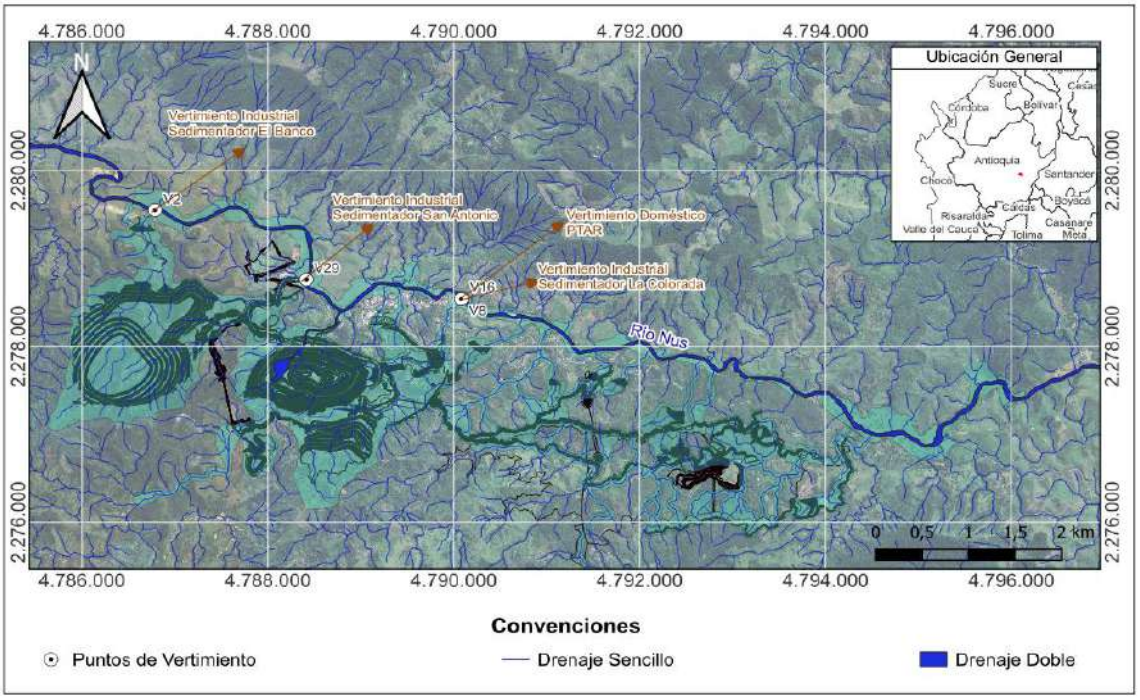


Figura 7.3.3.1 Ubicación de los puntos de vertimientos

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.3.2.2 Componentes y funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento

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.

A. 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 7.3.3.6.

Tabla 7.3.3.6 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
Solidos sedimentables (SSED)=	15	mL/L
Grasas y Aceites (GyA)=	125	mg/l
Temperatura promedio del agua (T)=	23	ºC
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 7.3.3.7). Con dicho porcentaje de remoción requerido se dimensionan las estructuras hidráulicas de tratamiento de la planta.

Tabla 7.3.3.7 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 O2/l	180	76%
DBO5	mg O2/l	90	71%
SST	mg/l	90	68%
SSED	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 7.3.3.2 y Figura 7.3.3.3).

Los diseños se presentan en el anexo: ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_DisenoSedimentadoresyPTAR.

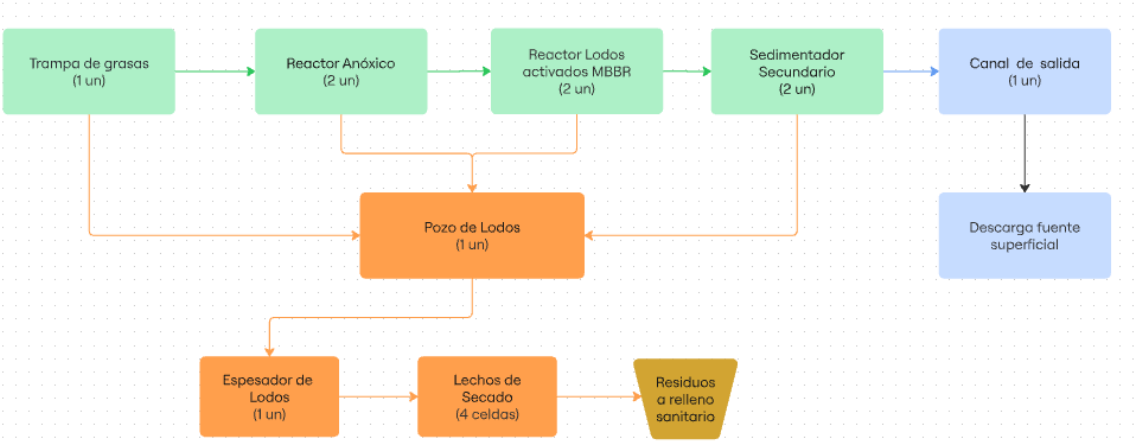


Figura 7.3.3.2 Diagrama de flujo de procesos PTAR

Fuente: Integral S.A. 2025

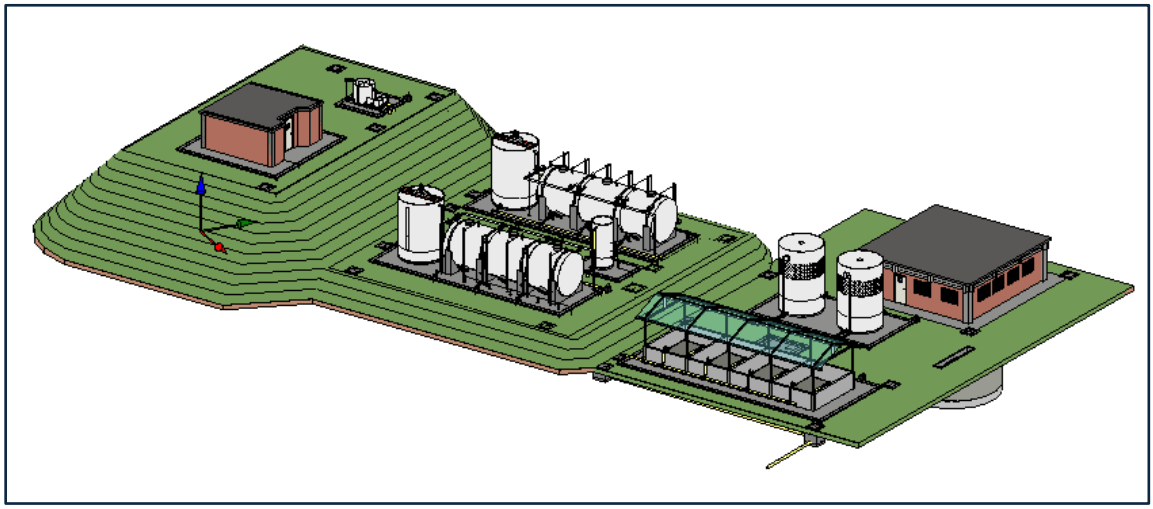


Figura 7.3.3.3 Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)

Fuente: Integral S.A. 2025

B. Infraestructura 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_DisenoSedimentadores se presentan lo 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_DisenoSedimentadoresyPTAR.

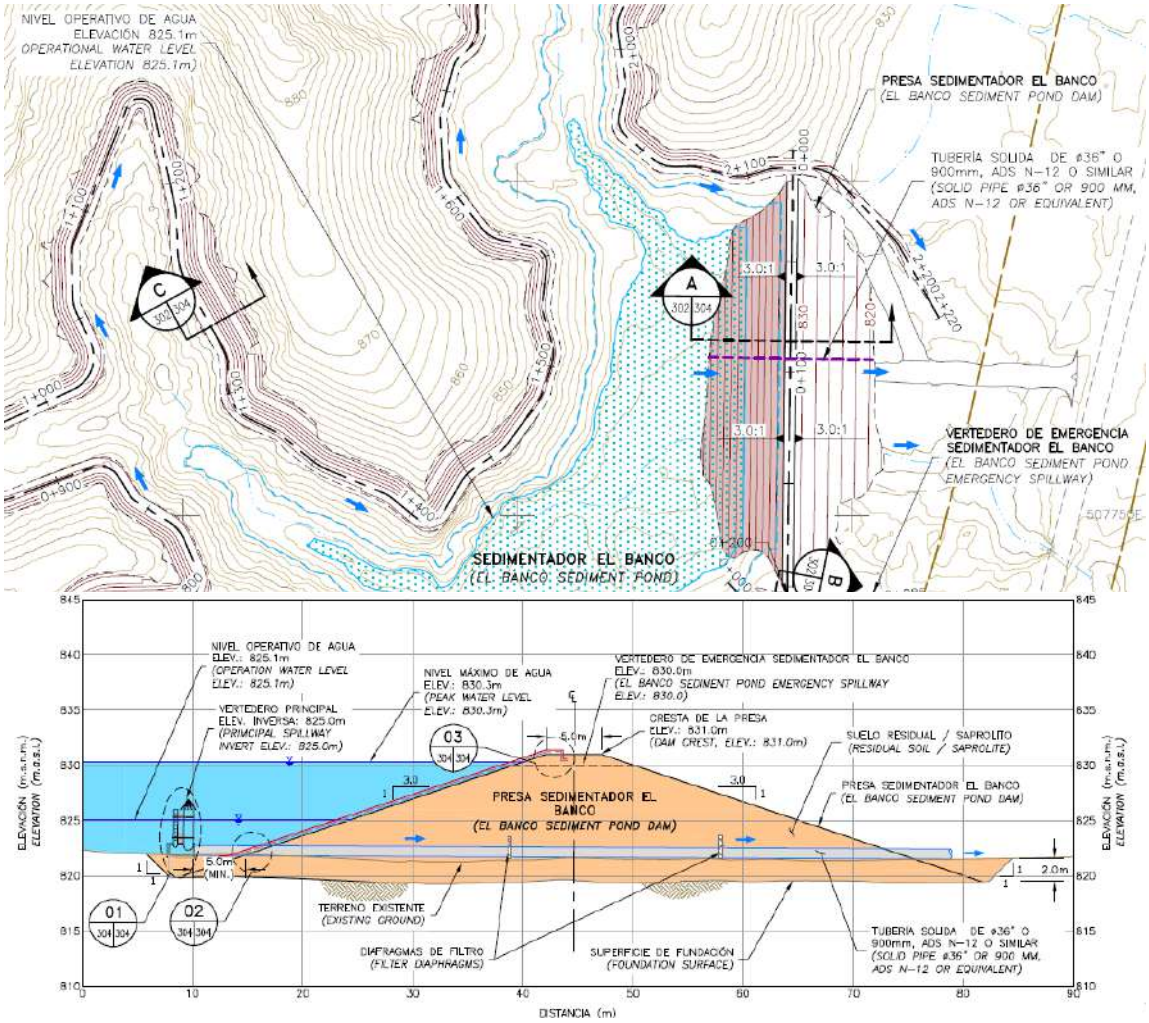


Figura 7.3.3.4 Planta, perfil del sedimentador El Banco

Fuente: Tierra Group International Ltd. Planos 12 y 14

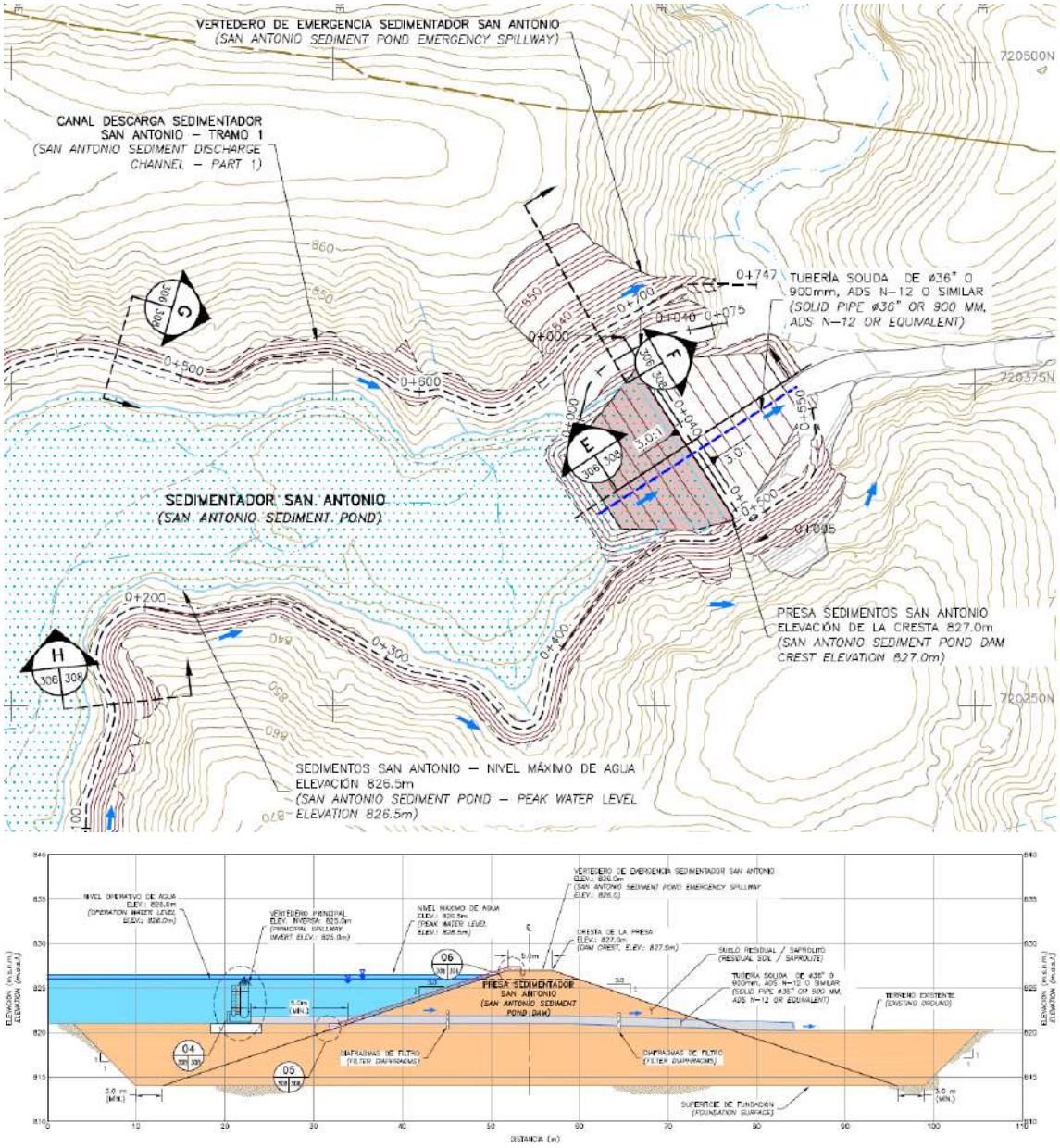


Figura 7.3.3.5 Planta, perfil del sedimentador San Antonio

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 m³) 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 m³, 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 m × 2,50 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 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_DisenoSedimentadoresyPTAR.

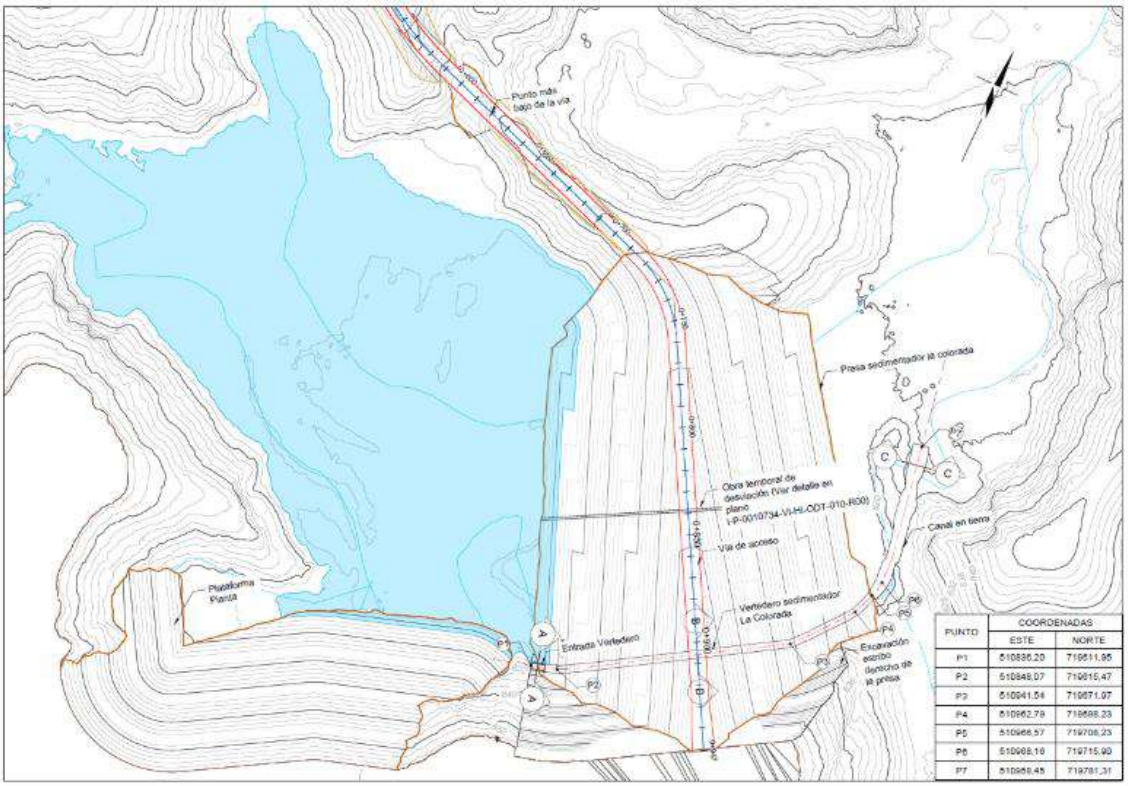


Figura 7.3.3.6 Planta del sedimentador La Colorada

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.3.3 Caracterización del área de influencia

Para la determinación del área de influencia del plan de gestión de riesgo del vertimiento se consideró principalmente el impacto de: alteración de la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental, el criterio de especialización de dicha área corresponde a:

Delimitar aguas abajo las descargas sobre el rio Nus hasta donde llegaba la longitud de mezcla de las modelaciones (Véase el informe de la modelación en el ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTO_ 7_02_Res_Mod_RioNus), la cual se definió con una longitud de 50 metros. Sin embargo, con el objetivo de tener una distancia conservadora para realizar actividades de monitoreo sobre el rio Nus a lo largo de todo el proyecto, se extendió el área de influencia 2 km aguas abajo de la última estructura del proyecto (Sedimentador la Palestina) extensión que se puede observar en la delimitación del área de influencia del componente abiótico.

En la Figura 7.3.3.7 se presenta el área de influencia abiótica y en la Figura 7.3.3.8 se presenta el área de influencia biótica.

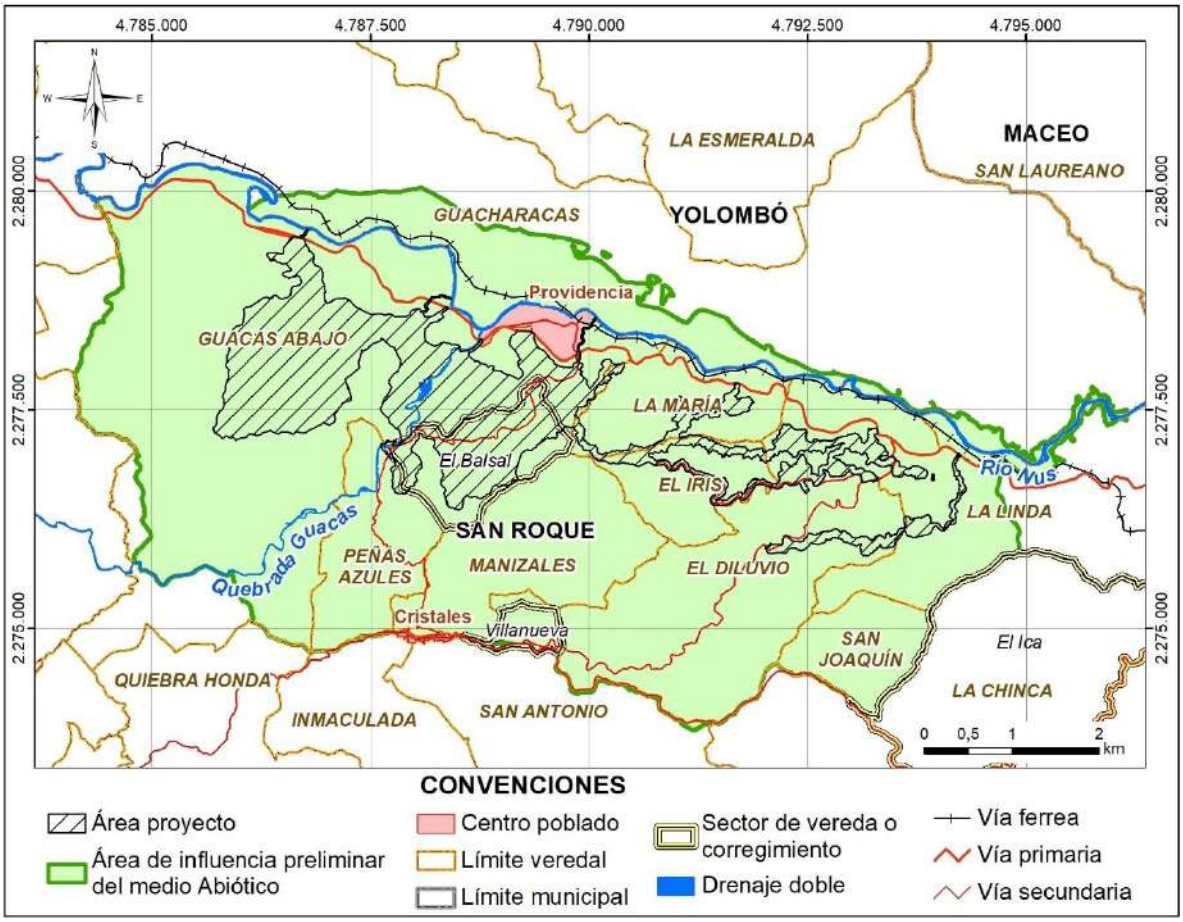


Figura 7.3.3.7 Área de influencia preliminar para el medio abiótico.

Fuente: Integral S.A., 2025

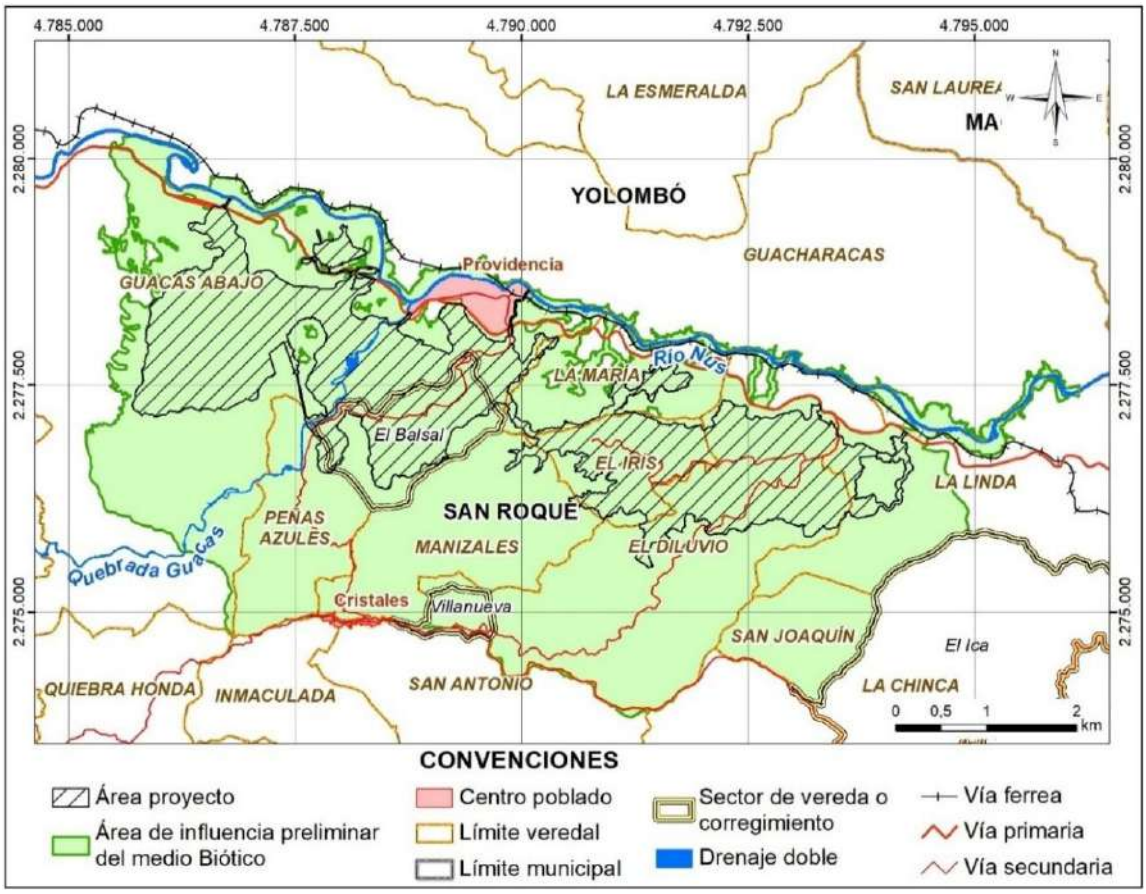


Figura 7.3.3.8 Área de influencia preliminar medio biótico – Ecosistemas terrestres (flora y fauna) y ecosistemas acuáticos

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.3.3.1 Medio abiótico - del medio al sistema

A. Geología

A continuación, se describe de manera general las unidades geológicas que se encuentran dentro del área de influencia abiótica. Es importante señalar que la información a detalle de la geología del proyecto se encuentra en el capítulo 5.1.1 Geología de la presente modificación de licencia.

En la Figura 7.3.3.9 se presenta el mapa geológico local para área de influencia del medio abiótico para la Modificación de Licencia Ambiental del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote y en la en la Tabla 7.3.3.8 se presentan las áreas y los porcentajes de ocupación de las unidades geológicas locales con respecto al área de influencia abiótica. Y de manera particular, se identifica que los vertimientos proyectados hacia el rio Nus se encuentran ubicados sobre una unidad geológica de depósitos aluviales.

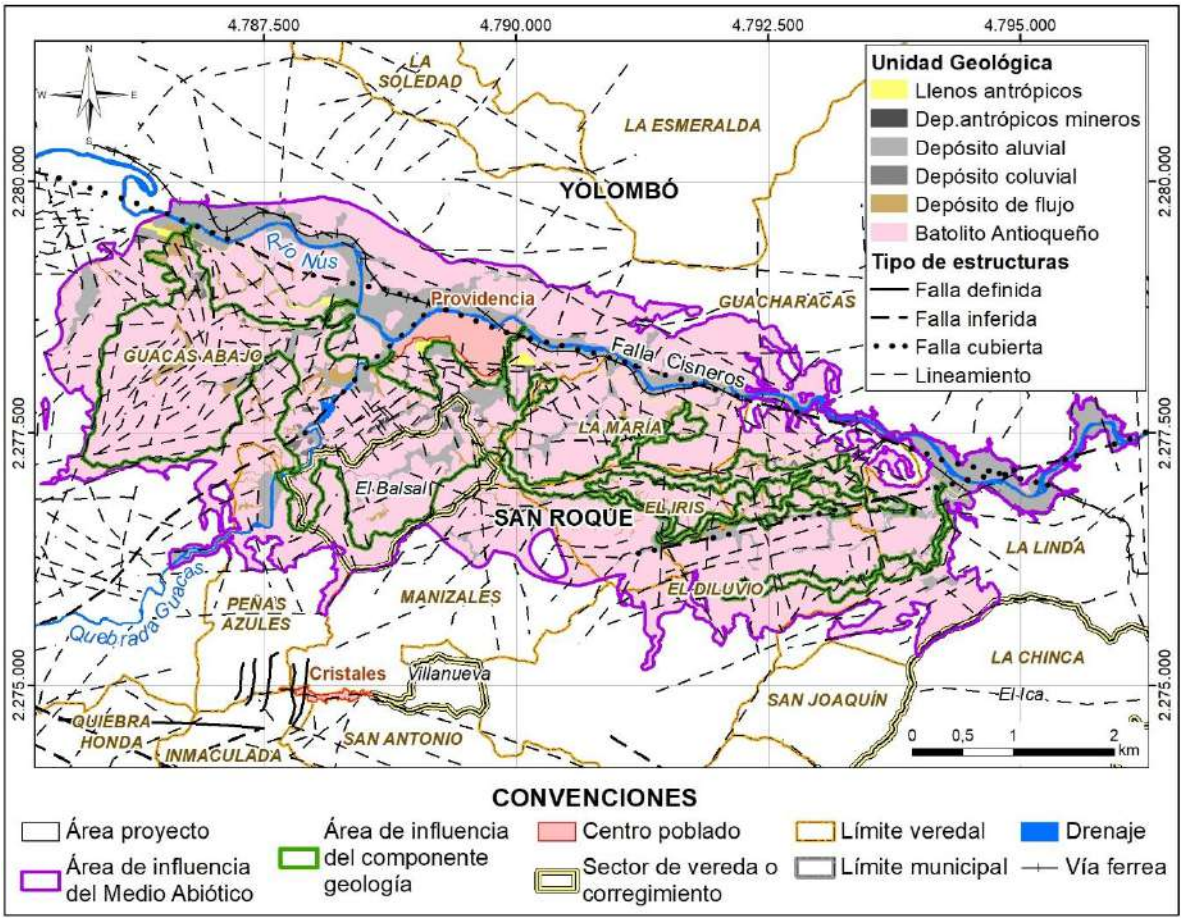


Figura 7.3.3.9 Geología local de la zona del Proyecto Gramalote

Fuente: Integral S.A., 2026

Tabla 7.3.3.8 Porcentajes de las unidades litoestratigráficas

Unidad Geológica o Formación superficial	Área de influencia abiótica		Área de influencia componente geología	
	ha	%	ha	%
Batolito Antioqueño	1.968,09	78,87	588,12	83,64
Depósitos aluviales	387,70	15,54	58,52	8,32
Depósitos coluviales	17,09	0,68	10,87	1,55
Depósitos de flujo	66,56	2,67	38,86	5,53
Unidades geológicas antrópicas	17,94	0,72	2,43	0,35
Río	37,91	1,52	4,38	0,62
Total	**2.495,27**	**100,00**	**703,18**	**100,00**

Fuente: Integral S.A., 2025

Adicionalmente, se hace una descripción generalizada de las fallas o estilos estructurales principales más representativos a nivel regional que enmarcan el área de influencia:

a. Falla Cisneros

La Falla Cisneros es una estructura geológica que se encuentra ubicada en el oriente de Antioquia, tiene una longitud de 70 km aproximadamente y su trazo se extiende hasta inmediaciones de la localidad de San José del Nus, en donde se ve interrumpido por un lineamiento NW (Integral S.A., 2020). Según Page (1986), esta falla tiene una cinemática inversa-dextral, presenta una actitud general de N70°- 90°W/63°SW y su actividad es baja (0,01 mm/año - 0,1 mm/año) con una máxima magnitud probable de 6,5 a 7 y un intervalo de frecuencia de 3.000 años a 15.000 años.

De acuerdo con el trabajo de Woodward Clyde Consultants (1980), al oriente de la población de Cisneros, vertiente sur del río, se encuentran depósitos aluviales y/o flujos de lodos aparentemente desplazados. Cerca del caserío de Providencia, en el lado norte del valle, se reportan lomos y drenajes deflectados y un abanico aluvial desplazado y con mayor incisión que los abanicos de la zona. Para Woodward Clyde, estas características son indicio de actividad tectónica en el Cuaternario con posible desplazamiento inverso y un componente en rumbo lateral derecho, calificada con actividad tectónica baja.

Los estudios desarrollados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Modelo de Amenaza Sísmica de Colombia (Arcila, 2020), la base de datos del Proyecto de Evaluación de Riesgos de América del Sur (SARA, 2016) y la base de datos de fallas cuaternarias desarrollado por el USGS para Colombia (Paris, 2000), no presentan la falla Cisneros como una falla activa.

b. Zona de Cizalla Cristales

Su trazo se encuentra localizado entre las fallas Nare y Cisneros. Controla un tramo del río Nus hacia el sur de La Gitana, presenta una dirección principal NW-SE. En la zona de estudio su línea de trazo pasa cerca y hacia el noreste del corregimiento de Cristales. Hacia el este y sureste del río El Socorro, controla el curso de las quebradas La Chinca y Palomanchado, terminado en una falla con el mismo rumbo NW-SE, que pasa hacia el sur de Caracolí, que a su vez corresponde a una falla antitética de la Falla Palestina (Gómez Londoño & Catillo López, 2011). Su trazo en campo se evidencia por una clara alineación E-W del cerro Cristales que contrasta con la tendencia NW-SE del cerro Manizales, paralela a la zona de cizalla Cristales.

c. Zona de Cizalla Sofia

La zona de cizalla Sofia se encuentra al suroeste de la zona de cizalla Cristales. Está confinada al batolito antioqueño, con una expresión topográfica pobre, pero con espesores de las rocas cizalladas grandes de hasta 750 m en algunos puntos (Botero & Feininger, 1982). Tiene un rumbo NW-SE al igual que la zona de cizalla de cristales.

d. Falla Nare

Falla normal en dirección Noroeste con cerca de 40 km de longitud, corta rocas del Batolito Antioqueño en toda su longitud, controla gran parte del cauce del río Nare y afecta la Superficie de Erosión Río Negro. La falla de Nare se traza a lo largo del cauce del río Nare, en el oriente antioqueño, y presenta una orientación NW-SE, marcando un control estructural evidente en el paisaje regional. Está asociada a materiales cataclásticos, lo que indica que hubo una deformación dominante de tipo frágil (punto más cercano al municipio de Caracolí, aunque sin penetrar su territorio). Se interpreta como una falla de intrusión, vinculada al enfriamiento del magmatismo del Batolito Antioqueño, afectando principalmente rocas plutónicas del Cretácico y delimitando el contacto con la roca metamórfica paleozoica (Administración Municipal de Caracoli, 2012).

Desde el punto de vista tectónico, la falla Nare forma parte de un conjunto de estructuras orientadas NW–SE relacionadas con el emplazamiento y enfriamiento del batolito, como las fallas Balseadero, Monteloro, Bizcocho y Caldera (Antioquia Gold LTD, 2017). No muestra evidencia de actividad reciente—no desplaza depósitos cuaternarios—lo que la distingue de otras fallas de mayor urgencia como la Palestina (Administración Municipal de Caracoli, 2012).

B. Geomorfología

Las geoformas son la expresión superficial del terreno, resultado de la interacción de los materiales que las constituyen, disposición estructural, los procesos morfológicos que interactúan según el ambiente morfogenético donde se desarrollan y el tiempo de duración de la acción que los moldea.

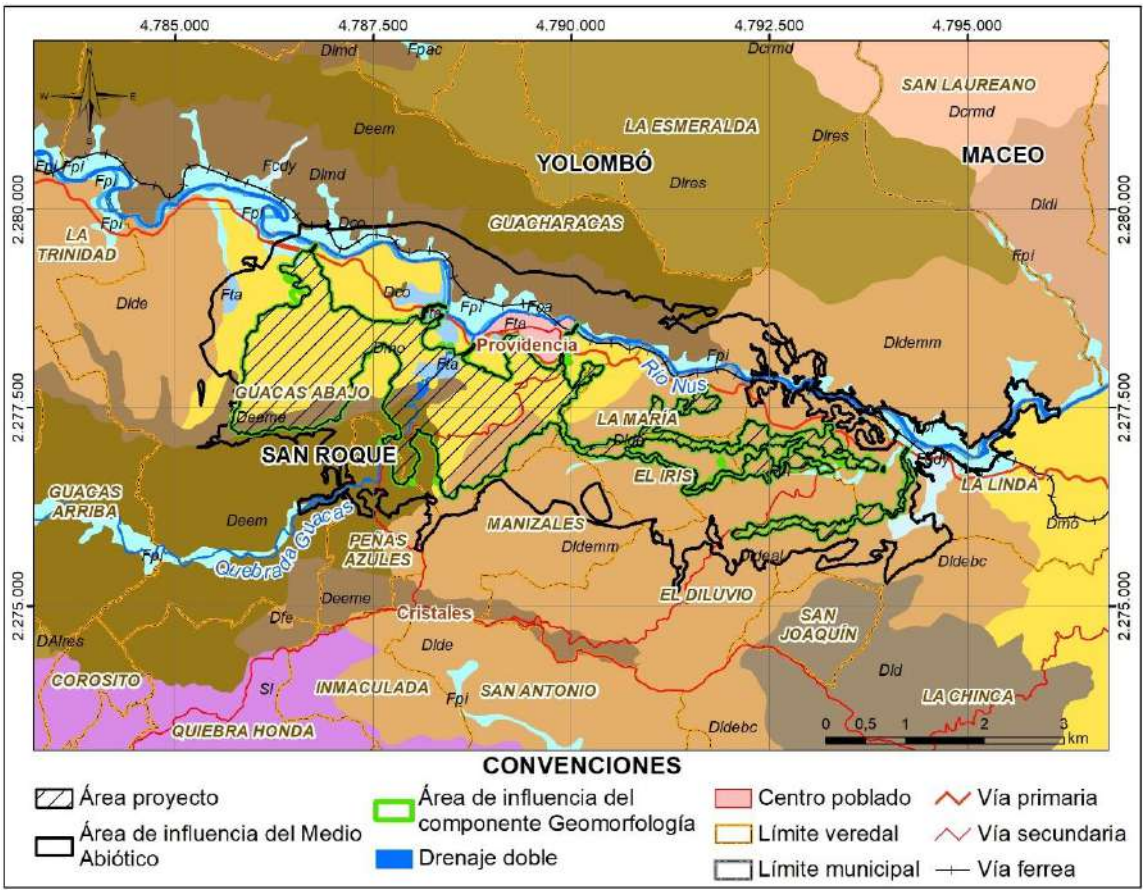
La unidad geomorfológica, geoforma individual genéticamente homogénea, se genera por procesos constructivos o destructivos de un ambiente particular. Son los elementos básicos que componen el paisaje y los modelos geomorfológicos soportados por diferentes criterios en función de la génesis, forma y geometría con relación a la escala del proceso natural formador (Servicio Geológico Colombiano, 2015).

En la Tabla 7.3.3.9 se muestran las áreas en hectáreas y en porcentajes de las unidades geomorfológicas que se encuentran en el área de influencia abiótica del proyecto, así mismo en la Figura 7.3.3.10 se presenta la cartografía geomorfológica regional (unidades geomorfológicas), esto según el Servicio Geológico Colombiano, (2015), donde se observa que los sistemas de vertimiento están ubicados sobre unidades geomorfológicas de Llanura de inundación (Fpi) y particularmente el sedimentador del banco sobre una unidad de montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo).

Tabla 7.3.3.9 Unidades geomorfológicas regionales para el área de influencia biótica del proyecto de minería de oro a cielo abierto Gramalote

Unidad geomorfológica	Nomenclatura	Área ha en AI Abiótica	% del área en AI Abiótica
Ambiente Denudacional			
Conos y lóbulos coluviales	Dco	2,46	0,10
Lomo denudado	Dlde	515,63	20,66
Escarpe de erosión mayor	Deem	1,70,65	6,84
Escarpe de erosión menor	Deeme	73,47	2,94
Montículo y ondulaciones denudacionales	Dmo	736,29	29,51
Lomeríos muy disectados	Dlmd	188,65	7,56
Lomo denudado moderado de longitud media	Dldemm	180,67	7,24
Lomo denudado alto de longitud larga	Dldeal	273,72	10,97
Lomo denudado bajo de longitud corta	Dldebc	28,61	1,15
Ambiente Fluvial			
Cauce aluvial	Fca	53,72	2,15
Cono de deyección	Fcdy	12,02	0,48
Plano o llanura de inundación	Fpi	194,29	7,79
Terraza de acumulación	Fta	65,09	2,61
Total		**2.495,27**	**100,00**

Fuente: Integral S.A., 2025 a partir de Servicio Geológico Colombiano, (2015).



Unidad Geomorfológica

- DAlres - Lomo residual de altiplano
- Dco - Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión
- Dcrmd - Colina residual muy disectada
- Deem - Escarpe de erosión mayor
- Deeme - Escarpe de erosión menor
- Dfe - Cono de ta lus
- Dld - Loma denudada
- Dlde - Lomo denudado
- Dldeal - Lomo denudado alto de longitud larga
- Dldebc - Lomo denudado bajo de longitud corta
- Dldemm - Lomo denudado moderado de longitud media
- Dldi - Lomeríos disectados
- Dlmd - Lomeríos muy disectados
- Dlres - Lomo residual
- Dmo - Montículo y ondulaciones denudacionales
- Fca - Ca uce a luvia l
- Fcdy - Cono de deyección
- Fpac - Planicie aluvial confinada
- Fpi - Plano o llanura de inundación
- Fta - Terraza de acumulación
- Sl - Lomos

Figura 7.3.3.10 Unidades geomorfológicas regionales en el área de influencia de la modificación de la licencia ambiental de Gramalote

Fuente: Integral S.A., 2025 a partir de Servicio Geológico Colombiano, (2015)

Para identificar los procesos morfodinámicos y su evolución en el tiempo, se realizó la cartografía detallada de procesos superficiales. Se analizaron movimientos en masa y procesos erosivos. Algunos de estos procesos han sido detonados por intervención antrópica (explotación minera artesanal, cortes viales, cultivos, etc.).

La zona de interés hace parte de un paisaje de montaña dinámico, de clima tropical y elevadas precipitaciones. En este tipo de paisajes actúan una serie de procesos superficiales que se encargan de modelar las geoformas y definir su grado actual de estabilidad.

A partir de las labores de fotointerpretación, análisis de imágenes satelitales y recorridos de campo, se observó que la ocurrencia de procesos morfodinámicos tiene que ver con diferentes condiciones. Entre estas se incluyen altas pendientes, susceptibilidad de los suelos y alta densidad de drenajes. También influyen épocas de lluvias, e intervención antrópica relacionada con deforestación, cultivos y minería artesanal.

Se identificaron procesos de erosión laminar y concentrada (surcos y cárcavas), con alta densidad hacia el cerro Gramalote como resultado de la actividad minera artesanal, cicatrices de deslizamientos y deslizamientos activos, localizados en laderas escarpadas. También zonas de empozamiento de agua cercanas a surcos y flujos de agua. Además, procesos de reptación por sobrepastoreo en laderas suaves a medias. Procesos de sedimentación activa en las zonas cercanas a las corrientes que drenan el relieve y al río Nus y también procesos de socavación lateral.

A continuación, se presentan en la Figura 7.3.3.11, Figura 7.3.3.12 y Figura 7.3.3.13 los procesos morfodinámicos de los años 2018, 2021 y 2023 (procesos morfodinámicos actuales) respectivamente en la zona de influencia abiótica. La descripción a detalle se presenta en el capítulo 5.1.2 Geomorfología de caracterización.

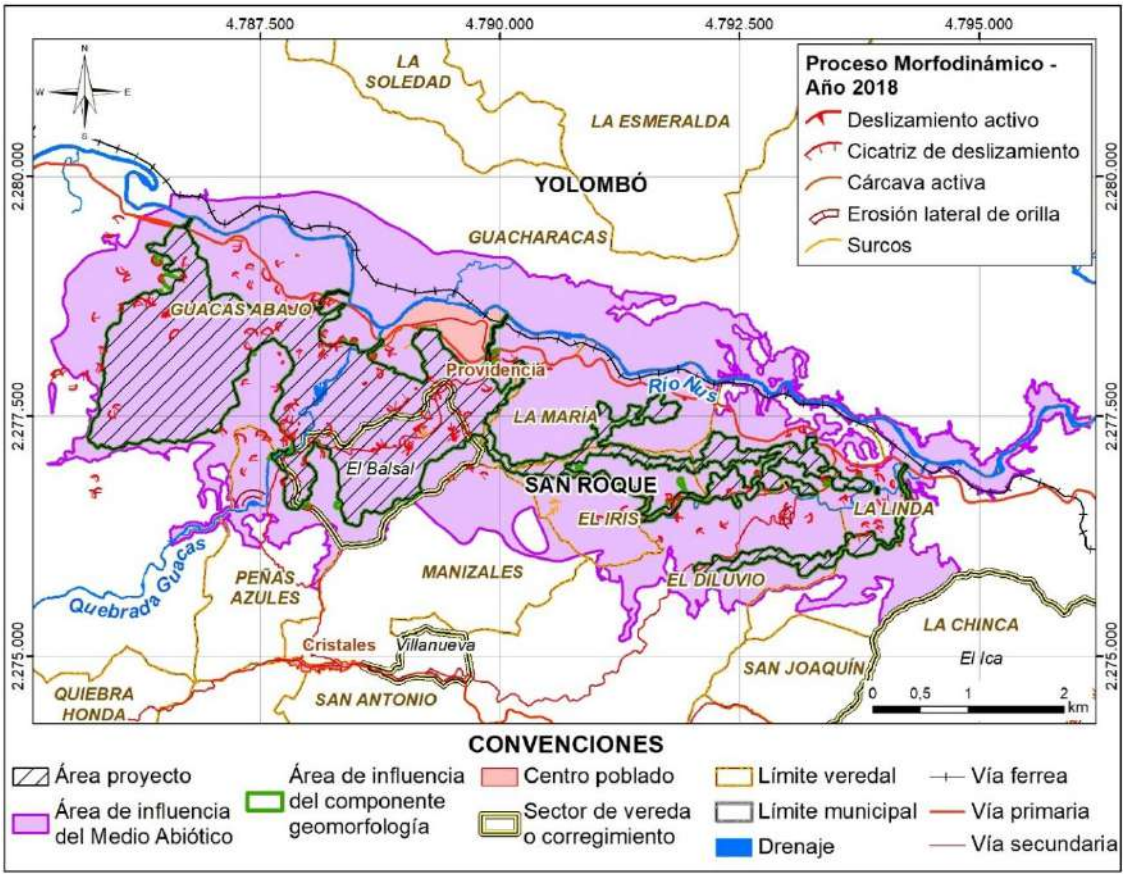


Figura 7.3.3.11 Proceso morfodinámicos año 2018

Fuente: Integral S.A., 2025

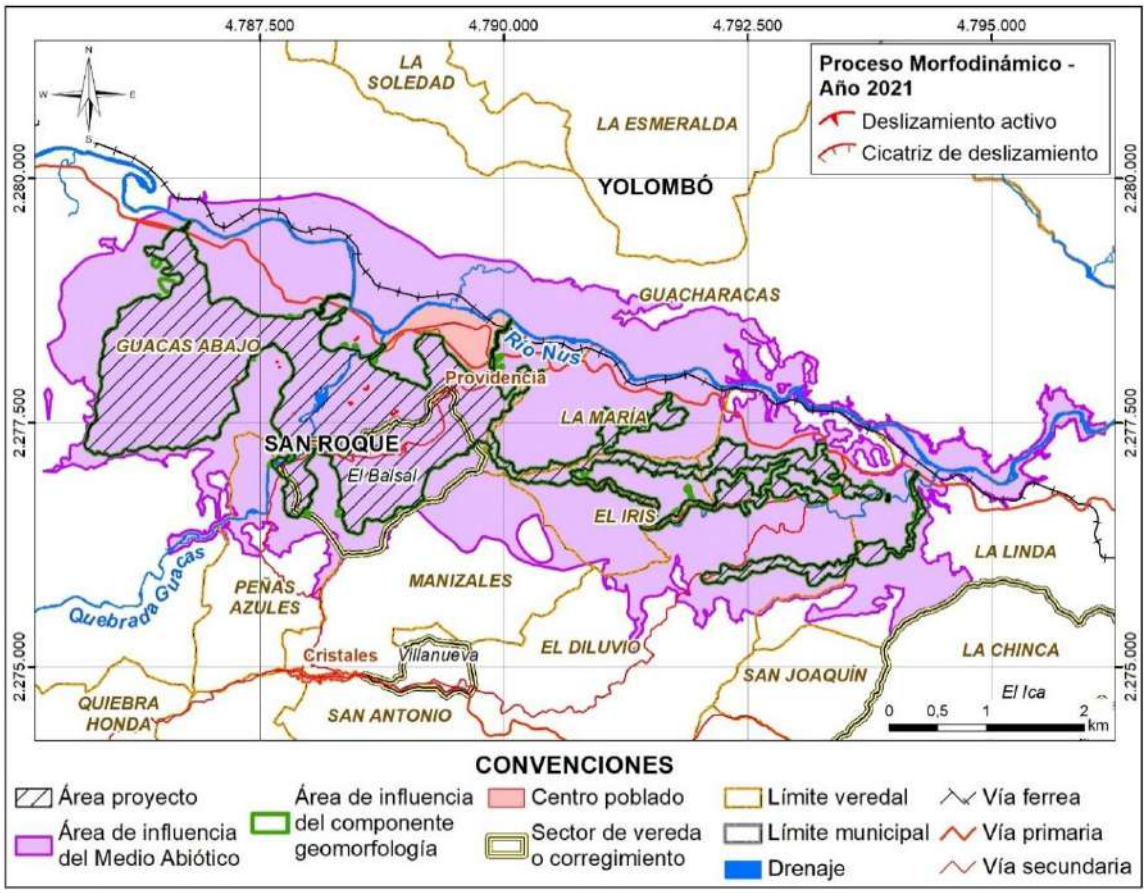


Figura 7.3.3.12 Procesos morfodinámicos año 2021

Fuente: Integral S.A., 2025

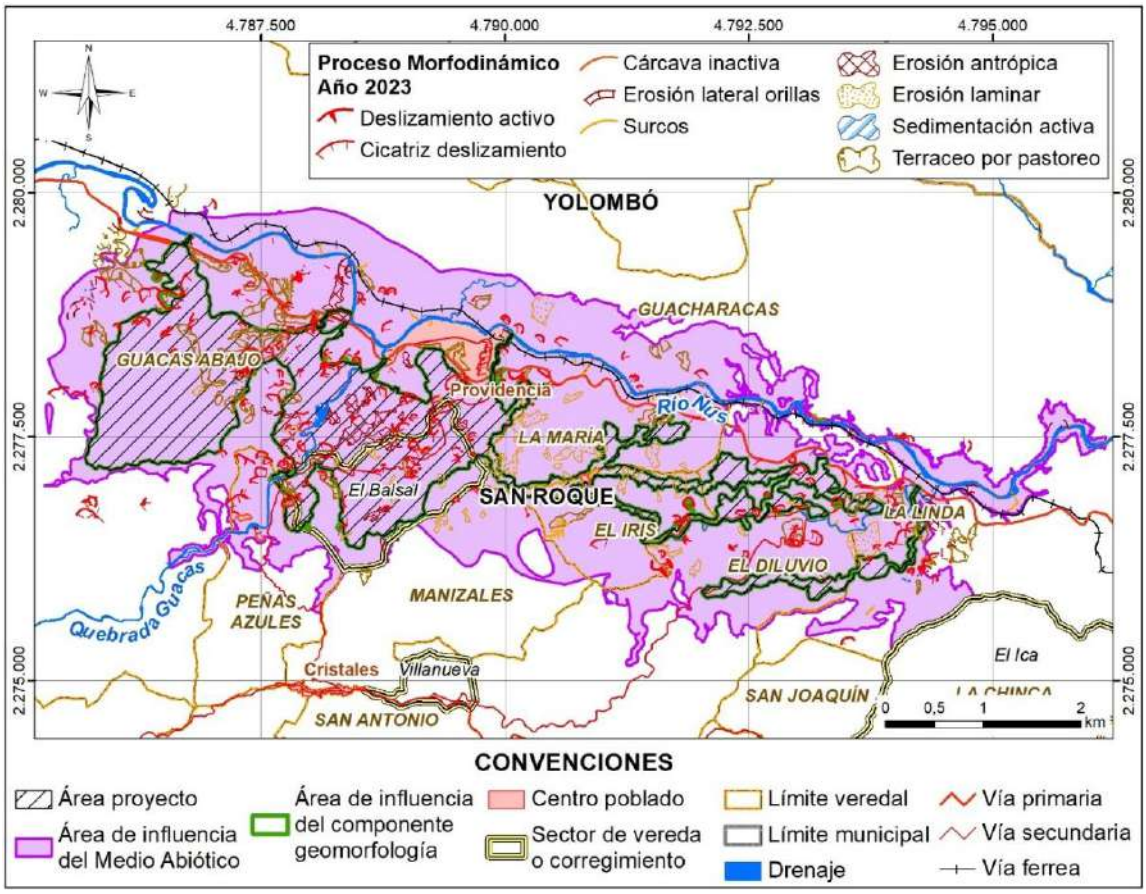


Figura 7.3.3.13 Proceso morfodinámicos año 2023

Fuente: Integral S.A., 2025

Adicionalmente, en la Tabla 7.3.3.10 se presentan las áreas, expresadas en hectáreas, correspondientes a los diferentes procesos morfodinámicos para el año más reciente (2023). Estas abarcan un total de 263,95 hectáreas, de las 2.495,27 hectáreas que conforman el área de influencia abiótica.

Tabla 7.3.3.10 Áreas de los procesos morfodinámicos presentes en el área de influencia abiótica

Proceso Morfodinámico	Área (ha)
Erosión antrópica	24,17
Terraceo por sobrepastoreo	104,93
Erosión laminar	53,66
Sedimentación activa	2,89
Cárcava inactiva	2,57
Cicatriz de deslizamiento	67,75
Movimiento en masa	4,38

Proceso Morfodinámico	Área (ha)
Socavación de orillas	1,25
Surco	2,35
Total	**263,95**

Fuente: Integral S.A., 2025

C. Hidrología

El área de influencia del proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Nus, la principal corriente hídrica de la zona. En la Figura 7.3.3.14 se presenta la red hidrográfica generalizada correspondiente a las cuencas susceptibles de intervención, todas ubicadas en la margen derecha del río Nus y limitada aguas abajo hasta una longitud de mezcla muy conservadora, que es suficiente para que se den los procesos de mezcla de los nuevos vertimientos. Estas cuencas incluyen las quebradas El Topacio, El Banco, San Antonio, Guacas, La Colorada, La María, El Torito y La Palestina.

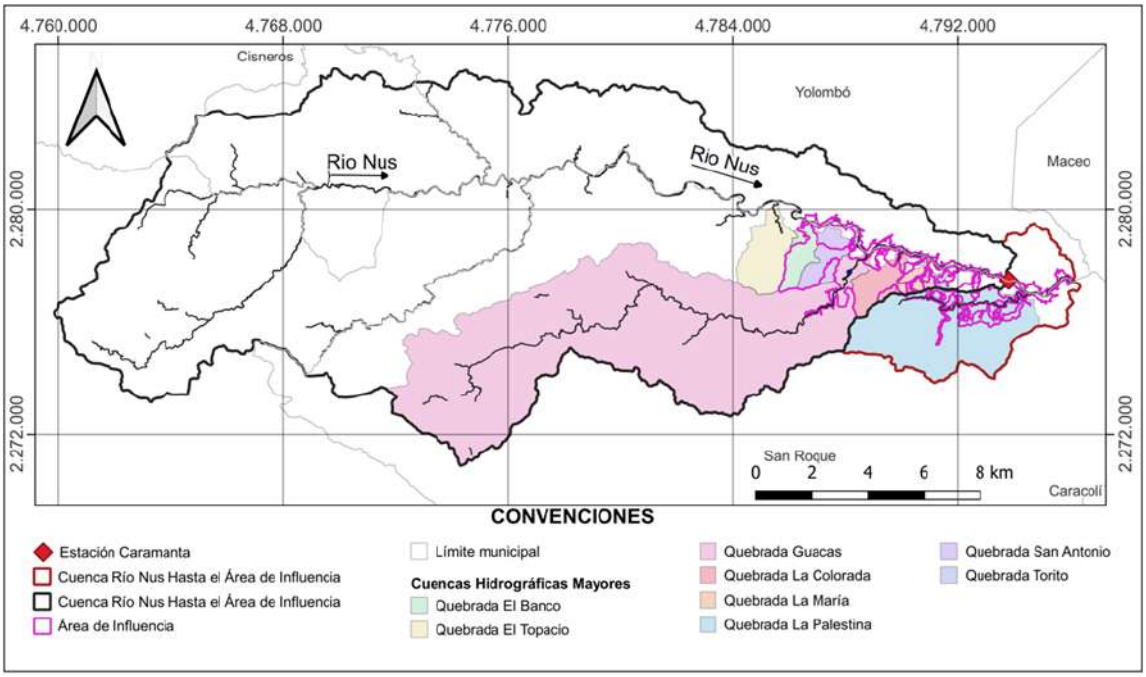


Figura 7.3.3.14 Localización de cuencas dentro del área de influencia

Fuente: Integral S.A., 2025

Río 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 Caracolí en su vertiente derecha.

Quebrada el Topacio: La cuenca de la quebrada El Topacio cuenta con un área de 4,06 km^2, con altitudes que varían entre los 1.255 m.s.n.m. hasta los 820 m.s.n.m.; una longitud de cauce de 5,33 km y un perímetro de 9,82 km.

Quebrada El Banco: La cuenca cuenta con un área de 1,76 km², un perímetro de 7,46 km y una longitud de cauce de 3,79 km, además cuenta con una variación altimétrica que va desde los 1.185 m.s.n.m. a los 820 m.s.n.m.

Quebrada San Antonio: La cuenca de la quebrada San Antonio tiene un área de 2,24 km² aproximadamente, con altitudes que varían entre los 1.090 m.s.n.m. en su nacimiento y los 815 m.s.n.m. en su desembocadura sobre el río Nus; su perímetro es de 8,18 km y cuenta con una longitud de cauce principal de 3,40 km.

Quebrada Guacas: La cuenca de la quebrada Guacas se encuentra localizada en el municipio de San Roque, puntualmente sobre la margen derecha del río Nus. Se caracteriza por tener un área de 64,13 km^2, con altitudes que varían entre los 1.820 m.s.n.m. aproximadamente en su nacimiento y los 815 m.s.n.m. en su confluencia con el río Nus. Su perímetro es de 54,59 km aproximadamente y el cauce tiene una longitud de 28,22 km.

Quebrada La Colorada: La cuenca de la quebrada La Colorada tiene un área de 2,33 km^2 con altitudes que varían entre los 1.160 m.s.n.m. en su nacimiento y los 815 m.s.n.m. en su desembocadura en el río Nus, su perímetro es de 7,80 km y su longitud de cauce de 3,34 km.

Quebrada La María: La cuenca de la quebrada La María tiene un área de 1,13 km², la cual cuenta con altitudes que varían entre los 980 m.s.n.m. en su nacimiento y los 810 m.s.n.m. en su desembocadura en el río Nus, su perímetro es de 4,93 km y su longitud de cauce es de 1,96 km.

Quebrada El Torito: La hoya hidrográfica de la quebrada El Torito cuenta con un área de 0,27 km^2, una longitud de cauce principal de 1,04 km, un perímetro de 2,50 km y con altitudes que varían entre los 995 m.s.n.m. y los 810 m.s.n.m.

Quebrada La Palestina: La cuenca de La Palestina hasta su confluencia con el rio Nus presenta altitudes que varían entre los 1.305 m.s.n.m. aproximadamente en su nacimiento y los 805 m.s.n.m. en su punto más bajo; presenta un perímetro de 20,42 km, un área de 15,78 km^2 y una longitud de cauce de 10,40 km.

Con relación a los sistemas lénticos y lóticos identificados, el río Nus, constituye el principal sistema lótico identificado en la zona, debido a su relevancia en términos de longitud y área de drenaje aferente. Adicionalmente, se identificó un cuerpo léntico antrópico (ver Figura 7.3.3.15) que se encuentra dentro del área de influencia sobre las coordenadas E: 4.787.998,62 y N: 2.278.158,79 (sistema de origen único nacional). Según lo observado en campo, este reservorio es destinado para desarrollar actividades ganaderas.

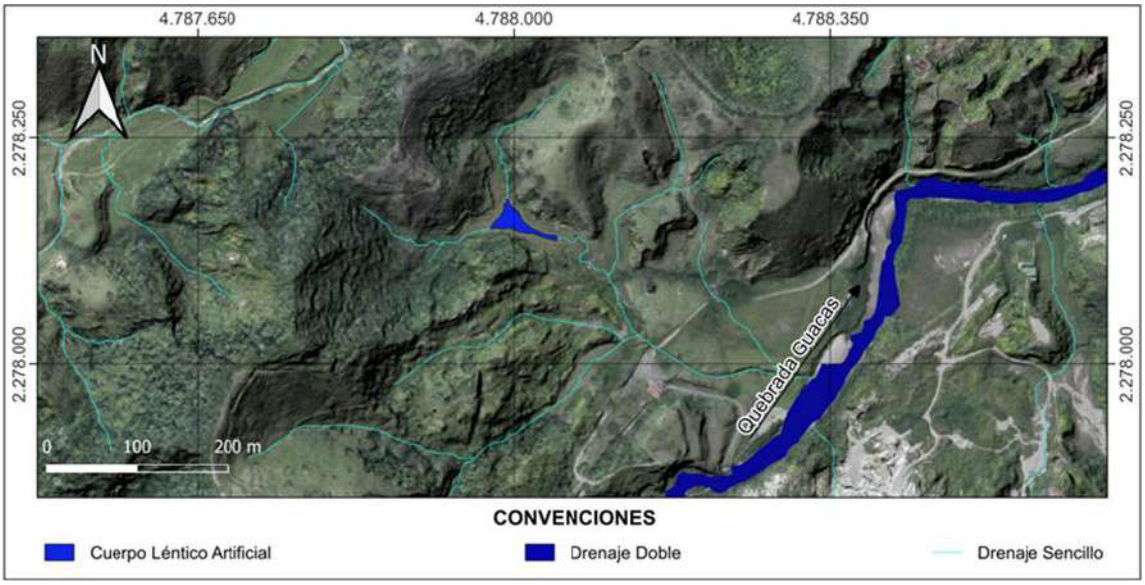


Figura 7.3.3.15 Cuerpo léntico en el área de influencia

Fuente: Integral S.A., 2025

Por otra parte, en relación con el régimen de precipitaciones presente en la zona donde se localiza el proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, se evidencia que todas las estaciones de precipitación presentan un régimen bimodal, identificando que los periodos de lluvias más intensas se ubican entre los meses de marzo-mayo y septiembre-noviembre, mientras que las épocas secas se presentan entre diciembre-febrero y junio-agosto. (ver Tabla 7.3.3.11 y Figura 7.3.3.16).

Tabla 7.3.3.11 Valores medio mensuales de precipitación para cada estación

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
San Roque	124	162	297	420	498	361	294	345	423	450	363	189
Gja Exp El Nus	56	85	162	238	288	218	224	232	281	278	191	84
Alejandría	181	193	348	458	600	458	407	466	540	543	366	225
El Morro	89	147	226	421	503	305	321	350	416	418	300	161
Guayabito	122	147	248	399	509	365	353	393	428	441	328	175
Las Violetas	119	142	264	390	456	350	325	369	448	532	382	216
San Antonio	55	67	175	264	292	201	153	232	231	268	188	86
Sto. Domingo	108	131	237	347	438	346	301	366	382	386	293	140
Yolombo	88	95	273	346	429	296	228	322	320	381	307	103

Fuente: Integral S.A., 2025

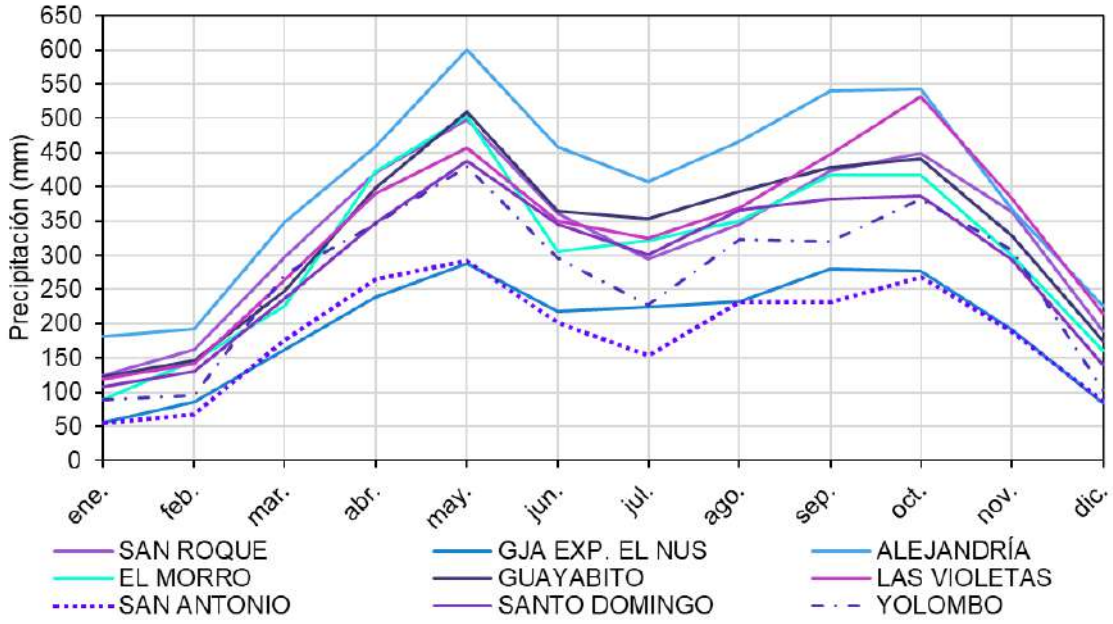


Figura 7.3.3.16 Ciclos característicos de la precipitación para cada estación

Fuente: Integral S.A., 2025

Finalmente, en cuanto al análisis hidráulico se simuló el comportamiento del río Nus y de las quebradas El Banco, San Antonio, Guacas, Cauce 5, Cauce 6, La Colorada, Cauce 8, La María, El Torito, Cauce 9, Cauce 10 y La Palestina frente a eventos hidro-climatológicos extremos. Este tipo de modelaciones permite delimitar con precisión las manchas de inundación, identificando las áreas que se verían potencialmente afectadas ante eventos naturales de desbordamiento. Se consideraron diferentes escenarios de caudal, los cuales incluyen desde la condición media, hasta los caudales asociados a periodos de retorno de 2,33, 100 años y la Creciente Máxima Probable – CMP - (equivalente a un 1’000.000 de años de periodo de retorno). Los parámetros de modelación se presentan en el capítulo 5.1.5 de hidrología de caracterización.

En la Figura 7.3.3.17 se presentan los niveles de agua obtenidos a partir del modelo hidráulico, los cuales evidencian controles en las zonas donde se localizan las obras hidráulicas, generando variaciones en la línea de energía. Por su parte, en la Figura 7.3.3.18 se muestran los resultados de velocidad media a lo largo del cauce para los diferentes escenarios modelados, para los cuales se observan variaciones entre los periodos de retorno analizados, destacándose que en la condición de la CMP se registran disminuciones respecto a los eventos de 100 y 1.000 años en algunos tramos. Esta reducción se explica por el incremento significativo del área mojada y la presencia de controles hidráulicos que influyen en el comportamiento del flujo.

Con base en los resultados de la simulación hidráulica se generaron las manchas de inundación para las diferentes crecientes analizadas, representando su extensión final mediante la Figura 7.3.3.19, y en la zona de los puntos de vertimiento en la Figura 7.3.3.20.

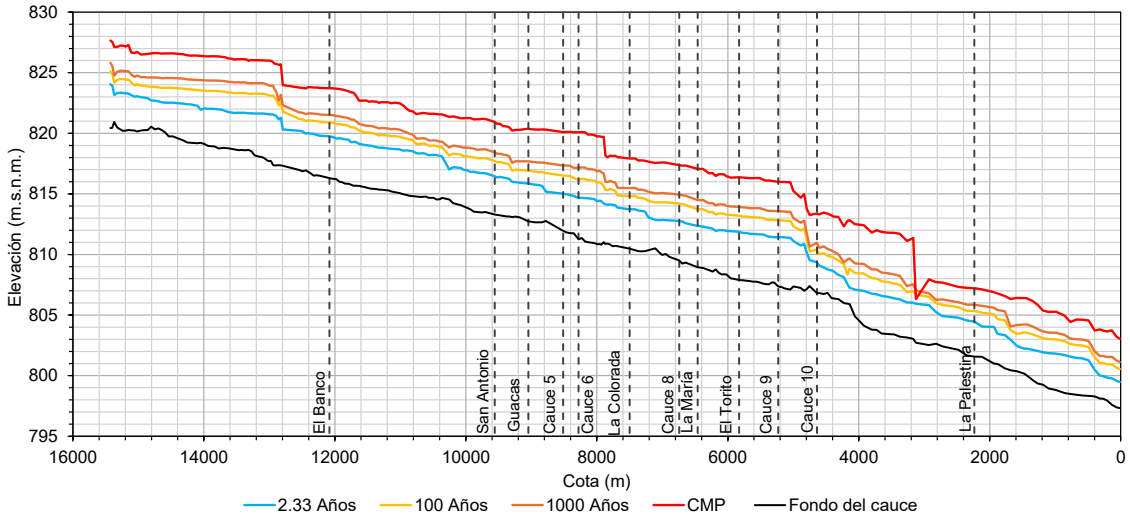


Figura 7.3.3.17 Perfiles de flujo en el río Nus

Fuente: Integral S.A., 2025

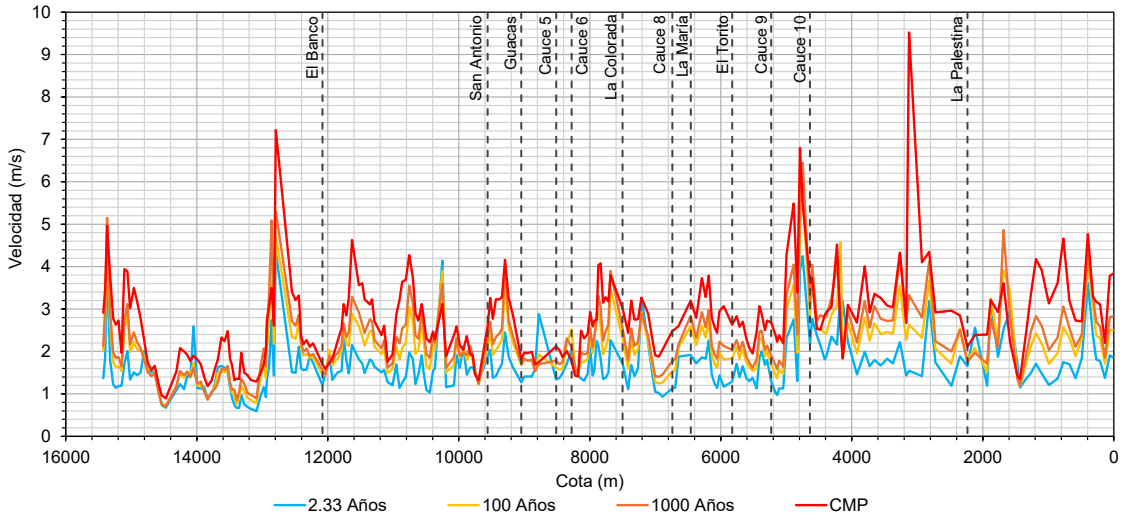


Figura 7.3.3.18 Velocidad de flujo en el río Nus

Fuente: Integral S.A., 2025

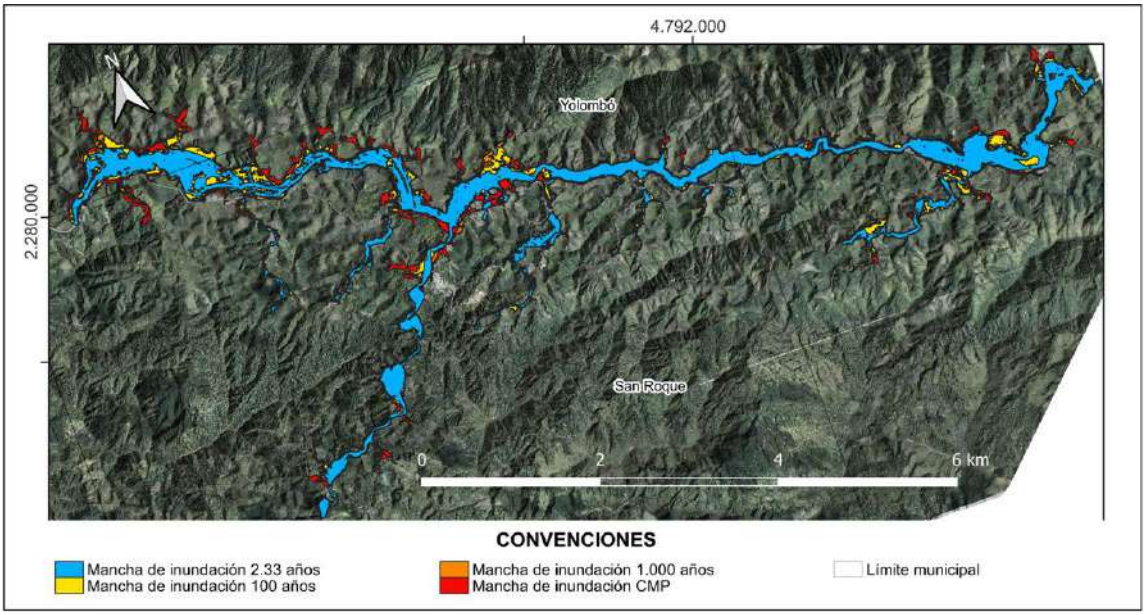


Figura 7.3.3.19 Manchas de inundación para los caudales modelados

Fuente: Integral S.A., 2025

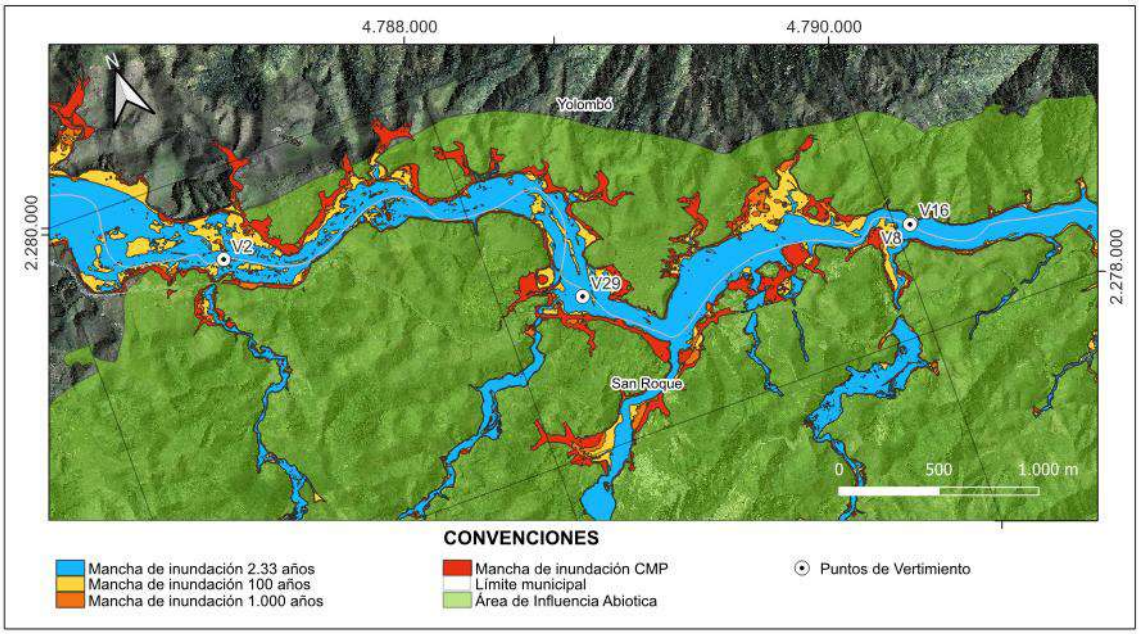


Figura 7.3.3.20 Manchas de inundación modeladas y puntos de vertimiento

Fuente: Integral S.A., 2025

D. Geotecnia

La zonificación geotécnica para determinar la estabilidad geotécnica de los terrenos se definió de manera semicuantitativa, donde los valores de intervalo para los límites superiores son de condición de estabilidad y el límite inferior una zona crítica o con inestabilidad, los parámetros de la zonificación se definen a detalle en el capítulo 5.1.7 Geotecnia de caracterización. En la Figura 7.3.3.21 se muestran los resultados obtenidos y se identifica que los sistemas de vertimiento esta sobre zonificación clase II y clase III.

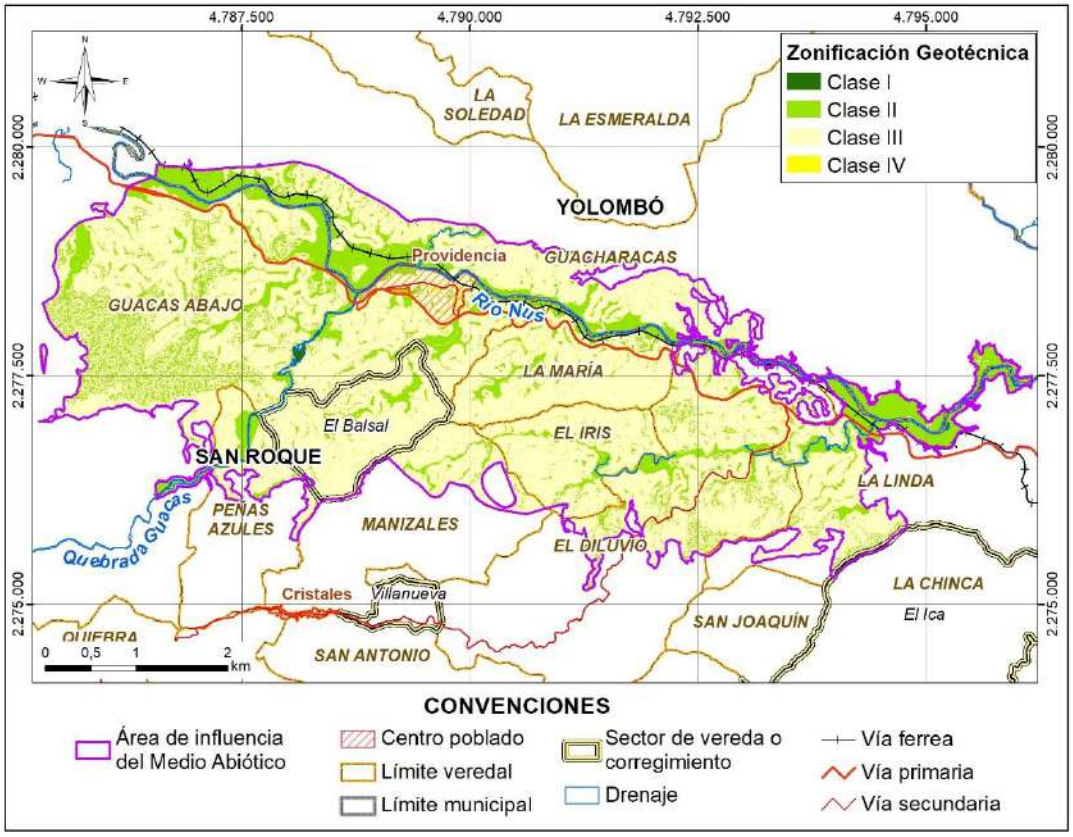


Figura 7.3.3.21 Zonificación geotécnica para el área de influencia abiótica del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2026

En la Tabla 7.3.3.12 se describen las categorías de estabilidad geotécnica. El análisis evidencia un predominio de la clase III – zonas estables moderadamente dependientes, con un valor de ocupación porcentual de 75,85%, lo cual es consecuente con lo observado en el área de análisis, ya que estás zonas corresponden a pendientes que puntualmente muestran indicios de antiguos deslizamientos, es decir cicatrices de deslizamientos, las cuales son evidentes en el área de acuerdo con la cartografía de procesos morfodinámicos realizada. La reactivación de estas cicatrices o antiguos procesos va a depender del manejo de la ladera.

Por otra parte, en las zonas cercanas a los drenajes principales la clasificación de estabilidad es clase II con una ocupación porcentual del 22,10% - zonas estables poco dependientes, cuyas pendientes no presentan evidencias de deslizamientos, no obstante, dependiendo del manejo de las laderas pueden desarrollar procesos morfodinámicos.

Tabla 7.3.3.12 Resultados de la zonificación geotécnica para el área abiótica del proyecto

DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN
Zona I – Zonas estables o independientes	37,94	1,52
Zona II – Zonas estables poco dependientes	551,81	22,11
Zona III - Estables moderadamente dependientes	1.892,01	75,82
Zona IV - Estables muy dependientes	13,52	0,54
Total	**2.495,27**	**100,00**

Fuente: Integral S.A., 2026

7.3.3.3.2 Medio abiótico - del sistema de gestión del vertimiento al medio

A. Suelos, Cobertura y Usos del Suelo

a. Descripción de unidades cartográficas

Para realizar la caracterización de los suelos y uso de la tierra se utilizó la información secundaría como fue el “Estudio general de suelos y zonificación de tierras de Antioquia” (IGAC, 2007) y el levantamiento de suelos del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Gramalote (GCL, 2015), identificando cinco (5) unidades cartográficas (tres asociaciones: Yarumal -AY-, El Cinco -EC- y Yalí -JD- y los complejo Tarazá -TR- y Girardota -GS-), dentro de estas unidades cartográficas se encontró que los suelos corresponden a los órdenes Andisol, Inceptisol, Entisoles, Oxisol, Ultisoles y Mollisoles.

De acuerdo con las condiciones ambientales de la zona, esta presenta un relieve dominado por colinas medias y bajas de cimas redondeadas en un ambiente cálido húmedo. La topografía va de ligeramente plana a moderadamente escarpada, con pendientes de 3 a 75%, en alturas entre 200 y 1.100 msnm. La temperatura es mayor a 24ºC y hay precipitaciones anuales de 2.000 a 4.000 mm en promedio. Estos aspectos, corresponden a las zonas de vida bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque muy húmedo premontano (bmh-P).

El origen de estos suelos parte de un gran núcleo formado por rocas ígneas plutónicas de la gigantesca intrusión del batolito antioqueño. Junto con sus plutones satélites y cerca de éstos, un gran bloque metamórfico en el que imperan las rocas metasedimentarias.

Bajo estas características de la región se identifica que los órdenes de Andisol, Inceptisol, Entisoles, Oxisol, Ultisoles y Mollisoles, presentan los siguientes rasgos, de acuerdo con la (USDA, 2014):

Los Andisoles se presentan en un ambiente cálido y húmedo, pueden formarse a partir de materiales volcánicos retrabajados o en depósitos coluviales con influencia de cenizas volcánicas. Son suelos bien drenados, con alta capacidad de retención de agua y materia orgánica, aunque pueden presentar limitaciones debido a su alta capacidad de fijación de fósforo. En el área de interés, con la presencia de materiales volcánicos podrían encontrarse en partes altas o en laderas con menor erosión.

Por su parte, los Inceptisoles, dado que son suelos con desarrollo incipiente en zonas con colinas y pendientes variables pueden encontrarse ampliamente distribuidos, especialmente en áreas donde los procesos de intemperismo han comenzado a diferenciar horizontes sin una acumulación marcada de arcillas. Son comunes en terrenos de topografía ondulada a escarpada, en donde la erosión y la fuerte lluvia limitan la evolución del suelo. Tienen fertilidad moderada y pueden ser usados para cultivos con manejo adecuado.

Los Entisoles, en una región con fuertes pendientes y alta pluviosidad, se encontrarían en zonas de erosión activa o en depósitos aluviales recientes a lo largo de los valles y márgenes de ríos. Son suelos jóvenes, poco desarrollados y de baja retención de agua, con fertilidad dependiente del material parental, en este caso, las rocas plutónicas y metamórficas que podrían aportar minerales resistentes. Son más comunes en áreas con pendientes pronunciadas donde la constante movilización de material impide la diferenciación de horizontes.

En un ambiente cálido-húmedo, los Oxisoles pueden ser prominentes en superficies estables de colinas y zonas de menor erosión. Estos suelos están altamente meteorizados y lixiviados debido a la intensa precipitación, lo que los hace pobres en nutrientes y con alta acidez. Presentan colores rojizos o amarillentos debido a la acumulación de óxidos de hierro y aluminio. Su estructura es estable, pero requieren fertilización y encalado para mejorar su productividad agrícola.

Los Ultisoles en zonas con clima húmedo y suelos derivados de rocas ígneas y metamórficas pueden estar bien representados en terrenos de media ladera a menor altitud. Son suelos altamente intemperizados, con acumulación de arcillas en el horizonte subsuperficial y baja saturación de bases debido a la intensa lixiviación. Su fertilidad es baja, pero pueden ser mejorados con prácticas de enmienda, como la adición de cal y fertilizantes.

En cuanto a los Mollisoles, aunque son más típicos de regiones templadas, pueden encontrarse en áreas con topografía más estable y en depresiones donde se ha acumulado materia orgánica. Su fertilidad es alta, y su horizonte superficial es oscuro y rico en materia orgánica. Sin embargo, en un ambiente con precipitaciones altas como el descrito, es menos probable que se desarrollen en grandes extensiones, salvo en zonas con acumulación de material orgánico y mejor drenaje.

La localización las unidades antes descritas para el área de influencia del componente suelo, se muestran en la Figura 7.3.3.22, donde se identifica que los sistemas de vertimientos se encuentran ubicados en una unidad cartográfica del complejo Tarazá (TR) suelo Tipo A.

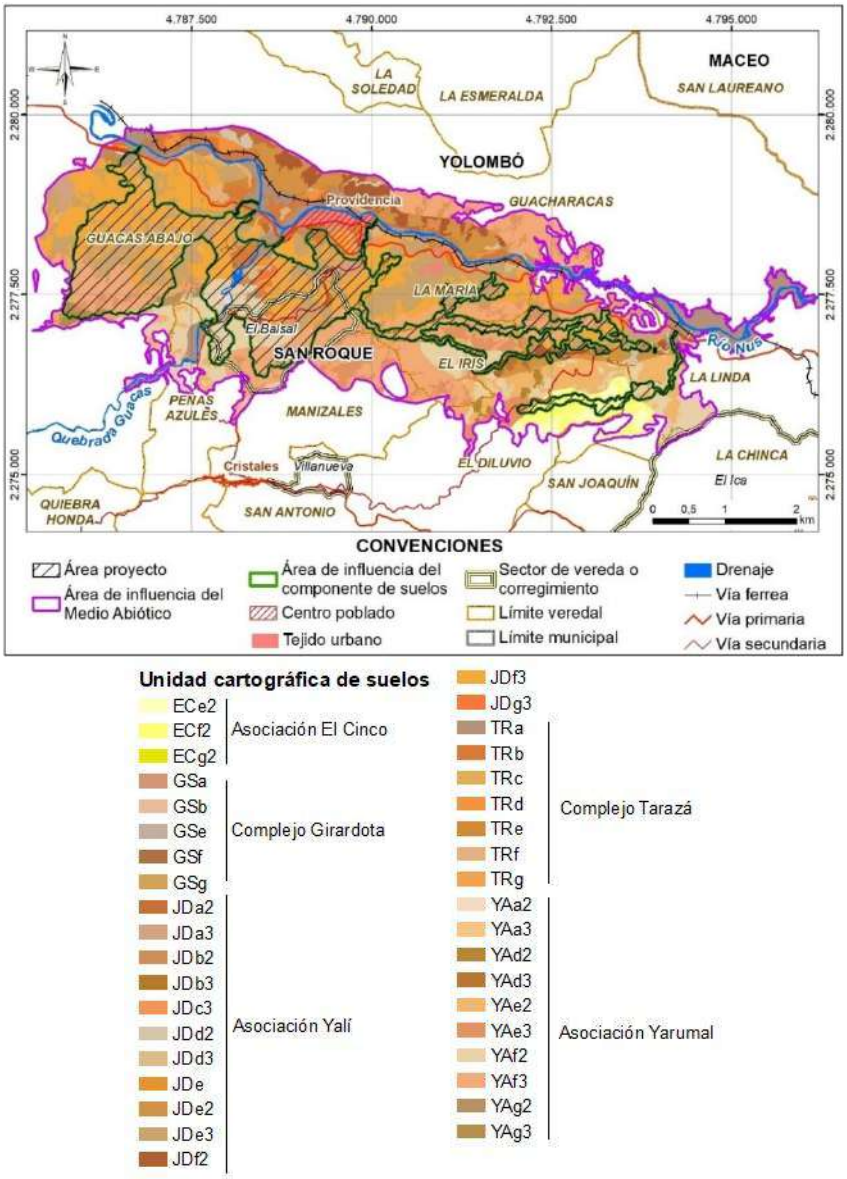


Figura 7.3.3.22 Unidades de suelos presentes en el área de influencia abiótica

Fuente: Integral S.A., 2025 con información del EIA, 2015

b. Uso Actual del suelo

El uso actual del suelo se determinó teniendo en cuenta los detalles de campo y el análisis de las coberturas de la tierra elaboradas con base en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), a escala 1:7.500 a partir de la interpretación de una imagen de satélite EarthScanner - JL-1KF01 del año 2023, que corresponde a la información más reciente disponible para la zona de estudio con resolución espacial de 0,5

metros/píxel, y su posterior verificación y actualización en campo dentro del área de intervención del proyecto

En ese sentido, los diferentes usos fueron definidos a partir de las coberturas terrestres para luego ser transformadas en usos del suelo teniendo en cuenta la leyenda de usos agropecuarios del suelo (IGAC, UPRA, 2015), en la Tabla 7.3.3.13 de presenta la representatividad del uso que se le da actualmente al suelo, y en la Figura 7.3.3.24 se pude observar espacialmente este uso. Los sistemas de vertimiento se ubican sobre terrenos con uso de áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) y cuerpos de agua Natural.

Tabla 7.3.3.13 Distribución de uso actual del suelo

Grupo Uso	Uso Actual	Área de Influencia Suelo		Área de influencia medio abiótico	
		ha	%	ha	%
Agricultura	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	74,21	10,55	295,35	11,84
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	77,82	11,07	276,96	11,10
Minería	Metales, radiactivos	317,10	45,09	739,97	29,65
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	17,05	2,43	17,44	0,70
Asentamiento	Residencial	201,83	28,60	1.065,10	42,68
Infraestructura	Recreacional	2,72	0,39	30,44	1,22
	Industrial	0,00	0,00	0,71	0,03
	Transporte	4,01	0,57	7,75	0,31
Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	4,26	0,61	20,27	0,70
Total		**703,18**	**100,00**	**2.495,27**	**100,00**

Fuente: Integral S.A., 2026

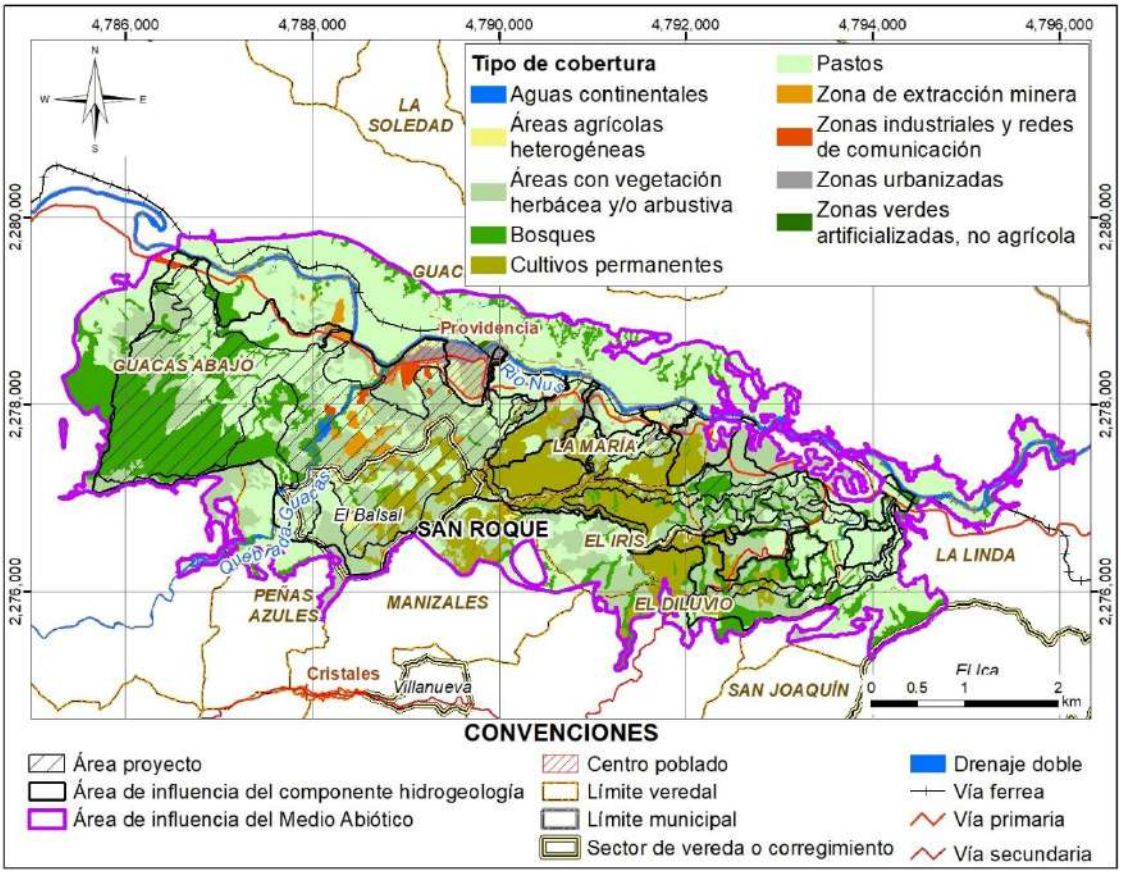


Figura 7.3.3.23 Mapa de coberturas de suelo en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2026

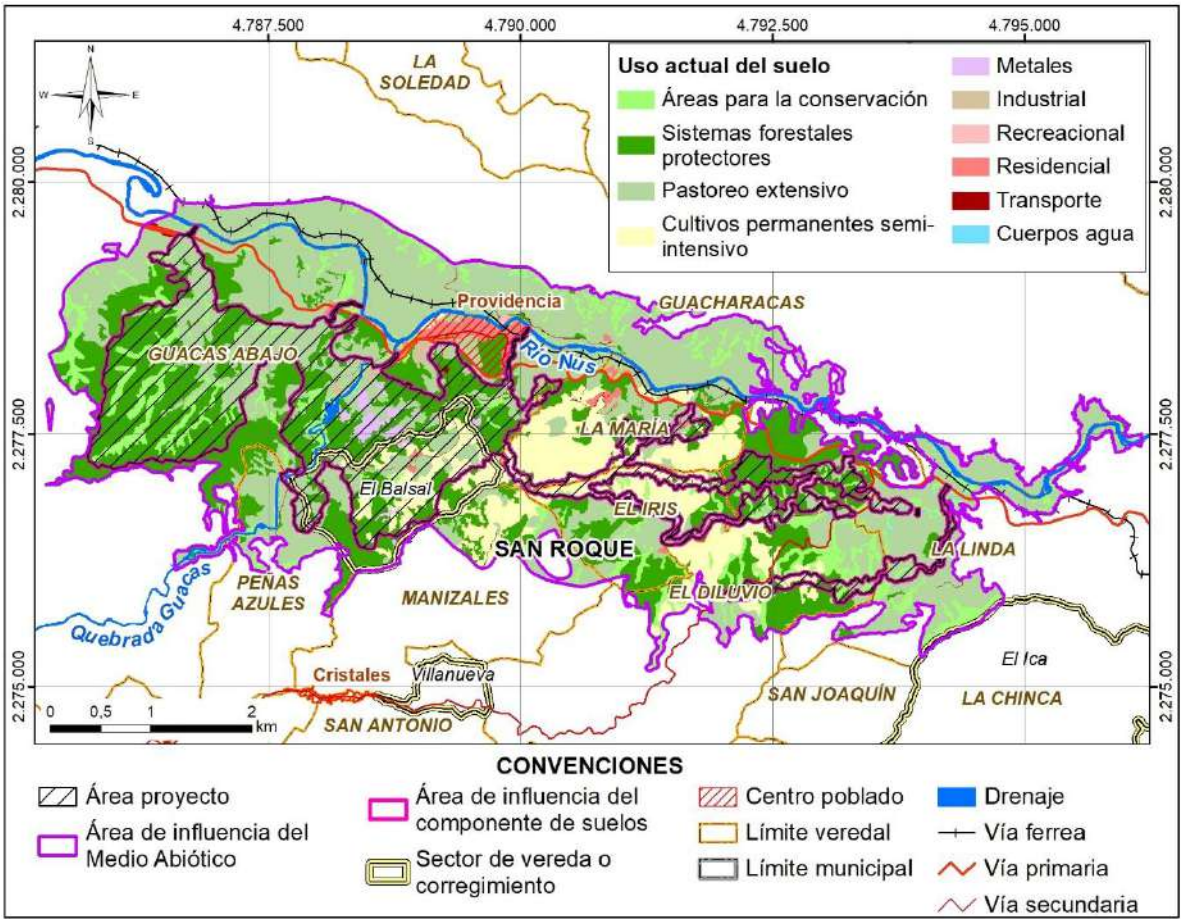


Figura 7.3.3.24 Uso actual del suelo

Fuente: Integral S.A., 2026

B. Calidad del Agua

Teniendo en cuenta que el rio Nus no cuentan con objetivos de calidad establecidos por CORANTIOQUIA, se recurre al Decreto 1076 de 2015 para evaluar el comportamiento de sus líneas base. Es de precisar que se acoge como escenario comparativo un uso del recurso hídrico asociado a la preservación de flora y fauna, elemento que según las condiciones observadas para la zona se considera adecuado (ausencia de otros tipos de aprovechamiento en el tramo de estudio). Dicho esto, se presenta en la Tabla 7.3.3.14 los parámetros y límites que corresponden al marco normativo antes mencionado y que son transversales a la Resolución 0631 de 2015 (límites máximos permisibles para las descargas de aguas residuales domésticas).

Tabla 7.3.3.14 Criterios de calidad adoptados para las quebradas

Parámetro (unidades)	Unidades	Objetivo
		Agua fría dulce
pH	Un. de pH	5,5-9,0
DQO	(mg O2/l)	N/A
DBO	mg O2/l	N/A
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	N/A
Sólidos Sedimentables	mg/l	N/A
Grasas y Aceites	mg/l	0.01*CL9650
Sustancias Activas de Azul de Metileno	mg/l	0,143*CL9650
Hidrocarburos Totales	mg/l	N/A
Ortofosfatos	mg $PO_{4\ 3-}$P/l	N/A
Fósforo Total	mg P/l	N/A
Nitratos	mg N-NO_3/l	N/A
Nitritos	mg N-NO_2/l	N/A
Nitrógeno Amoniacal	mg N NH_{3-} /l	N/A
Nitrógeno Total	mg N/l	N/A
Temperatura del agua (°C)	°C	N/A
Oxígeno Disuelto – OD (mg O2/l)	mg O_2/l	5
Nitrógeno Orgánico (mg N/l)	mg N/l	N/A
Fósforo Orgánico (mg P/l)	mg P/l	N/A

Fuente: Integral S.A. a partir del Decreto 1076 de 2015 y Resolución 0631 de 2015, Articulo2.2.3.3.9.10 (criterios de calidad para preservación de flora y fauna)

Vale la pena aclarar que según el Artículo 2.2.3.3.9.11 del decreto 1076 de 2015, el parámetro CL9650 (concentración letal para el 50% de los individuos a las 96 horas), debe de ser suministrado por la autoridad ambiental competente. En este orden de ideas este último parágrafo dictamina lo siguiente: "…corresponde a la Autoridad ambiental competente la realización de bioensayos que permitan establecer los valores de la CL9650 de los parámetros contemplados en el artículo anterior…". Este hecho es de especial relevancia ya que estas concentraciones no han sido determinadas para el rio Nus, por lo que los objetivos de calidad que se relacionan con las grasas y aceites y las sustancias activas al azul de metileno no son aplicables para el presente análisis, ya que es imposible calcular dentro del alcance del presente estudio los umbrales base que son requeridos para ambos criterios (parámetro CL9650).

Dicho esto, se realiza a continuación una breve descripción de la información que fue recopilada durante los aforos realizados en los meses de febrero y mayo de 2025 sobre 14 puntos de monitoreo a lo largo del rio Nus (ver sitios en la Figura 7.3.3.25).

Es importante resaltar que, el primero monitoreo del río Nus y sus tributarios se llevó a cabo durante tres días consecutivos (17, 18 y 19 de febrero), sobre cauce principal, el muestreo se dividió en dos tramos: el primero comprendió del punto N2 al N8, y el segundo, del N9 al N15. Esta metodología de muestreo segmentado explica las variaciones observadas en los registros de los algunos de los constituyentes entre un tramo y otro. Ver ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_CampanasMonitoreo.

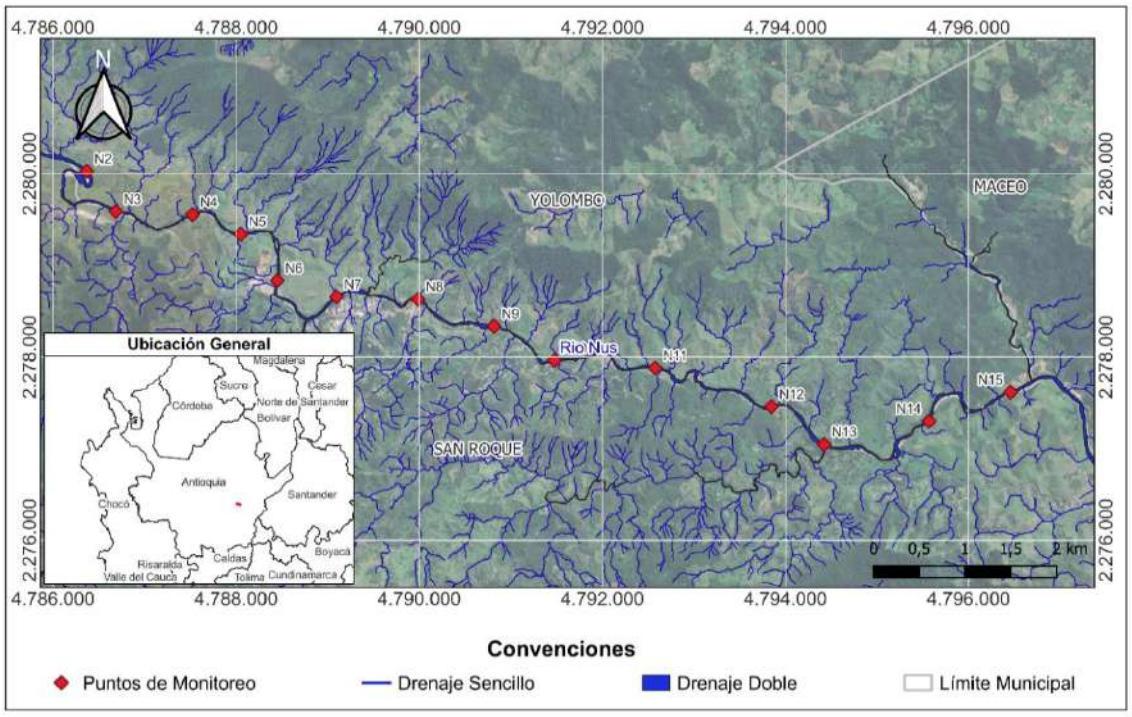


Figura 7.3.3.25 Ubicación de puntos de monitoreo

Fuente: Integral S.A., 2025

Respecto al pH del rio Nus se debe señalar que este indicador cumple con el criterio de calidad antes establecido, resaltando que para el tramo de estudio esta variable se encuentra dentro del rango de 6,5 y 9,0 (Ver Figura 7.3.3.26). Así mismo, se debe establecer que las concentraciones de las sustancias activas al azul de metileno (SAAM) e hidrocarburos totales, tienen sobre este cuerpo receptor concentraciones que son menores a los mínimos detectables por el laboratorio que los analiza. (0,10 mg SAAM/l – 8,0 mg HCT/l).

Con relación a las demás variables básicas, se debe destacar que, la temperatura promedio sobre los puntos de muestreo fue de 24,74°C, mientras que el oxígeno disuelto demostró tener valores por encima de los 6,50 mg O2/l de forma natural a lo largo del área de interés (magnitud que es superior a los 3 mg O2/l que suele ser dañina para la mayoría de las especies ícticas -Peña, 2007-). En cuanto a la DBO5 se debe mencionar que esta variable se ubicó en la mayoría de los puntos de monitoreo por debajo del límite detectable del laboratorio (4,20 mg/l) y registro lecturas máximas de hasta 4,23 mg/l; mientras que la DQO se encontró en un máximo de 33,10 mg/l.

El monitoreo de las diferentes formas de nitrógeno en el río Nus durante los periodos de febrero y mayo de 2025 evidencia que, en época seca (febrero), se registró un claro gradiente espacial donde los nitratos disminuyen progresivamente desde 1,33 mg/l en el punto N2 (tramo superior) hasta 0,45 mg/L en N8, y luego estabilizándose alrededor de 0,70

mg/l en los siguientes puntos. Esta distribución sugiere la presencia de fuentes de nitrógeno localizadas en la cabecera del río que son eficientemente diluidas y transformadas a medida que el agua avanza corriente abajo. El nitrógeno amoniacal presentó valores cuantificables solo en entre los puntos N2 y N4 (1,21 y 1,82 mg/L), mientras que en el resto del cauce se mantuvo en el límite de detección del laboratorio (1,00 mg/l). Es importante destacar que los valores constantes de 1.00 mg/L para nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico, así como 0,00-0,01 mg/L para nitritos, corresponden a límites de detección del laboratorio, por lo que representan concentraciones iguales o inferiores a estos umbrales.

Durante la transición a la época lluviosa (mayo), se observó una transformación significativa en el perfil de nitrógeno: los nitratos disminuyeron entre 25-60% en todos los puntos, mientras que el nitrógeno orgánico experimentó aumentos sustanciales (40-127%), alcanzando hasta 2,27 mg/L en N2. Este cambio estacional refleja el predominio de diferentes fuentes y procesos: en sequía dominan aportes puntuales/antrópicos (nitratos), mientras en lluvias aumentan los aportes difusos naturales de materia orgánica por escorrentía superficial.

El monitoreo de parámetros de fósforo durante febrero y mayo de 2025 revela que en la época seca (febrero), los fosfatos presentaron valores entre 0,06-0,16 mgP/l, siendo el punto N7 (0,16 mgP/l) el único que superó el umbral de 0,1 mgP/l comúnmente asociado a riesgo de eutrofización. La distribución espacial mostró valores relativamente homogéneos a lo largo del cauce, sin gradientes pronunciados que indiquen fuentes puntuales significativas. Sin embargo, en febrero predominó el fósforo orgánico en el punto N2 (0,77 mgP/l), mientras en los demás puntos ambas formas se mantuvieron por debajo de 0,13°mgP/l, sugiriendo que este valor aislado podría corresponder a un aporte localizado de materia orgánica. En contraste, durante la época lluviosa (mayo) se observó una reducción generalizada del 50-70% en todas las formas de fósforo, con fosfatos entre 0,03 mgP/L en todos los puntos monitoreados, esta disminución uniforme responde al efecto de dilución por aumento de caudal. Los valores de fósforo inorgánico (0,01-0,02 mg/L) y orgánico (0,01-0,04 mg/L) en mayo se encuentran en el rango considerado natural para ríos no impactados.

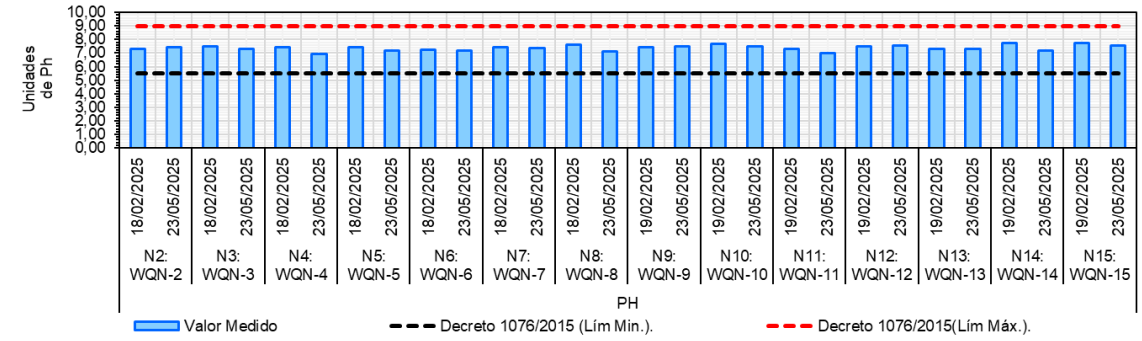
El monitoreo de coliformes totales y sólidos suspendidos totales (SST) en el río Nus durante febrero y mayo de 2025 muestran que: en febrero, las concentraciones de coliformes totales alcanzaron valores extremadamente elevados, desde 198,630 NMP/100mL en el punto N2 hasta un máximo de 473,000 NMP/100mL en N8. Esta contaminación presenta un patrón espacial particular, con los valores más altos concentrados en los tramos medios del río (N5 a N8) en lugar de las cabeceras, sugiriendo la presencia de fuentes puntuales de contaminación fecal localizadas en esta sección del cauce, posiblemente asociadas a vertimientos del corregimiento de Providencia- Antioquia y actividades ganaderas.

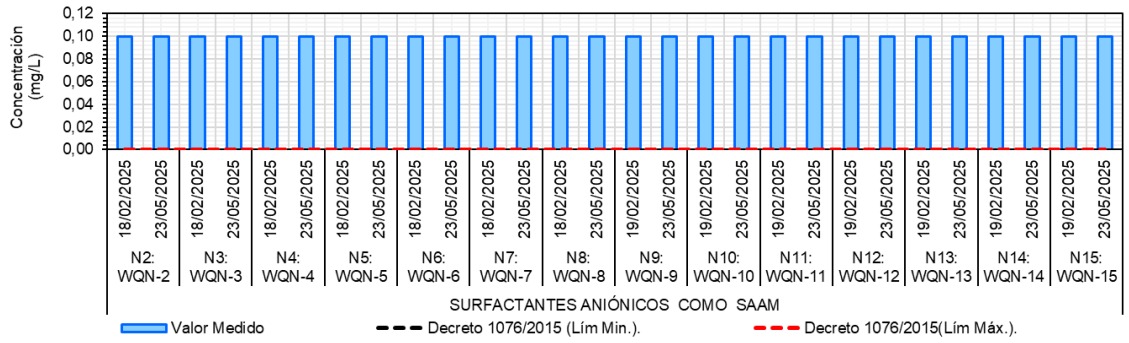
Paralelamente, los SST mostraron valores moderados en febrero (110-253 mg/L entre N2-N8) que disminuyen abruptamente en los tramos inferiores (13,4-26,3 mg/L entre N9 y N15), asociado a la programación de los monitoreos realizado en dos días distinto para estos dos tramos. La transición a la época lluviosa(mayo) de los coliformes y SST presentan un cambio en la calidad microbiológica, con reducciones del más del 90% de coliformes en algunos puntos (N11: de 387,300 a 24,2 NMP/100mL). Condición que podría ser respuesta

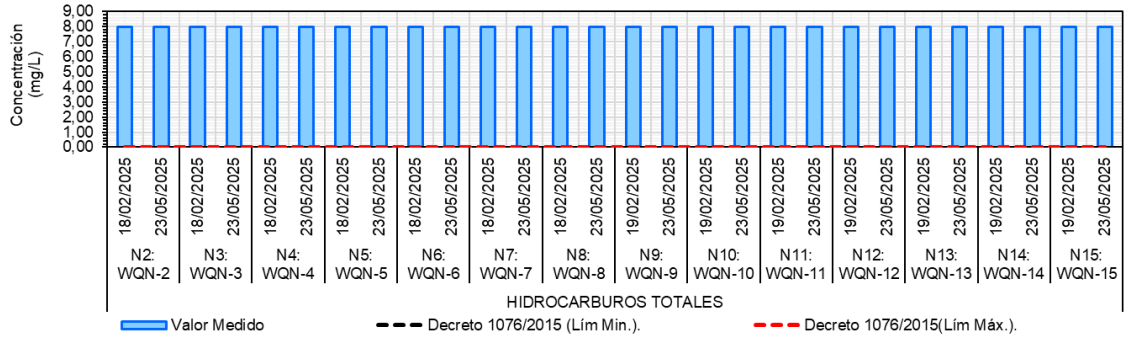
principalmente del efecto dilución por aumento de caudal. Los SST en mayo se mantuvieron bajos y relativamente homogéneos (entre 14 y 36 mg/L en todos los puntos).

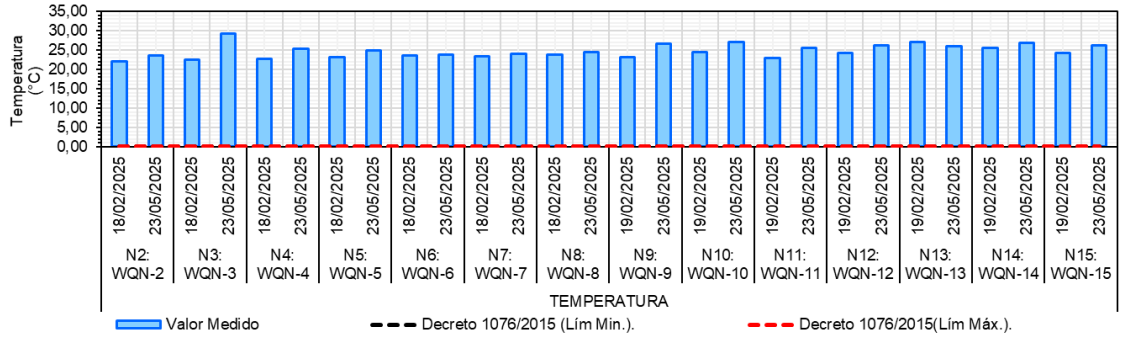
El patrón temporal observado indica que durante la época seca -cuando el agua es más escasa y potencialmente más utilizada- es cuando se presenta el mayor riesgo sanitario. La marcada diferencia entre épocas sugiere que las fuentes de contaminación fecal son constantes durante el año, pero sus impactos se magnifican cuando el caudal disminuye y se reduce la capacidad de dilución del sistema.

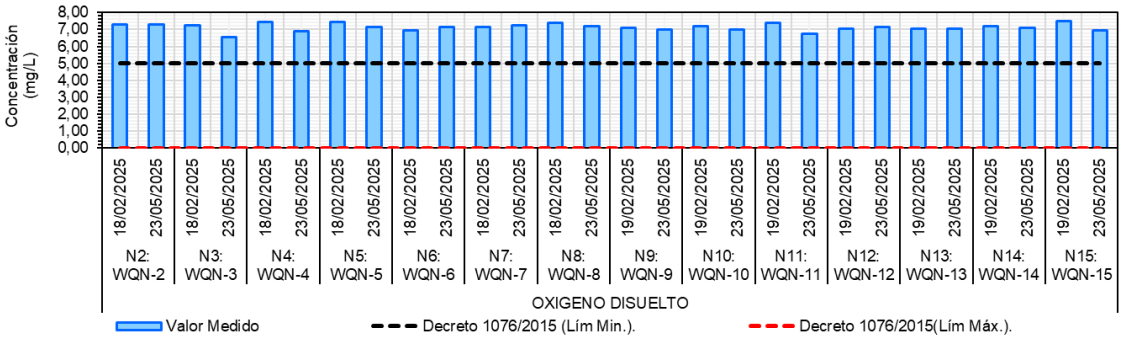
Bajo este contexto, se afirma que desde su línea base este cuerpo de agua presenta conformidad respecto a la normatividad y los parámetros que son verificables (pH y oxígeno disuelto), sin embargo, presenta marcadas fuentes de contaminación fecal, así como aportes puntuales/antrópicos en verano que aumenta el comportamiento de los nitrógenos.

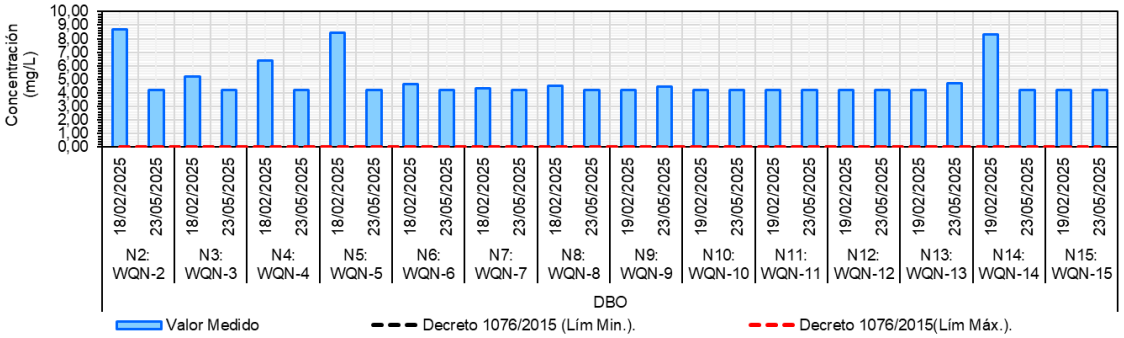


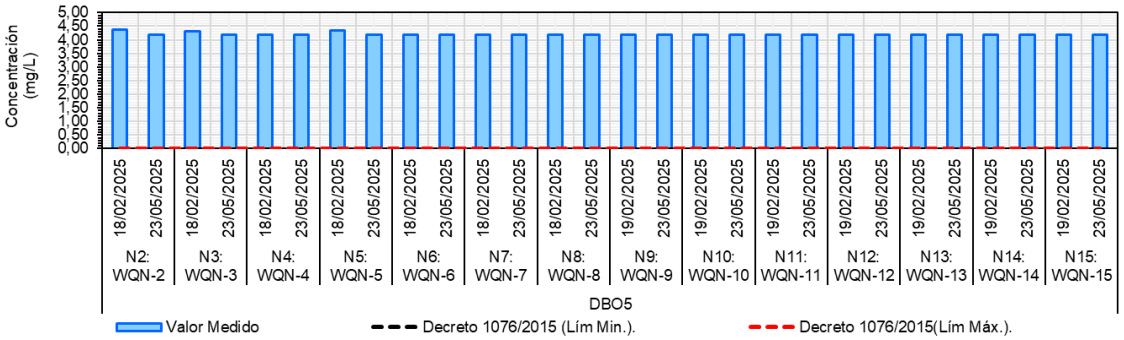


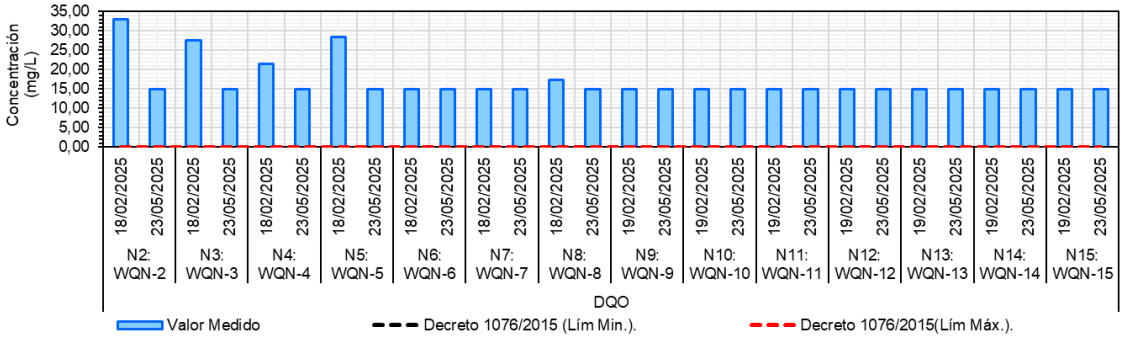


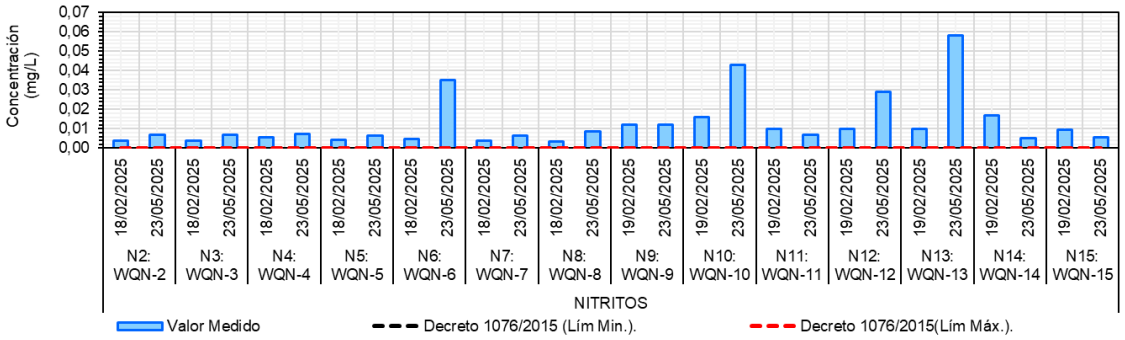

Temperatura (°C)
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
TEMPERATURA
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

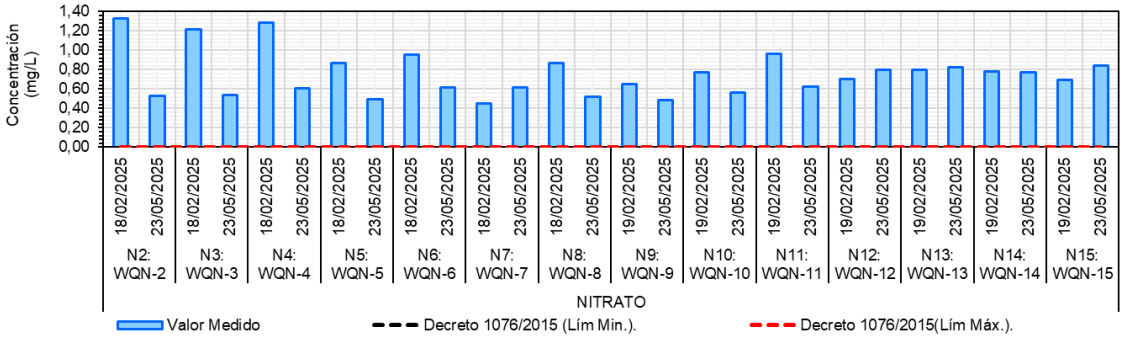

Concentración (mg/L)
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
OXIGENO DISUELTO
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

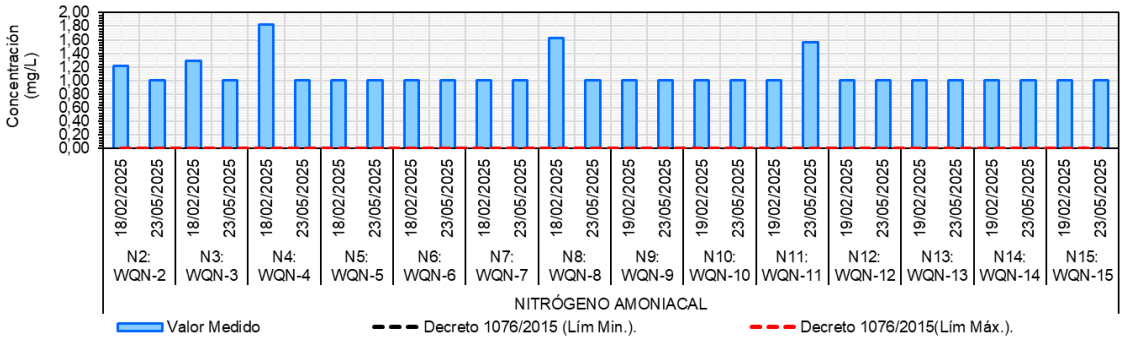

Concentración (mg/L)
10,00
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
DBO
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

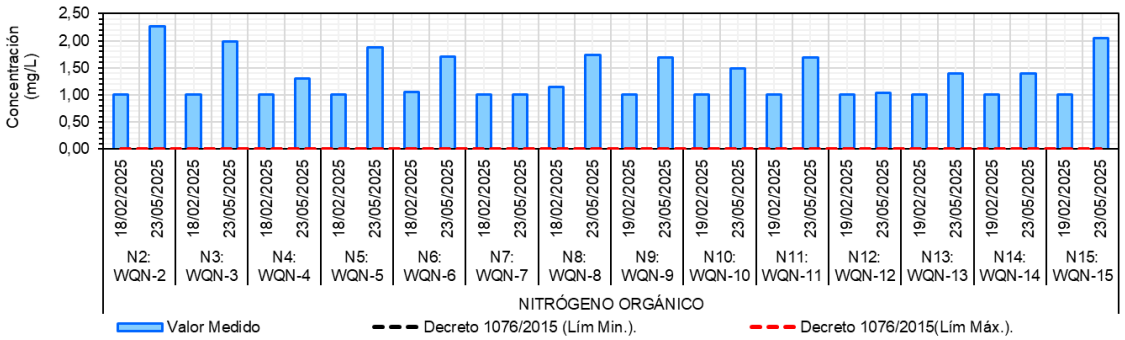

Concentración (mg/L)
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
DBO5
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

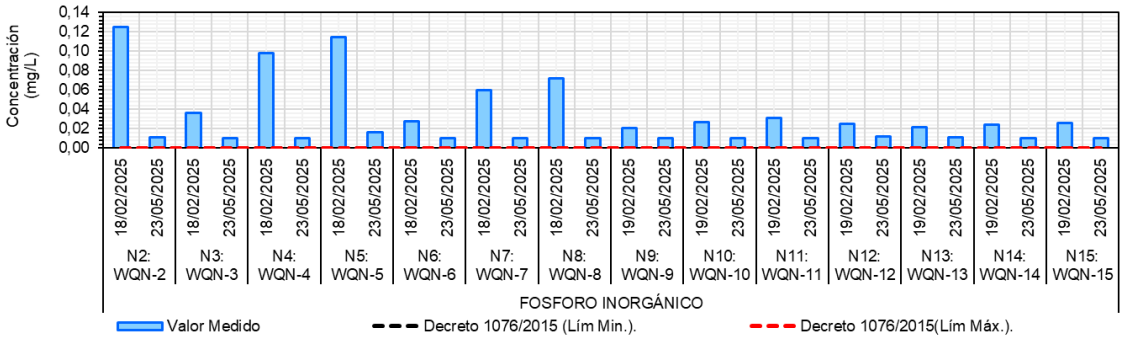

Concentración (mg/L)
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
DQO
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

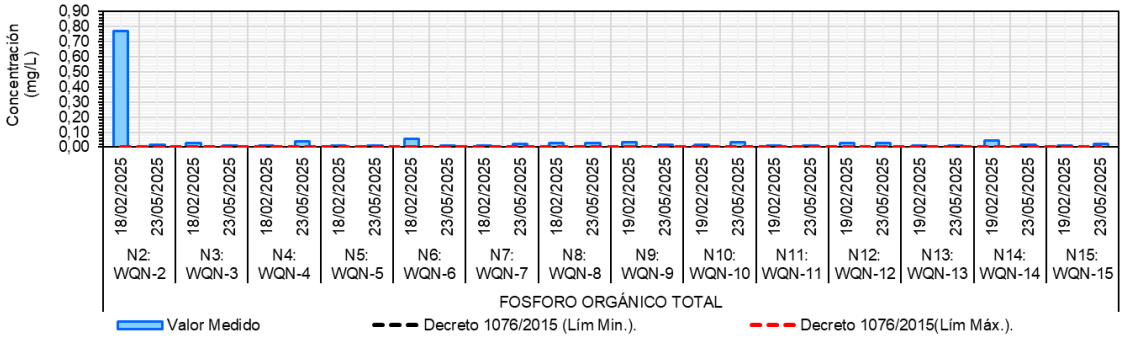

Concentración (mg/L)
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
NITRITOS
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

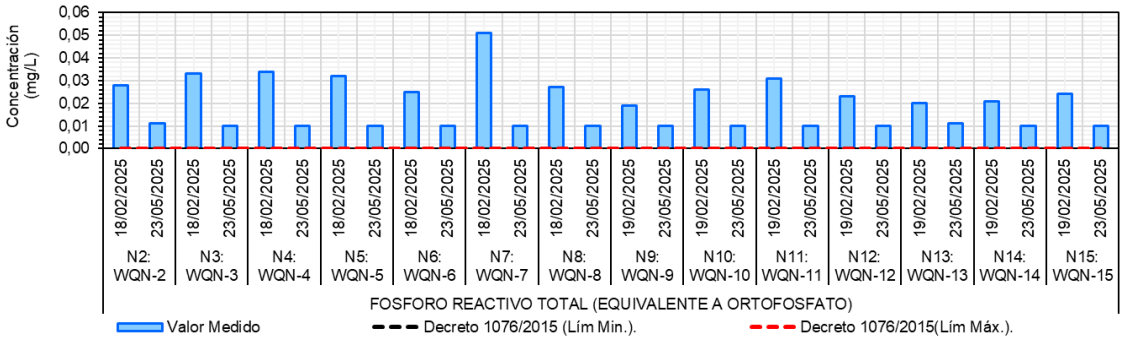

Concentración (mg/L)
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
NITRATO
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).


Concentración (mg/L)
2,00
1,80
1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
NITRÓGENO AMONIACAL
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).


Concentración (mg/L)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
NITRÓGENO ORGÁNICO
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).


Concentración (mg/L)
0,14
0,12
0,10
0,08
0,06
0,04
0,02
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
FOSFORO INORGÁNICO
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).


Concentración (mg/L)
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
FOSFORO ORGÁNICO TOTAL
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).


Concentración (mg/L)
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0,00
18/02/2025
23/05/2025
N2: WQN-2
N3: WQN-3
N4: WQN-4
N5: WQN-5
N6: WQN-6
N7: WQN-7
N8: WQN-8
N9: WQN-9
N10: WQN-10
N11: WQN-11
N12: WQN-12
N13: WQN-13
N14: WQN-14
N15: WQN-15
FOSFORO REACTIVO TOTAL (EQUIVALENTE A ORTOFOSFATO)
Valor Medido
Decreto 1076/2015 (Lím Min.).
Decreto 1076/2015(Lím Máx.).

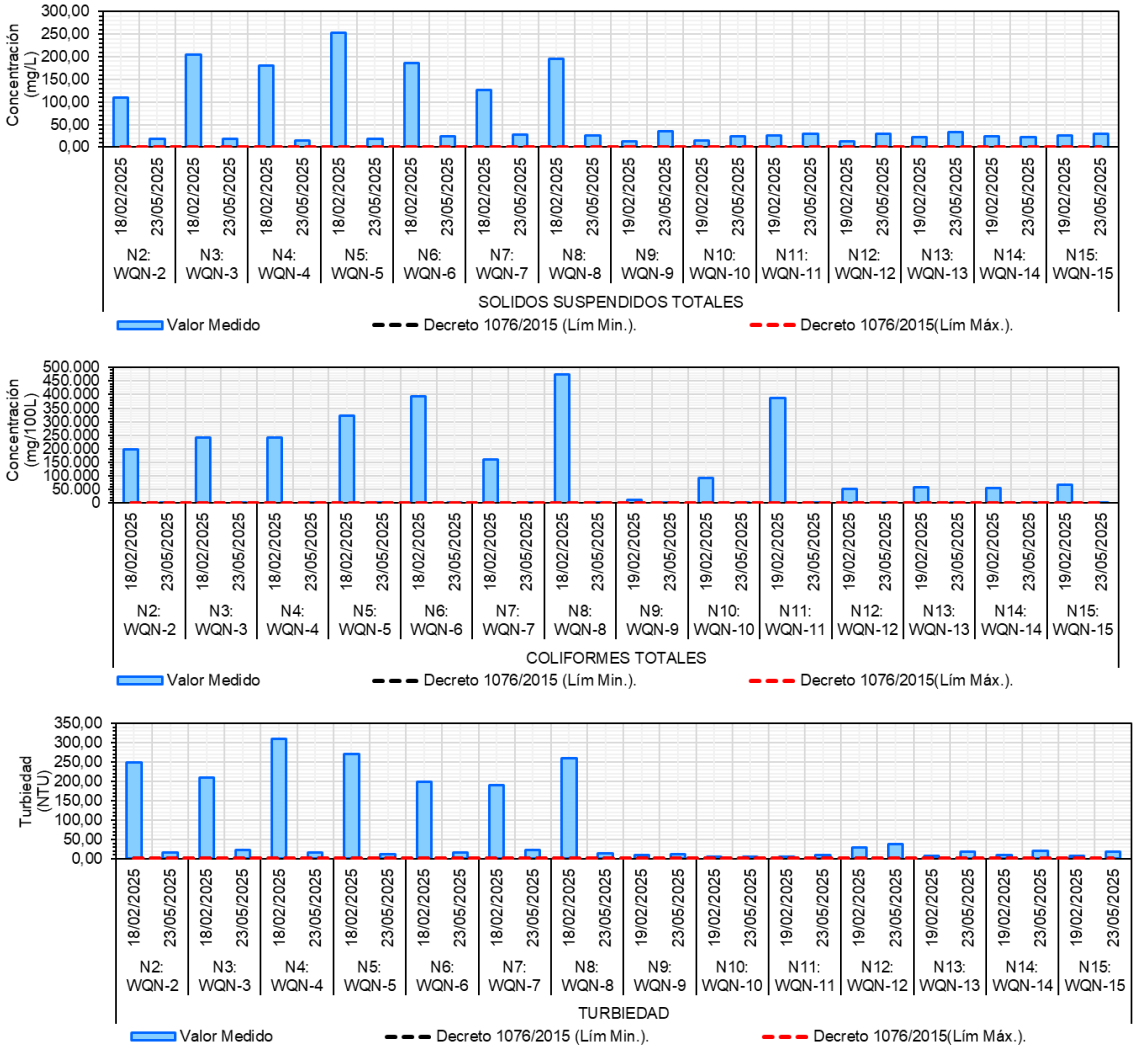


Figura 7.3.3.26 Variables de análisis de calidad de agua en el rio Nus

Nota: Es importante aclarar que aquellas gráficas donde el límite máximo está en un valor de cero quieren decir que no hay límites definidos por las entidades ambientales o en la legislación para dichos determinantes.

Fuente: Integral S.A., 2025

C. Usos del Agua

Para identificar los usos y usuarios dentro del área de influencia del medio abiótico se utilizó la información obtenida a partir del levantamiento de campo, del análisis del territorio con base en estudios previos como son: el Estudio de Impacto Ambiental (2015) y la Modificación de Licencia Ambiental (2018).

De acuerdo con el análisis de la información primaria y secundaria correspondiente a las áreas de influencia (tanto del medio abiótico como del grupo de componentes hidrología, lcalidad y usos del agua) para la modificación de licencia ambiental del proyecto de minería de oro a cielo abierto Gramalote, se identificó un traslape territorial con el municipio de San Roque y con la vereda Guacharacas, perteneciente al municipio de Yolombó. En consecuencia, las concesiones localizadas dentro del municipio de San Roque se encuentran bajo la jurisdicción de CORNARE, mientras que las ubicadas en la vereda Guacharacas, del municipio de Yolombó, corresponden a la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

En atención a ello, se elevaron consultas formales ante ambas autoridades ambientales para solicitar el registro actualizado de usuarios del recurso hídrico en sus respectivas jurisdicciones, mediante los radicados CE-02210-2025 del 7 de febrero de 2025 ante CORNARE y 160-COE2502-5646 del 13 de febrero de 2025 ante CORANTIOQUIA, respectivamente.

La identificación de los usuarios actuales se realizó con base en la información de concesiones proporcionada por CORNARE y CORANTIOQUIA, la cual fue complementada con fichas de levantamiento de usuarios del recurso hídrico aplicadas en el área de influencia o interacción con las obras y actividades de optimización del proyecto de minería de oro a cielo abierto Gramalote. Esta información se puede visualizar en la Figura 7.3.3.27 y se encuentra detallada en el capítulo 5.1.5.2 Usos del agua de caracterización.

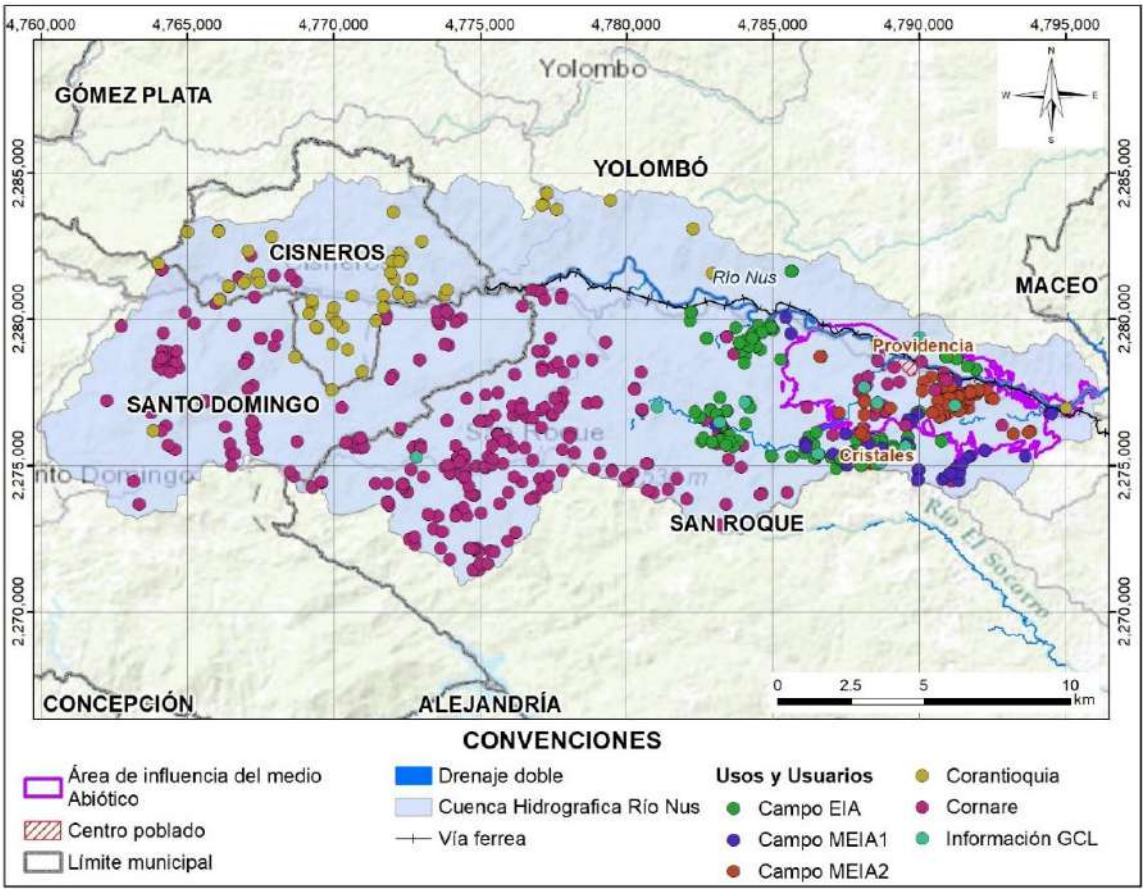


Figura 7.3.3.27 Usuarios identificados con información primaria y secundaria

Fuente: Integral S.A, 2025 a partir de información de Cornare, Corantioquia, EIA (2015), MEIA1 (2018)

D. Hidrogeología

Dentro del área de influencia del componente abiótico se clasificaron los cuerpos de agua superficial en virtud de su conexión hidráulica con las unidades hidrogeológicas para comprender como es la relación entre la recarga, los cuerpos de agua y las unidades hidrogeológicas. Y con el objetivo de revisar la fluctuación estacional se usaron los registros de los piezómetros asociados a cada cuerpo de agua. El proyecto ha realizado mediciones quincenales en piezómetros entre febrero y junio de 2015 y con esta información se analizaron las fluctuaciones de los niveles de agua, en piezómetros cercanos a cuerpos de agua. Los resultados a detalle se presentan en el capítulo 5.1.6 Hidrogeología de caracterización.

De manera general se puede decir que el agua subterránea se direcciona siguiendo las pendientes del terreno, en sentido principal de sur a norte. La tendencia del flujo se

direcciona hacía las corrientes superficiales, sugiriendo la posibilidad de que una parte del sistema hidrogeológico contribuye al aporte de agua a las corrientes superficiales, lo cual es confirmado por los niveles piezométricos que registran niveles en los depósitos aluviales del río Nus y la quebrada Guacas y quebrada Palestina.

Adicionalmente, la descripción litológica del rio Nus identifica que el sustrato es de tipo rocoso-arenoso. aunque en algunas partes hay presencia de limo. Aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Bella. se observan abundantes rocas que hacen parte del sustrato rocoso en este punto. formando playas arenosas sobre el costado izquierdo.

a. Inventario de puntos de agua

El principal objetivo del inventario de puntos de agua es obtener información básica del agua subterránea, que permita el entendimiento de los flujos en el área de influencia del medio abiótico del proyecto.

El inventario de puntos de agua se llevó a cabo en dos campañas de campo, la primera realizada entre el 23 y 28 de enero, y la segunda entre el 17 y 19 de febrero del 2025. Dentro del área de influencia del medio abiótico se llevó a cabo el levantamiento de los puntos hidrogeológicos como son manantiales, aljibes y piezómetros.

En total, fueron visitados 125 puntos hidrogeológicos, correspondientes a un aljibe, un reservorio artificial de agua, 73 manantiales y 52 piezómetros.. Ver Figura 7.3.3.28.

En el ANEXOS_CARACTERIZACION_HIDROGEOLOGIA_AXO_InvePAgua se encuentran los respectivos formatos FUNIAS debidamente diligenciados.

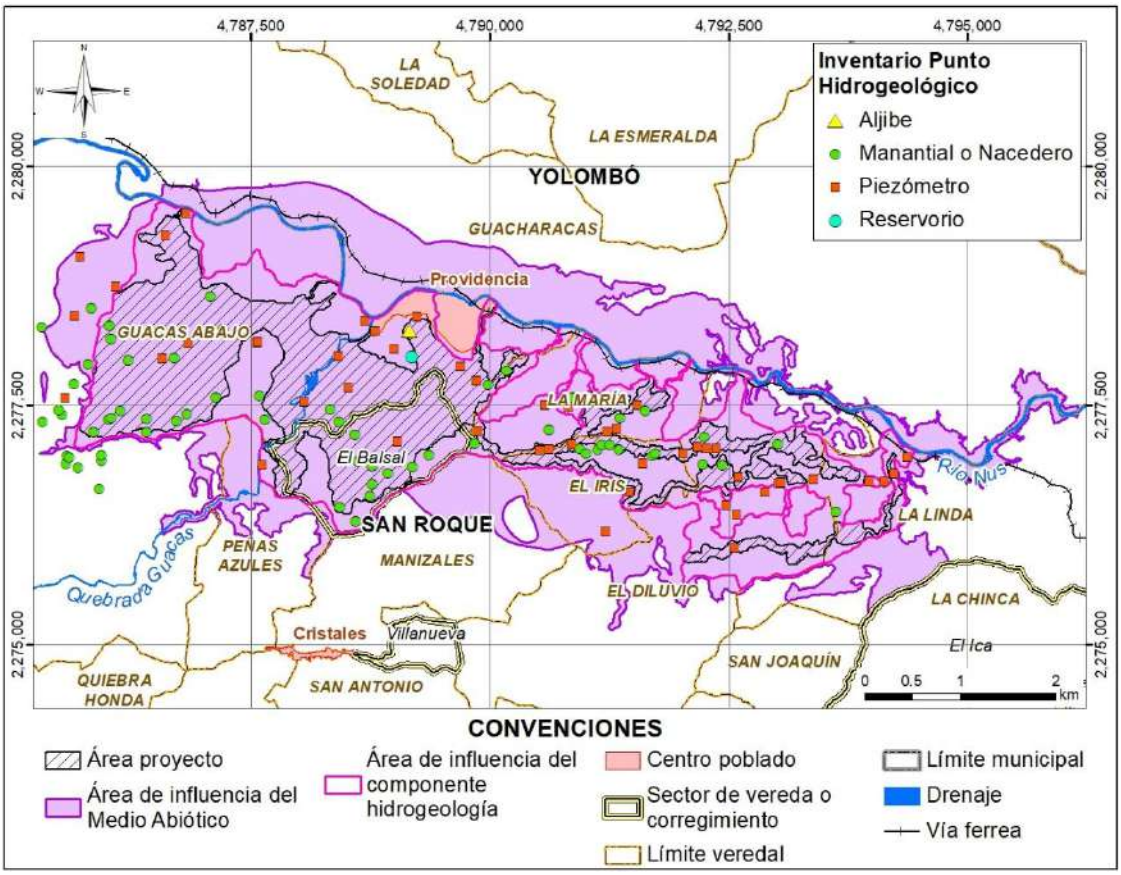


Figura 7.3.3.28 Inventario de puntos de agua realizado enero y febrero del 2025

Fuente: Integral S.A., 2026

En el área de estudio se identificó un aljibe que suministra agua para las actividades domesticas del campamento de Gramalote “La Mayoría”. En la Fotografía 7.3.3.1 se muestra el aljibe en mención.

Fotografía 7.3.3.1 Aljibe localizado en el campamento La Mayoría

Fuente: Integral S.A. 2025

También, dentro del pare de estudio fueron levantados 67 manantiales, de los cuales siete (7) son estacionales, dado que en esta inspección se encontraban secos, tres (3) en el predio de Las Margaritas no se visitaron debido a que no se cuenta con permiso de ingreso y cuatro (4) no pudieron ser visitados teniendo en cuenta las condiciones topográficas y boscosas. Así mismo también se identificó un reservorio artificial de agua, localizado en las inmediaciones del campamento la Mayoría, cerca al Aljibe.

7.3.3.3.3 Medio biótico

A. Ecosistemas acuáticos

En el marco de la modificación de licencia ambiental del proyecto de minería de oro a cielo abierto Gramalote se realizó la caracterización de las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados y peces, durante dos periodos hidrológicos contrastantes (lluvia abril - mayo de 2025 y seco diciembre - enero de 2025) en 43 puntos dentro del área de influencia de este componente. De estos puntos, tres resultaron no efectivos al encontrarse secos durante las dos campañas de muestreo: AM01, AN06 y P09. El detalle de los monitoreos, en el que se presentan las técnicas, esfuerzos y registros fotográficos, se presenta en ANEXOS_CARACTERIZACION_ ECOACUATICOS. La ubicación de los puntos se presenta en la Figura 7.3.3.29.

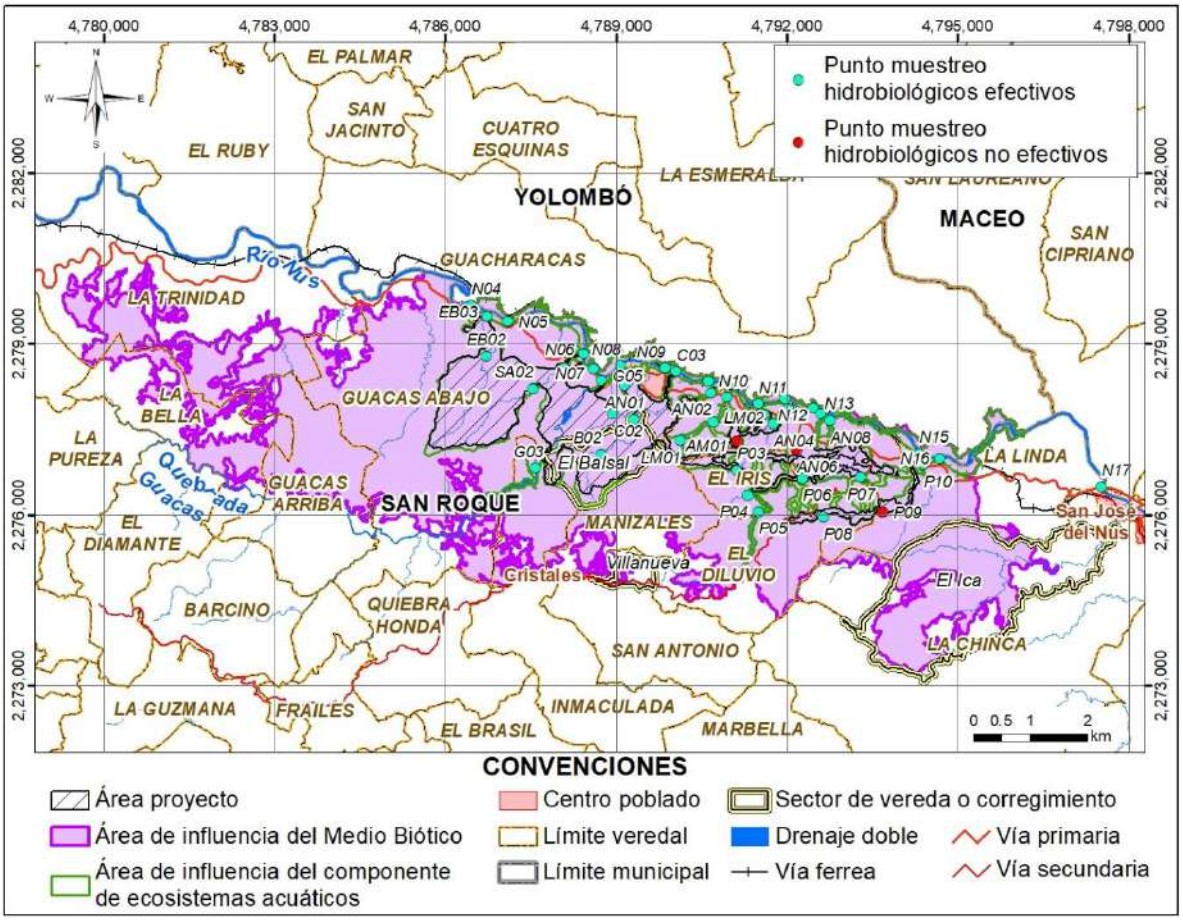


Figura 7.3.3.29 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de comunidades hidrobiológicas

Fuente: Integral S.A. 2026

B. Ecosistemas terrestres

La identificación y delimitación de los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia del componente biótico, se realizó mediante la integración de los componentes climático, geopedológico, de coberturas de la tierra, unidades bióticas y regionalización biogeográfica, siguiendo el procedimiento establecido en la memoria técnica del IDEAM (2017).

Como resultado de este ejercicio se identificaron tres biomas representados en el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia – MEC (2024): Helobioma Nechí–San Lucas, Hidrobioma Nechí–San Lucas y Orobioma Subandino Nechí–San Lucas.

Finalmente, la delimitación de los biomas fue integrada con la capa ajustada de coberturas de la tierra, obteniéndose las unidades ecosistémicas finales presentes en el área de influencia biótica. Este cruce permite diferenciar cada ecosistema mediante la combinación

entre la cobertura actual y el bioma en el cual se encuentra, de conformidad con la estructura metodológica establecida por el IDEAM.

Este insumo se complementó con la capa nacional de zonas de vida, y los cruces espaciales realizados fueron restringidos al área de influencia biótica, lo que permitió identificar dos (2) zonas de vida.

La primera zona de vida corresponde al bosque húmedo tropical (bh-T), esta presenta la mayor extensión en el área de influencia biótica con un total de 4.058,86 ha (83,81%). Esta zona de vida se caracteriza por un clima cálido y precipitaciones abundantes durante todo el año, además de albergar algunos de los bosques más densos y biodiversos. (Masbosques, 2025).

Por otro lado, el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) cuenta con 784,06 ha (16,19%) dentro del área de influencia del componente biótico. Esta zona de vida se caracteriza por mayores precipitaciones durante todo el año, vegetación perenne y con epifitismo abundante (Masbosques, 2025) (véase la

Figura 7.3.3.30).

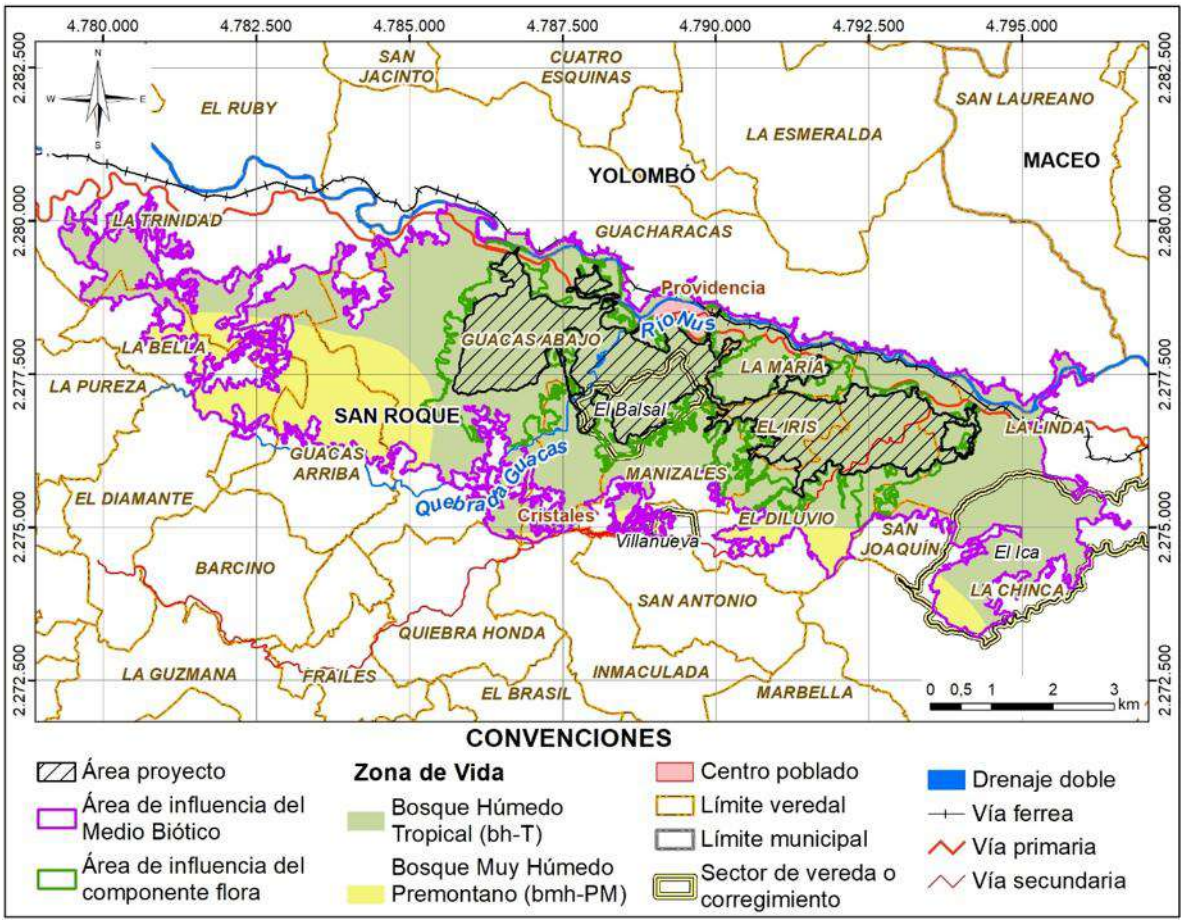


Figura 7.3.3.30 Zonas de vida en el área de influencia biótica

Fuente: Integral S.A. 2026

Por otro lado, al analizar los biomas, el primero corresponde al Helobioma Nechí-San Lucas, con una extensión de 41,96 ha, lo que representa el 0,86% del área total. Los helobiomas se caracterizan por presentar condiciones de mal drenaje, encharcamientos permanentes o periodos prolongados de inundación. Generalmente, están asociados a coberturas terrestres como turberas y zonas pantanosas. A nivel nacional, estos ecosistemas abarcan 18.441.068,90 ha, equivalentes al 16,1% del territorio continental (IDEAM, 2024).

El segundo bioma corresponde al Orobioma Subandino Nechí-San Lucas, que domina ampliamente el área de influencia biótica con una cobertura de 4.761,56 ha, equivalente al 98,32% del área total, este bioma se ubica en una franja altitudinal que va desde los 800 hasta los 1.800 msnm., y se caracteriza por pertenecer al piso climático templado y presentar diversas condiciones de humedad: húmedo, semihúmedo y superhúmedo. A escala nacional, el orobioma subandino ocupa 10.483.075,90 ha, lo que corresponde al 9,15% del territorio colombiano (IDEAM, 2024).

Finalmente, se identificó la presencia del Hidrobioma Nechí-San Lucas, asociado a cuerpos de agua permanentes, como el río Nus. Este bioma incluye coberturas clasificadas como lagunas, lagos, ciénagas, vegetación acuática sobre cuerpos de agua, ríos y áreas con ambientes edafogenéticos propios de cuerpos de agua, según la cobertura de la tierra Corine Land Cover (CLC) (IDEAM, 2024). En el área de influencia, el hidrobioma tiene una extensión de 39,40 ha, lo que representa el 0,81% del área total (véase la

Figura 7.3.3.31)

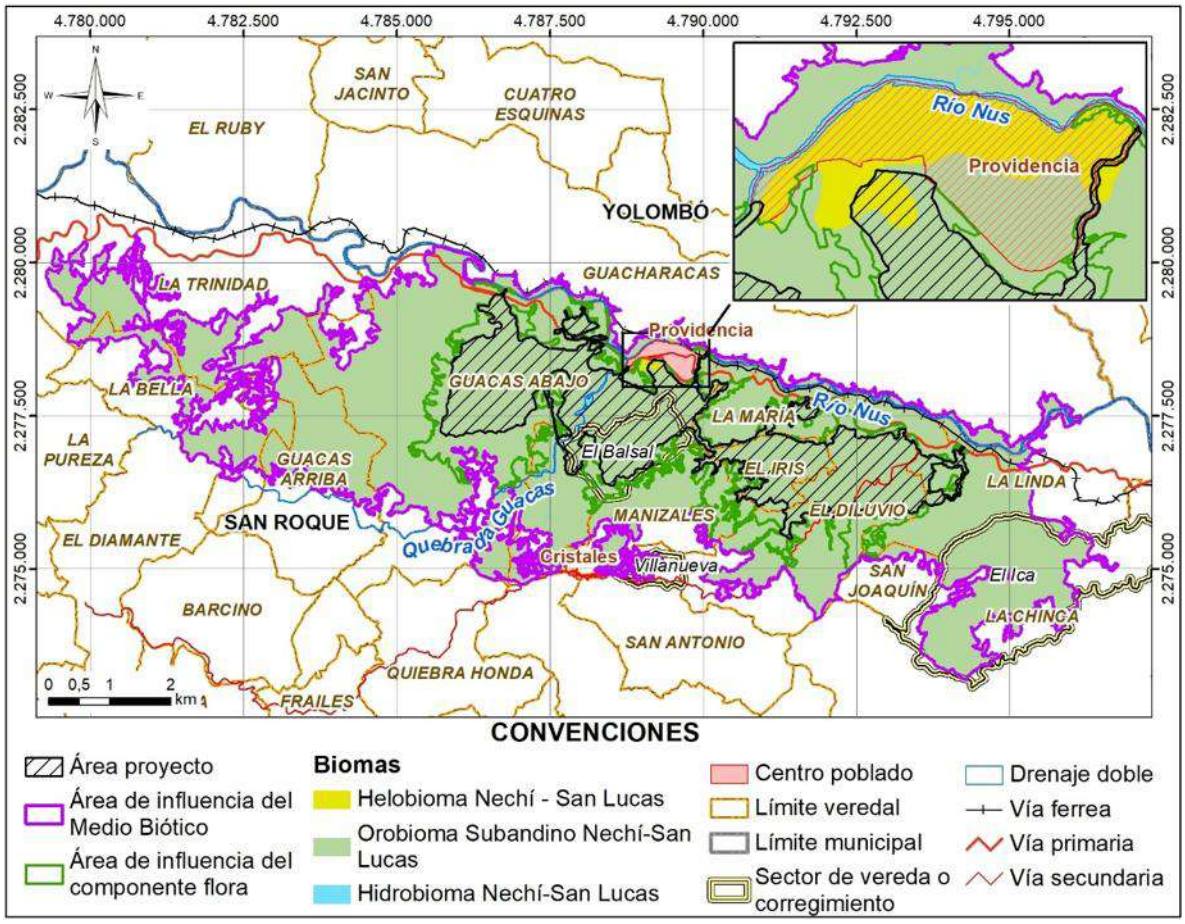


Figura 7.3.3.31 Biomas presente en el área de influencia biótica.
Fuente: Integral S.A. 2026

7.3.3.3.4 Medio socioeconómico

En el área de influencia del sistema de vertimiento, se identificó como principal centro poblado el corregimiento de Providencia, cuya captación de agua para consumo humano se localiza sobre la quebrada Guacas, afluente del Río Nus.

Es importante destacar que, de acuerdo con la configuración del modelo de calidad de agua y la ubicación georreferenciada de las infraestructuras de vertimiento (sedimentadores El

Banco, San Antonio, La Colorada y PTAR), la captación de Providencia no se vería afectada en ningún escenario de contingencia, ya que sus puntos de descarga se localizan aguas abajo de la confluencia con otros afluentes y no intervienen directamente en la cuenca de la quebrada Guacas.

Adicionalmente, los resultados de la modelación hidrodinámica y de calidad de agua indican que, incluso ante un eventual escenario de vertimiento sin tratamiento, la pluma de contaminación es prácticamente nula debido a la inmediata dilución de los efluentes en el cauce receptor. De manera conservadora, se estimó una longitud de mezcla completa inferior a 50 m aguas abajo de cada punto de descarga, distancia tras la cual las concentraciones se homogenizan y se integran plenamente al flujo del río sin generar alteraciones detectables en el perfil de calidad del agua. Lo anterior implica que no se esperan afectaciones sobre posibles usos aguas abajo (captaciones para consumo humano, abrevadero de animales, riego o recreación), dado que la capacidad de asimilación del Río Nus y sus tributarios es suficientemente robusta para diluir las cargas proyectadas.

7.3.3.4 Proceso de conocimiento del riesgo

7.3.3.4.1 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de amenazas

A. Amenazas naturales del área de influencia

A continuación, se identifican y describen los factores de riesgo socio-naturales que podrían generarse durante el funcionamiento de los sistemas de tratamiento. En este análisis se incluyen los riesgos naturales que tienen su origen en procesos de la misma naturaleza y comprende fenómenos naturales como terremotos, tsunamis, tormentas, erupciones volcánicas, fuertes granizadas. Se consideran los riesgos socio naturales como el resultado de la interacción entre una sociedad con su ambiente natural, normalmente en condiciones tipificadas de degradación ambiental o de inadaptabilidad al entorno.

a. Sismicidad

Movimientos telúricos que puedan generarse en el área de influencia del Proyecto como consecuencia de la implementación de explosivos y voladuras para extracción de material. Pueden generar efectos de distinto alcance e importancia, según su magnitud, tales efectos podrían ser: rompimiento de tuberías o avería de las unidades de tratamiento, falla o ruptura de los terraplenes de los sedimentadores o la presa de colas.

b. Generación de drenaje acido

La exposición de la roca triturada al aire y al agua facilita procesos microbianos y la oxidación de minerales sulfurosos, lo cual produce drenaje ácido. Este drenaje se caracteriza por un pH ácido, alcalinidad baja, concentraciones elevadas de sulfuros, metales (disueltos y totales) y sólidos disueltos totales.

c. Deslizamientos

La ocurrencia de los deslizamientos depende de factores naturales como son: la clase de roca y suelos, topografía, presencia de la fracturas o grietas en la roca, precipitación y actividad sísmica, así como de factores humanos como: la deforestación, cortes en laderas (taludes), falta de canalización de aguas, presencia de obras de infraestructura, uso inadecuado del suelo, implementación de explosivos y voladuras entre otros.

d. Inundaciones

Las inundaciones se pueden presentar principalmente por el exceso de precipitaciones en el área de influencia del proyecto, sin embargo, también se puede presentar como consecuencia de actividades humanas como lo es la impermeabilización del suelo, que impide la absorción del agua, y la atenuación de los picos de caudales que llegan a los cauces.

También se pueden presentar por la ocupación de los cauces por construcciones que reducen la sección hidráulica y la llanura de inundación del cuerpo de agua. Esto puede generar el aumento del nivel del agua y modifica las velocidades de flujo y por ende la dinámica fluvial.

La última probabilidad es las inundaciones generadas por el rompimiento de las presas, y aunque es una probabilidad menor, la rotura de las presas de los sedimentadores, liberaría el agua almacenada generando inundaciones, las cuales tienen niveles de inundación en función de los volúmenes almacenados.

e. Incendios forestales

Algunos factores naturales pueden influir en la ocurrencia de incendios forestales, como lo son la temperatura, el viento, las precipitaciones, la humedad relativa y la naturaleza fisicoquímica de la vegetación involucrada, además de los factores topográficos. Estos factores se pueden agravar por parte del descuido de las zonas propensas a incendios por parte de las personas que habitan estos lugares; los descuidos humanos pueden ser por accidente, intencionalidad o negligencia. Al presentarse un incendio en el área de obras del proyecto, se pueden averiar las redes colectoras y los sistemas de tratamiento para aguas residuales.

B. Amenazas operativas o amenazas asociadas a la operación del sistema de gestión del Vertimiento

A continuación, se identifican y describen los factores de riesgo por el vertimiento sobre el medio natural, de agua sin tratar. En este análisis se incluyen los riesgos de pérdidas o afectación al medio natural cuando el vertimiento no pueda ser tratado.

Estos factores se asociación a aquellos que pueden generar el vertimiento de agua residual sin tratar.

a. Ineficiencia de los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica (ARD)

Cuando alguna de las unidades que conforman el sistema de tratamiento de aguas residuales no cumple totalmente su función, ya sea por fallas estructurales o por algún elemento externo que lo perjudique (como por ejemplo obstrucción por residuos sólidos), la eficiencia de remoción se disminuye, ocasionando el vertimiento hacia la fuente receptora con una carga de contaminantes que no cumple con lo establecido en la normatividad ambiental. Este factor de riesgo se presenta cuando no se realiza el debido seguimiento al funcionamiento de los sistemas de tratamiento ni el debido mantenimiento de estos sistemas.

b. No suspensión del vertimiento cuando la eficiencia del sistema no cumple la normatividad ambiental para agua residual doméstica (ARD)

Según el factor de riesgo presentado anteriormente, cuando el sistema de tratamiento no es eficiente, se debería suspender el vertimiento a las fuentes de agua superficial; sin embargo, es posible que este vertimiento no se suspenda, por falta de la gestión oportuna del personal encargado de los sistemas de tratamiento en el Proyecto.

c. No suspensión del vertimiento cuando el vertimiento proveniente de los sedimentadores no cumple con la normatividad ambiental para agua residual industrial (ARI)

Los sedimentadores tienen la función de controlar la concentración de sedimentos en el agua captada por drenajes y los canales de desviación. Los sedimentadores recolectan agua contactada en el caso que las infiltraciones no cumplan con los requerimientos mínimos de calidad establecidos por la autoridad para ser descargados y sea necesario tratarla antes de realizar su descarga al Río Nus. El caudal captado en los diferentes sedimentadores será bombeado hacia el sedimentador de la planta de procesos y después podrán ser bombeadas a la planta de beneficio o descargadas al río Nus. Sin embargo, debido a fallas estructurales o afectación de los sistemas de tratamiento (incluido en el análisis de los riesgos internos (tecnológicos), se podrían realizar vertimientos que no cumplan con la normatividad ambiental vigente.

C. Amenazas por condiciones socioculturales y de orden público

Las amenazas de origen antrópico corresponden al peligro latente producido por la actividad humana en la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios, así como el uso de la infraestructura y edificios (UNGRD, 2017).

Los problemas de orden público y social pueden estar asociados a problemas sociales ajenos al proyecto como lo son la presencia de diferentes grupos al margen de la ley, los cuales pueden alterar el orden y propiciar eventos de sabotaje o atentados hacia el proyecto, afectando las obras, la infraestructura, la maquinaria, las vías e incluso el personal.

Adicional a esto, se pueden presentar problemas desencadenados directamente por la intervención del proyecto en la región, como lo son los paros cívicos, huelgas o protestas como reacción del personal o la comunidad del área de influencia, a causa de alguna inconformidad frente al proyecto.

Las áreas de mayos susceptibilidad ante la amenaza de orden público y social corresponde con las vías de acceso al proyecto, la infraestructura que aloja al personal y las áreas de almacenamiento de sustancias químicas, lo cual se le asigna un nivel de amenaza media, mientras que la zona directa de intervención de los vertimientos se encuentra sobre una zona sin amenazas por orden público, tal como se muestra en la Figura 7.3.3.32

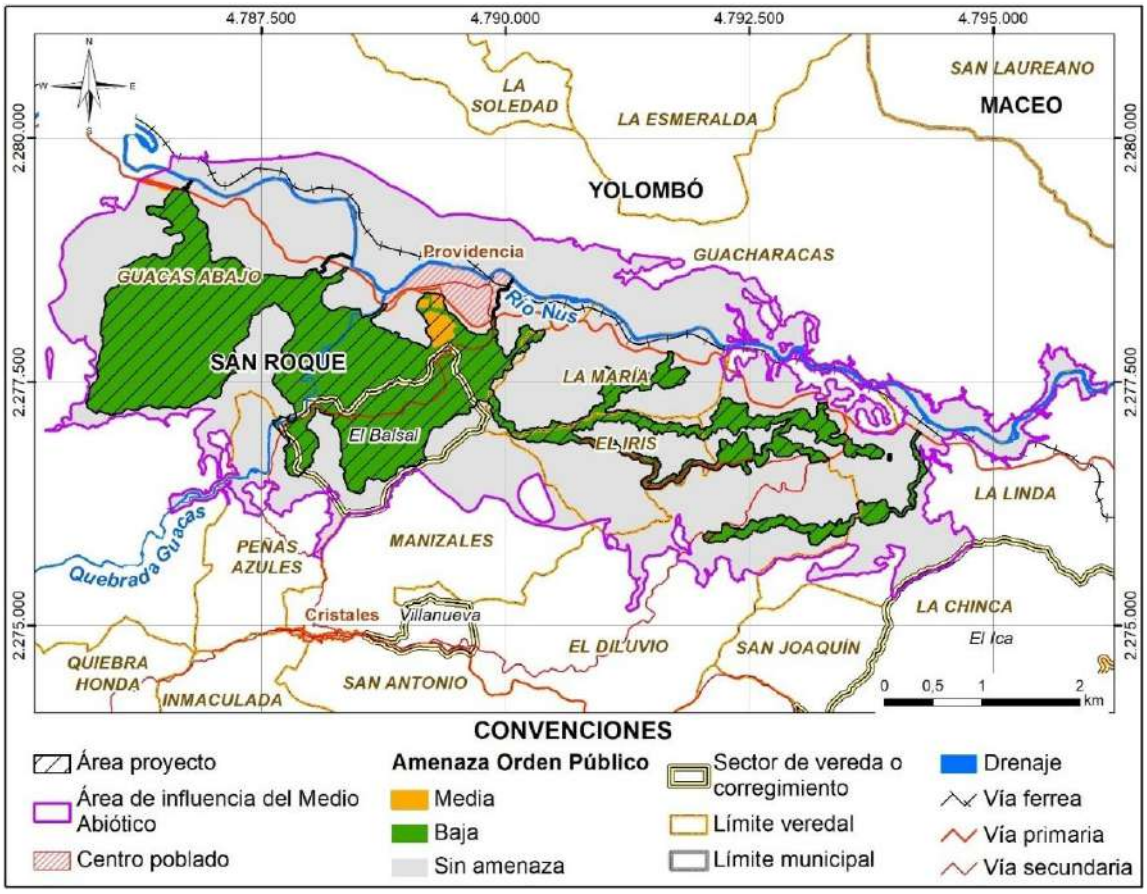


Figura 7.3.3.32 Amenaza ante orden público y social

Fuente: Integral S.A. 2025

7.3.3.4.2 Valoración de la amenaza y la vulnerabilidad por escenario

Con el fin de valorar la amenaza y vulnerabilidad para cada uno de los eventos identificados anteriormente, entre la Tabla 7.3.3.15 Calificación de la amenaza por eventos de origen

naturalTabla 7.3.3.15 y la Tabla 7.3.3.18 se le asignan los valores de acuerdo con la metodología propuesta.

Tabla 7.3.3.15 Calificación de la amenaza por eventos de origen natural

Amenaza	Calificación de la Amenaza							
	Categoría			Puntaje			Amenaza	
	P	I	D	P	I	D	Rango	Valor
Sismicidad	Media	Media	Mediana	2	2	2	8	2
Deslizamientos	Media	Baja	Mediana	2	1	2	4	1
Generación de drenaje ácido	Baja	Baja	Larga	1	1	3	3	1
Inundaciones	Baja	Media	Mediana	1	2	2	4	1
Incendios forestales	Media	Alta	Mediana	2	3	2	12	3

Fuente: Integral S.A., 2026

Tabla 7.3.3.16 Calificación de la vulnerabilidad por eventos de origen natural

Amenaza	Elementos afectados	Calificación de la Vulnerabilidad	
		Categoría	Puntaje
Sismicidad	Personas lesionadas	Baja	1
	Interrupción en el sistema de tratamiento.	Media	2
	Pérdida de equipos.	Baja	1
	Daño de equipos.	Baja	1
	Calidad del recurso suelo	Media	2
	Calidad del agua superficial	Media	2
Deslizamientos	Personas lesionadas	Media	2
	Interrupción en el sistema de tratamiento.	Media	2
	Pérdida de equipos.	Media	2
	Daño de equipos.	Media	2
	Calidad del recurso suelo	Media	2
	Calidad del agua superficial	Media	2
Generación de drenaje acido	Personas	Baja	1
	Recurso suelo	Baja	1
	Agua superficial	Media	2
Inundaciones	Personas lesionadas	Baja	1
	Interrupción en el sistema de tratamiento.	Media	2
	Pérdida de equipos.	Media	2
	Daño de equipos.	Media	2
	Calidad del recurso suelo	Media	2
	Calidad del agua superficial	Media	2
Incendios forestales	Personas lesionadas	Media	2
	Interrupción en el sistema de tratamiento.	Media	2
	Pérdida de equipos.	Media	2
	Daño de equipos.	Media	2
	Calidad del recurso suelo	Media	2
	Calidad del agua superficial	Media	2

Fuente: Integral S.A., 2026

Tabla 7.3.3.17 Calificación de la amenaza por vertimientos sin tratamiento previo

Amenaza	Calificación de la Amenaza							
	Categoría			Puntaje			Amenaza	
	P	I	D	P	I	D	Rango	Valor
Ineficiencia de los sistemas de tratamiento de agua residual (ARD)	Baja	Media	Mediana	1	2	2	4	1
No suspensión del vertimiento cuando la eficiencia del sistema no cumple la normatividad ambiental. (ARD)	Baja	Media	Mediana	1	2	2	4	1
No suspensión del vertimiento cuando el vertimiento proveniente de los sedimentadores no cumple con la normatividad ambiental (ARI)	Baja	Alta	Mediana	1	3	2	6	2

Fuente: Integral S.A., 2026

Tabla 7.3.3.18 Calificación de la vulnerabilidad por vertimientos sin tratamiento previo

Amenaza	Elementos afectados	Calificación de la Vulnerabilidad	
		Categoría	Puntaje
Ineficiencia de los sistemas de tratamiento de agua residual (ARD)	Salud humana	Media	2
	Calidad del recurso suelo	Baja	1
	Calidad del agua superficial	Baja	1
	Comunidades Hidrobiológicas	Baja	1
No suspensión del vertimiento cuando la eficiencia del sistema no cumple la normatividad ambiental (ARD)	Salud humana	Media	2
	Calidad del recurso suelo.	Media	2
	Calidad del agua superficial	Media	2
	Comunidades Hidrobiológicas	Media	2
No suspensión del vertimiento cuando el vertimiento proveniente de los sedimentadores no cumple con la normatividad ambiental (ARI)	Salud humana	Alta	3
	Calidad del recurso suelo.	Media	2
	Calidad del agua superficial	Alta	3
	Comunidades Hidrobiológicas	Alta	3

Fuente: Integral S.A. 2020

Con base en los resultados obtenidos anteriormente, se presenta a continuación el análisis de los mismos, de acuerdo con el nivel de riesgo. Se enmarcan dentro de la categoría “Riesgo bajo”, todos los riesgos naturales y la mayoría de los riesgos socio-naturales valorados, lo que quiere decir que estos tienen poca probabilidad de ocurrencia. Los riesgos socio-naturales, asociados a acciones humanas que pueden desencadenar un riesgo natural también se presentan en un nivel bajo de riesgo debido a que se espera que el

proyecto se ejecute cumpliendo estrictamente las medidas establecidas en los planes de manejo y los lineamientos para proyectos de minería a cielo abierto.

Sobre los riesgos que adquieren la categoría de “riesgo medio” a continuación se explica su jerarquización:

- Fallas estructurales en los en los sistemas de tratamiento: los sistemas propuestos son desarenadores, trampas de grasas, plantas de tratamiento y sistemas sépticos integrados de aguas residuales domésticas, este tipo de sistemas tienen altas características de resistencia, garantizadas por los constructores fabricantes y proporcionan seguridad ante posibles fallas.
- Limitación o afectación en el funcionamiento de los sistemas de tratamiento: la etapa de construcción y montaje del proyecto y los mantenimientos de los sistemas están programados de forma periódica, es decir, existiría posibilidad de ocurrencia únicamente en estos eventos sus efectos no serían tan significativos sobre el funcionamiento, la dinámica de la construcción, la comunidad o el medio ambiente
- Incendio o explosión: la probabilidad de ocurrencia es baja, se podría presentar en el lugar del almacenamiento de combustibles, el cual estará bien señalizado y con todas las normas establecidas para dicho almacenamiento con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo en la zona del proyecto.
- Sismicidad: Este riesgo tiene baja probabilidad de ocurrencia. Su ocurrencia como factor natural es inmanejable por el hombre; pero como consecuencia de las actividades del proyecto pueden ser controladas y producidas de forma controlada. Se proponen las medidas que pueden disminuir el riesgo de afectación y medidas para atender la contingencia, de manera que se evite la pérdida y/o daños en la infraestructura.
- Deslizamientos e inundaciones: Los deslizamientos e inundaciones se clasifican en el rango de los riesgos bajos, la probabilidad de ocurrencia en la zona es media dadas las condiciones topográficas. En caso de presentarse, los elementos que se verían afectados corresponden a personal que labora en el proyecto, infraestructura física existente, pérdida o daños de equipos y la interrupción en los sistemas de tratamiento.

La evaluación de la probabilidad, la intensidad y la duración de la amenaza se realizó teniendo en cuenta la información de la hidráulica de las cuencas cercanas y los diseños de la infraestructura cercana y a partir de estos se calificaron los riesgos y se diseñaron los planes de emergencia en el numeral 10.1.3 Plan de Gestión del Riesgo.

7.3.3.4.3 Consolidación de los escenarios de riesgo

A partir del cruce de la calificación obtenido para la amenaza y la vulnerabilidad de cada evento, tecnológico, socio-natural y por el vertimiento sin previo tratamiento, se asignó la calificación de riesgo que se presenta en la Tabla 7.3.3.19.

Tabla 7.3.3.19 Calificación de Riesgo

Factores de riesgo	Elementos afectados	Calificación del Riesgo			
		Amenaza	Vulnerabilidad	Nivel de Riesgo	
Fallas estructurales en los sistemas de tratamiento	Personas lesionadas	2	2	4	Riesgo Medio
	Daño de equipos		2	4	Riesgo Medio
	Alteración de la calidad del agua de fuentes superficiales cercanas		3	6	Riesgo Medio
	Afectación sobre el recurso suelo		3	6	Riesgo Medio
	Afectación sobre la salud de la comunidad		2	4	Riesgo Medio
Limitación o afectación en el funcionamiento de los sistemas de tratamiento	Personas lesionadas	2	2	4	Riesgo Medio
	Daño de equipos		2	4	Riesgo Medio
	Alteración de la calidad del agua de fuentes superficiales cercanas		3	6	Riesgo Medio
	Afectación sobre el recurso suelo		3	6	Riesgo Medio
	Afectación sobre la salud de la comunidad		2	4	Riesgo Medio
Incendio o explosión	Personas vinculado a las obras de proyecto	2	3	6	Riesgo Medio
	Infraestructura física existente		3	6	Riesgo Medio
	Interrupción en el sistema de tratamiento		2	4	Riesgo Medio
Sismicidad	Personas lesionadas	2	1	2	Riesgo Bajo
	Interrupción en el sistema de tratamiento.		2	4	Riesgo Medio
	Pérdida de equipos.		1	2	Riesgo Bajo
	Daño de equipos.		1	2	Riesgo Bajo
	Recurso suelo		2	4	Riesgo Medio
	Agua superficial		2	4	Riesgo Medio
Deslizamientos	Personas lesionadas	1	2	2	Riesgo Bajo
	Interrupción en el sistema de tratamiento.		2	2	Riesgo Bajo
	Pérdida de equipos.		2	2	Riesgo Bajo
	Daño de equipos.		2	2	Riesgo Bajo
	Recurso suelo		2	2	Riesgo Bajo
	Agua superficial		2	2	Riesgo Bajo
Generación de drenaje ácido	Personas	1	1	1	Riesgo Bajo
	Recurso suelo		1	1	Riesgo Bajo
	Agua superficial		2	2	Riesgo Bajo

Factores de riesgo	Elementos afectados	Calificación del Riesgo			
		Amenaza	Vulnerabilidad	Nivel de Riesgo	
Inundaciones	Personas lesionadas	1	1	1	Riesgo Bajo
	Interrupción en el sistema de tratamiento.		2	2	Riesgo Bajo
	Pérdida de equipos.		2	2	Riesgo Bajo
	Daño de equipos.		2	2	Riesgo Bajo
	Recurso suelo		2	2	Riesgo Bajo
	Agua superficial		2	2	Riesgo Bajo
Incendios forestales	Personas lesionadas.	3	2	6	Riesgo Medio
	Interrupción en el sistema de tratamiento.		2	6	Riesgo Medio
	Pérdida de equipos.		2	6	Riesgo Medio
	Daño de equipos.		2	6	Riesgo Medio
	Recurso suelo		2	6	Riesgo Medio
	Agua superficial		2	6	Riesgo Medio
Ineficiencia de los sistemas de tratamiento de agua residual (ARD)	Salud humana	1	2	2	Riesgo Bajo
	Calidad del recurso suelo.		1	1	Riesgo Bajo
	Calidad del agua superficial		1	1	Riesgo Bajo
	Comunidades Hidrobiológicas		1	1	Riesgo Bajo
No suspensión del vertimiento cuando la eficiencia del sistema no cumple la normatividad ambiental (ARD)	Salud humana	1	2	2	Riesgo Bajo
	Calidad del recurso suelo.		2	2	Riesgo Bajo
	Calidad del agua superficial		2	2	Riesgo Bajo
	Comunidades Hidrobiológicas		2	2	Riesgo Bajo
No suspensión del vertimiento cuando el vertimiento proveniente de los sedimentadores no cumple con la normatividad ambiental (ARI).	Salud humana	2	3	6	Riesgo Medio
	Calidad del recurso suelo.		2	4	Riesgo Medio
	Calidad del agua superficial		3	6	Riesgo Medio
	Comunidades Hidrobiológicas		3	6	Riesgo Medio

Fuente: Integral S.A., 2020

	Riesgo Bajo (1-3)		Riesgo Medio (4-6)		Riesgo Alto (7-9)

7.3.3.5 Proceso de reducción del riesgo asociado al sistema de gestión del vertimiento

Las medidas de reducción del riesgo asociadas al sistema de vertimiento que se presentan a continuación se articulan de manera integral con las medidas de reducción del riesgo definidas en el numeral 10.1.3 del Plan de Gestión del Riesgo, correspondiente a la Modificación de la Licencia Ambiental del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote.

Dichas medidas tienen un alcance transversal a todo el proyecto, incluyendo el sistema de gestión de vertimientos, de las cuales se contemplan aquellas medidas relacionadas a la amenaza sísmica, deslizamientos, inundaciones e incendios forestales que también son contempladas en el presente documento. No obstante, las que se desarrollan en el presente apartado se enfocan específicamente en la reducción del riesgo asociado al sistema de vertimiento, considerando sus particularidades técnicas, operativas y ambientales, así como los posibles escenarios de falla y sus consecuencias.

En relación con el cumplimiento de los términos de referencia establecidos en la Resolución 1514 de 2012, se presenta el encabezado de la ficha técnica mediante la cual se estructuran y documentan las medidas de reducción del riesgo, específicamente en lo referente a la identificación del usuario. Este encabezado se muestra en la Tabla 7.3.3.20. y constituye el soporte formal para la trazabilidad y verificación de la información requerida por la autoridad ambiental.

Tabla 7.3.3.20 Identificación del usuario

Identificación del usuario			
Nombre o razón social	Gramalote Limited		
Municipio	San Roque	Vereda	Guacas Abajo
Departamento	Antioquia	Representante Legal	Oscar Ignacio Saldarriaga Jaramillo

Fuente: Integral S.A., 2025

A continuación, en la Tabla 7.3.3.21 se presentan las medidas de reducción del riesgo orientadas a la preparación y capacitación del personal frente a contingencias que puedan presentarse en el sistema de vertimiento. Estas medidas tienen como propósito fortalecer las competencias técnicas y operativas del personal involucrado, garantizando que se encuentre debidamente entrenado y preparado para actuar de manera oportuna y eficaz en caso de que se materialice alguno de los escenarios de riesgo identificados.

Tabla 7.3.3.21 Medidas de reducción del riesgo de capacitación y entrenamiento

Descripción de la medida de reducción del riesgo	
Nombre de la medida: Preparación y capacitación ante contingencias en el sistema de vertimiento	
Fecha de elaboración: 2025	
Tipo de medida	
Estructural:	No estructural: X

Descripción de la medida de reducción del riesgo			
Nombre de la medida: Preparación y capacitación ante contingencias en el sistema de vertimiento			
Objetivo:	Fortalecer la capacidad de respuesta del personal ante eventos que puedan generar incumplimientos normativos o afectaciones ambientales por fallas en el sistema de vertimiento.		
Meta:	Capacitar al 100% del personal operativo y ambiental al menos una vez por año y realizar mínimo un simulacro anual.		
Descripción de la acción propuesta:	Se deberá realizar divulgación del PGRMV con todo el personal de la empresa involucrado o no dentro de la respuesta; de igual manera es importante involucrar a la comunidad del área para que lo conozcan y se concienticen de su papel o participación en el mismo, así como su intervención en la implementación. Incluir dentro del programa anual de capacitación temas relacionados con: • Identificación de riesgos del sistema de vertimiento. • Procedimientos de respuesta ante fallas hidráulicas, reboses, colmatación o incumplimiento de parámetros. • Uso de equipos de contingencia. • Simulacros de atención de emergencias ambientales.		
Responsable	Gramalote Colombia Limited	Plazo de ejecución	Permanente durante la operación
Estrategia de implementación	• Vinculación de temas de capacitación dentro de plan anual de capacitaciones. • Registro de asistencia y evaluación de los espacios de capacitación. • Evaluación de desempeño en simulacros realizados.		
Costo estimado	Costos asociados a las actividades de capacitación, entrenamiento y desarrollo de simulacros definidos en el desarrollo del proyecto		
Cronograma	Capacitación: anual Simulacro: asociado al cronograma de simulacros Evaluación: posterior a cada evento		
Mecanismo de seguimiento	El grupo del comité de emergencias contará con un cronograma previamente establecido que debe ser ejecutado a cabalidad		
Indicadores de seguimiento	(N° de simulaciones realizadas /N° de simulaciones establecidas en el cronograma) x 100% (N° de simulacros realizados /N° de simulacros establecidos en el cronograma) x 100% (N° de capacitaciones y entrenamientos de brigadas realizados /N° de capacitaciones y entrenamientos de brigadas establecidos en el cronograma) x 100%		

Fuente: Integral S.A., 2025

En relación con la amenaza de inundaciones, la gestión adecuada de sedimentos constituye un aspecto fundamental para garantizar la correcta operación y eficiencia hidráulica de los sedimentadores. La acumulación no controlada de sedimentos puede reducir la capacidad

operativa del sistema, afectar su desempeño y aumentar la probabilidad de desbordamientos o fallas asociadas.

En este contexto, se definen medidas específicas de reducción del riesgo orientadas al mantenimiento y manejo adecuado de los sedimentos, las cuales se describen en la Tabla 7.3.3.22.

Adicionalmente, en la Tabla 7.3.3.23 se relacionan las medidas de reducción del riesgo asociadas al incumplimiento de la normatividad ambiental aplicable a los parámetros del agua residual industrial proveniente de los sedimentadores, con el fin de prevenir afectaciones ambientales, sanciones regulatorias y riesgos operativos derivados de eventuales desviaciones en la calidad del vertimiento.

Tabla 7.3.3.22 Medidas de reducción del riesgo para la gestión de sedimentos

Descripción de la medida de reducción del riesgo			
Nombre de la medida: Actividades de mantenimiento y gestión de sedimentos			
Fecha de elaboración: diciembre 2025			
Tipo de medida			
Estructural: X		No estructural: X	
Objetivo:	Prevenir la pérdida de capacidad hidráulica y el riesgo de rebose o descarga de sólidos no controlados.		
Meta:	Mantener el volumen de sedimentos por debajo del 80% de la capacidad de almacenamiento de sedimentos en los sedimentadores		
Descripción de la acción propuesta:	Implementar acciones en la infraestructura de los puntos de vertimiento asociada a los sedimentadores que vinculen: Monitoreo semestral del volumen de sólidos acumulados. Evaluación adicional después de cada temporada de lluvias. Programación de dragado cuando se alcance el 70–80% de capacidad. Dragado mecánico del sedimentador preferiblemente durante el primer ciclo de verano (enero-marzo), minimizando riesgos hidráulicos y ambientales. Inspección anual de vertederos principal y de emergencia. limpiezas anuales de rejillas y canales.		
Responsable	Gramalote Colombia Limited	Plazo de ejecución	Permanente durante la operación
Estrategia de implementación	• Levantamientos batimétricos o topográficos. • Registro histórico de acumulación. • Activación de dragado según resultados. • Plan de manejo del material dragado. • Supervisión ambiental.		
Costo estimado	Costos asociados a las actividades de capacitación, entrenamiento y desarrollo de simulacros definidos en el desarrollo del proyecto		
Cronograma	Monitoreo: semestral Evaluación post-lluvias: según régimen climático Dragado: estimado después de 7 años o según necesidad		
Mecanismo de seguimiento	El grupo del comité de emergencias contará con un cronograma previamente establecido que debe ser ejecutado a cabalidad		

Descripción de la medida de reducción del riesgo	
Nombre de la medida: Actividades de mantenimiento y gestión de sedimentos	
Indicadores de seguimiento	(Volumen de sedimento acumulado / Volumen total de diseño) × 100

Fuente: Integral S.A., 2025

Tabla 7.3.3.23 medidas de reducción del riesgo monitoreo de sólidos suspendidos

Descripción de la medida de reducción del riesgo			
Nombre de la medida: monitoreo de Sólidos Suspendidos Totales (SST)			
Fecha de elaboración: diciembre 2025			
Tipo de medida			
Estructural:		No estructural: X	
Objetivo:	Garantizar cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015.		
Meta:	Realizar monitoreo mensual en el punto de descarga.		
Descripción de la acción propuesta:	Toma de muestras mensual en laboratorio acreditado para SST y demás parámetros exigidos en el permiso de vertimiento.		
Responsable	Gramalote Colombia Limited	Plazo de ejecución	Permanente durante la operación
Estrategia de implementación	• Contrato con laboratorio certificado. • Registro y análisis de tendencias. • Activación de medidas correctivas si se detectan desviaciones.		
Costo estimado	Costos asociados al PSM_ABIO_01 Programa de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico		
Cronograma	Monitoreo: anual		
Mecanismo de seguimiento			
Indicadores de seguimiento	(# de parámetros medidos que cumplan la norma / # parámetros medidos) *100 100% Cumple		

Fuente: Integral S.A., 2025

Respecto a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se plantean las siguientes medidas de reducción del riesgo, las cuales se encuentran asociadas al fortalecimiento del control operacional del sistema de tratamiento, así como a la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos programados.

Estas medidas tienen como finalidad asegurar la adecuada operación y desempeño del sistema, reduciendo la probabilidad de incumplimiento de los parámetros de calidad establecidos por la autoridad ambiental para las aguas residuales domésticas. De esta manera, se busca prevenir impactos ambientales, contingencias operativas y eventuales sanciones derivadas de desviaciones en la calidad del efluente tratado.

Tabla 7.3.3.24 Medidas de reducción del riesgo control operacional de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales domésticas

Descripción de la medida de reducción del riesgo
Nombre de la medida: Control operacional del sistema de tratamiento
Fecha de elaboración: diciembre 2025

Descripción de la medida de reducción del riesgo			
Nombre de la medida: Control operacional del sistema de tratamiento			
Tipo de medida			
Estructural: X		No estructural:	
Objetivo:	Garantizar que el efluente tratado cumpla permanentemente con la normatividad ambiental.		
Meta:	Cumplimiento del 100% de los parámetros establecidos en el permiso de vertimiento.		
Descripción de la acción propuesta:	• Control diario de parámetros operativos. • Ajuste de dosificaciones. • Verificación de tiempos de retención.		
Responsable	Gramalote Colombia Limited	Plazo de ejecución	Permanente durante la operación
Estrategia de implementación	• Procedimientos operativos estandarizados. • Registro en bitácoras. • Auditorías internas.		
Costo estimado	Costos asociados al PSM_ABIO_01 Programa de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico		
Cronograma	Mantenimiento preventivo: trimestral o semestral Mantenimiento correctivo: según necesidad		
Mecanismo de seguimiento	• Verificación periódica de la vigencia de la acreditación del laboratorio y del alcance técnico de los ensayos contratados. • Evaluación anual del desempeño del laboratorio • Control del cumplimiento del cronograma de muestreo y reporte de resultados.		
Indicadores de seguimiento	(Actividades ejecutadas / Actividades programadas) × 100		

Fuente: Integral S.A., 2025

Tabla 7.3.3.25 Medidas de reducción relacionadas al mantenimiento del sistema de vertimiento

Descripción de la medida de reducción del riesgo			
Nombre de la medida: Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de tratamiento			
Fecha de elaboración: diciembre 2025			
Tipo de medida			
Estructural: X		No estructural:	
Objetivo:	Minimizar fallas mecánicas que puedan generar vertimientos no conformes.		
Meta:	Cumplimiento del 100% del plan anual de mantenimiento.		
Descripción de la acción propuesta:	• Mantenimiento preventivo programado. • Reposición o reparación de equipos. • Inventario de repuestos críticos.		
Responsable	Gramalote Colombia Limited	Plazo de ejecución	Permanente durante la operación
Estrategia de implementación	• Cronograma anual. • Registro de intervenciones. • Indicadores de fallas.		

Descripción de la medida de reducción del riesgo	
Nombre de la medida: Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de tratamiento	
Costo estimado	Costos asociados a los procesos de mantenimiento de la PTAR
Cronograma	Mantenimiento preventivo: trimestral o semestral Mantenimiento correctivo: según necesidad
Mecanismo de seguimiento	• Registro y cierre documentado de órdenes de trabajo de mantenimiento • Pruebas de verificación post-reparación, con registro de resultados • Control de niveles mínimos de stock de inventario de repuestos
Indicadores de seguimiento	(Actividades ejecutadas / Actividades programadas) × 100 Número de mantenimientos realizados

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.3.6 Proceso de manejo del desastre

El componente de manejo de la contingencia se enmarca en el proceso de gestión del riesgo, tal como lo define la Ley 1523 de 2012. Este proceso comprende la preparación para la respuesta ante emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, así como la ejecución de la respuesta y la implementación de acciones de rehabilitación y recuperación posteriores al evento (Ley 1523, 2012).

7.3.3.6.1 Preparación para la respuesta

En el contexto del presente Plan de Gestión del Riesgo (PGR) de los sistemas de vertimiento, se retoma lo descrito en el PGR general del proyecto presentado en el capítulo 10.1.3, donde el componente de manejo del desastre se materializa en el Plan de Manejo de la Contingencia, cuyo propósito es establecer las medidas de prevención, control y atención frente a posibles situaciones de emergencia derivadas de la materialización de los escenarios de riesgo identificados en este plan.

Este componente se estructura en tres planes complementarios, plan estratégico, plan operativo y plan informático. La formulación de estos planes responde a los lineamientos establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de proyectos de explotación minera, garantizando una respuesta integral, eficaz y articulada ante posibles contingencias.

El componente de manejo de contingencias está articulado con el Plan de Emergencias SITE, elaborado desde el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) para las instalaciones del proyecto ubicadas en la vereda Providencia y las demás áreas anexas al proyecto. Desde este plan opera el Centro de Control, responsable de atender y coordinar cualquier tipo de emergencia, y donde se centralizan todos los sistemas de seguridad, como el control de accesos, la detección de incendios, diversos servicios y el manejo de llaves. El Plan de Emergencias SITE se encuentra anexado en el documento ANEXOS_PGR_Plan_Emergencia_SITE.

A. Plan Estratégico

El Plan Estratégico se formula con base en los resultados del análisis de riesgo, y tiene como objetivo establecer la estructura organizativa y operativa para la atención de emergencias. Este plan contempla la conformación del equipo de atención de emergencias, con la definición clara de sus roles y responsabilidades, garantizando una respuesta coordinada y eficaz ante la ocurrencia de eventos adversos.

Asimismo, incluye el diseño e implementación del programa de capacitación, que abarca actividades de formación, simulaciones y simulacros, orientados a fortalecer las capacidades del personal involucrado en la gestión de contingencias.

El plan también incorpora medidas generales de reducción y mitigación del riesgo, articuladas con las acciones definidas en el componente de reducción del riesgo del presente Plan de Gestión. Estas medidas buscan minimizar la probabilidad de ocurrencia de emergencias y reducir sus posibles impactos sobre el entorno humano, ambiental y operativo del proyecto.

a. Equipo de respuesta de emergencias y manejo de crisis

La estructura organizacional del Plan de Emergencia y Contingencia (PEC) tiene como propósito articular de manera integral a todas las entidades, internas y externas, involucradas en la gestión de incidentes y situaciones críticas. Esta organización permite coordinar la labor del equipo interno de respuesta del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote con las instituciones municipales, regionales y nacionales que intervienen en las emergencias.

En la propuesta estructural diseñada para el PEC de la Modificación de Licencia Ambiental del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, se definen claramente los roles y responsabilidades que cada entidad asumirá dentro del sistema de respuesta. Tanto los contratistas como las empresas de interventoría y asesoría que hacen parte de las fases de construcción y operación deben ajustarse a este esquema organizativo. Es relevante señalar que esta estructura puede modificarse conforme avancen las actividades del proyecto y se integren aprendizajes que permitan optimizar los procedimientos de atención, garantizando así intervenciones más seguras y eficaces.

La atención de una emergencia dependerá de su severidad: algunas podrán ser manejadas completamente por el equipo del proyecto, mientras que otras requerirán el apoyo de instituciones externas como CORNARE, las alcaldías de San Roque, Maceo y Caracolí, los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres, el Sistema y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, así como organismos de socorro como la Defensa Civil, los cuerpos de bomberos y la Cruz Roja.

Considerando los riesgos identificados y la disponibilidad del personal y de las autoridades locales, se conforma un Equipo de Respuesta a Emergencias encargado de ejecutar el plan y asegurar su adecuado funcionamiento.

La estructura general para el manejo de crisis y emergencias en el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote se organiza en tres niveles: el Equipo de Manejo de Crisis (CMT por sus siglas en ingles), el Equipo de Manejo de Emergencias (EMT por sus siglas

en ingles) y el Equipo de Respuesta de Emergencia (ERT por sus siglas en ingles), que incluye a los primeros respondientes, brigadistas líderes y coordinadores de evacuación, como se ilustra en la Figura 7.3.3.33. Esta estructura y sus divisiones se detallan en el Manual Integral Para la Gestión de Emergencias, Crisis y Continuidad del Negocio - ANEXOS_PGR_Manual_Gestion_Crisis.

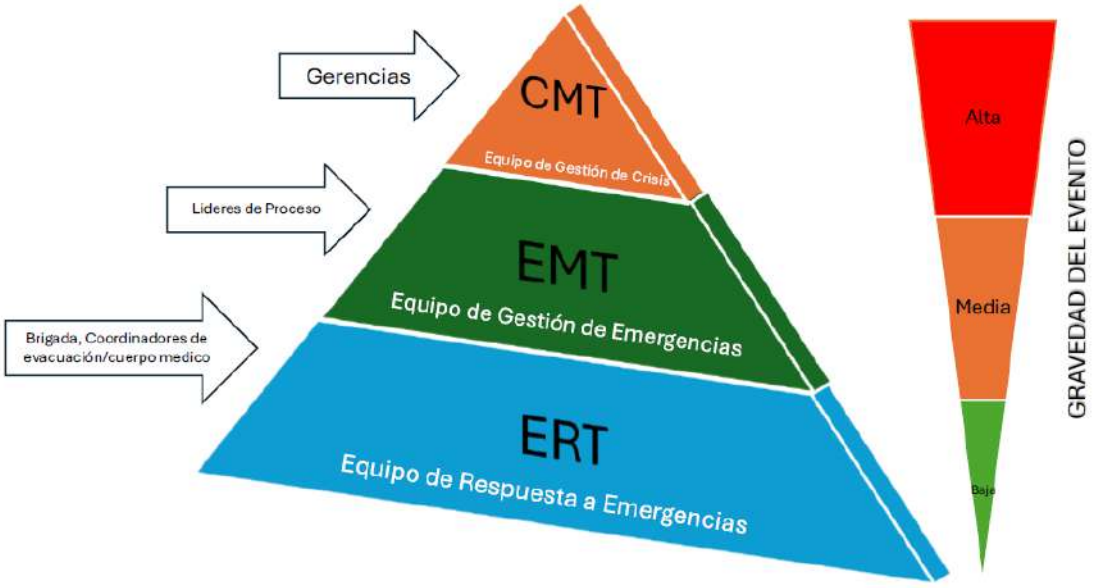


Figura 7.3.3.33 Equipo de respuesta ante emergencias

Fuente: Manual Integral para la Gestión de Crisis y Continuidad. Gramalote, 2017

b. Roles y responsabilidades

A continuación, se presenta la descripción de los roles y responsabilidades que conforman la estructura organizativa. Esta definición detallada de funciones busca asegurar una coordinación eficiente entre los diferentes equipos y actores involucrados, permitiendo una respuesta oportuna, articulada y efectiva frente a cualquier situación de emergencia o crisis que pueda presentarse durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

I. Equipo de Manejo de Crisis - CMT

Es el equipo responsable de manejar la respuesta estratégica y corporativa de las crisis que podrían afectar la imagen, reputación y continuidad del negocio. Es responsable por:

- Recibir y confirmar los hechos con el EMT.
- Administrar la emergencia o crisis a nivel estratégico en la Sala de Crisis.
- Gestionar y monitorear los recursos adicionales para la respuesta al incidente.
- Activar los grupos de apoyo externo y ayuda mutua (interno y externo).
- Recuperar la operación y lograr la continuidad del negocio.

- Preparar y despachar informes al nivel corporativo.

Tabla 7.3.3.26 Roles y responsabilidades Equipo de Manejo de Crisis - CMT

Rol	Responsabilidad
Representante de Control de Riesgos	Establecer reforzamiento de la seguridad perimetral o procedimientos especiales (actos de interferencia ilícita) Establecer contacto directo y coordinar recursos con Ejército, Policía y grupos especializados. Garantizar que se asigne la máxima prioridad de seguridad pública a los responsables de las operaciones de respuesta. Alertar o evacuar al personal de respuesta por motivos de seguridad pública. Garantizar la custodia de las evidencias o elementos material de prueba. Apoyar en la gestión de riesgos al representante de Operaciones.
Representante de Exploración	Establecer contacto con contratistas de perforación, para garantizar la activación de los planes de manejo de crisis de los contratistas y que estos se articulen con el de Gramalote. Evaluar y recomendar al líder de CMT, el posible plan de continuidad del negocio para garantizar las operaciones en proyecto. Evaluar las afectaciones en la operación.
Representante del área Legal	Asesorar e informar sobre las responsabilidades e implicaciones legales por impacto a trabajadores, comunidad y medio ambiente. Asesorar sobre comunicados de prensa antes de su publicación. Apoyar la elaboración del reporte de afectación y daños.
Representante financiero	Determinar necesidades financieras inmediatas para la atención de la emergencia. Gestionar contrataciones y pagos de acuerdo con las necesidades del evento. Efectuar el registro de todas las acciones que impacten el presupuesto de contingencias y emergencias. Determinar el balance total por afectación, atención, recuperación o indemnizaciones causadas por del evento. Preparar informe para las aseguradoras o reaseguradoras según corresponda.
Representante de Relacionamiento Regional	Garantizar a través de la implementación del sistema de debida diligencia de DDHH y el relacionamiento con ONG's, OCS's, multilaterales y agencias de Gobierno responsables de garantizar los DDHH, el respeto de los DDHH por parte de la compañía.

Rol	Responsabilidad
	Establecer líneas de comunicación con la prensa, radio y televisión. Preparar los comunicados de prensa a los interesados y medios de información. Hacer seguimiento de la respuesta a los medios de comunicación. Garantizar que los medios de comunicación, las agencias gubernamentales y los voceros de los incidentes tengan la información correcta de lo ocurrido. Actuar como vocero del IMT en caso de que el líder lo autorice. Establecer contacto y coordinar actividades de apoyo con entes gubernamentales y entidades de apoyo externo. Garantizar una comunicación constante con los entes Gubernamentales durante la ocurrencia del incidente. Apoyar al representante de comunicaciones a documentar comunicados dirigidos a los entes Gubernamentales.

Fuente: Manual Integral Para la Gestión de Emergencias, Crisis y de Continuidad del Negocio, 2025

II. Equipo de manejo de Emergencias – EMT

Es el equipo responsable de manejar la respuesta a emergencias que podrían poner en riesgo a población trabajadora, instalaciones y/o afectar la continuidad, imagen o reputación de del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote. Dentro de los roles y responsabilidades del EMT se destacan:

- Recepcionar y confirmar los hechos con el “ERT” y notificar al “CMT” y al Centro de Monitoreo.
- Administrar la emergencia o crisis a nivel estratégico en la Sala de Crisis.
- Gestionar y monitorear los recursos adicionales para la respuesta al incidente.
- Activar los grupos de apoyo externo y ayuda mutua (interno y externo).
- Recuperar la operación y lograr la continuidad del negocio.
- Preparar y despachar informes al nivel corporativo.

Dentro de los miembros del EMT se definen los siguientes roles y responsabilidades descritos en la Tabla 7.3.3.27.

Tabla 7.3.3.27 Roles y responsabilidades del equipo de manejo de Emergencias - EMT

Rol	Responsabilidades
Líder del EMT	- Recepcionar la información y verificar la activación del “EMT”. - Asegurar los recursos requeridos por el “ERT”. - Asegurar la comunicación entre el “EMT” y “ERT”. - Autorizar la difusión de boletines de prensa y a medios de comunicación.

Rol	Responsabilidades
	- Comunicar a los miembros del EMT/CMT cuándo finalice la emergencia. - Asegurar que los informes y reportes han sido completados y revisados
Representante Legal	- Asesorar e informar sobre las responsabilidades e implicaciones legales por impacto a trabajadores, comunidad y medio ambiente. - Asesorar sobre comunicados de prensa antes de su publicación. - Apoyar la elaboración del reporte de afectación y daños.
Representante de recursos humanos	- Mantener un registro de ubicación y estatus de personas involucradas en el incidente. - Brindar asistencia en el manejo de crisis post-evento a empleados, contratistas, parientes y comunidad afectados por la emergencia. - Gestionar apoyo por pérdidas humanas para empleados y familiares por el incidente. - Coordinar traslados, visitas o acompañamientos a familiares afectados.
Representante de Derechos Humanos	- Garantizar a través de la implementación del sistema de debida diligencia de DDHH y el relacionamiento con ONGs, OCSs, multilaterales y agencias de Gobierno responsables de garantizar los DDHH, el respeto de los DDHH por parte de la compañía.
Representante de Sostenibilidad (De Asuntos Corporativos)	- Establecer contacto y coordinar actividades de apoyo con entes gubernamentales y entidades de apoyo externo. - Garantizar una comunicación constante con los entes Gubernamentales durante la ocurrencia del incidente. - Apoyar al representante de comunicaciones a documentar comunicados dirigidos a los entes Gubernamentales
Representante Sostenibilidad (Ambiental)	- Establecer contacto y coordinar actividades con las autoridades ambientales - Evaluar el daño medioambiental real o potencial durante el incidente. - Garantizar que se controle la emergencia desde el punto de vista ambiental. - Redactar y documentar informes para las autoridades ambientales. - Activar ayuda externa para el control de emergencias ambientales en caso de requerirse.
Representante Sostenibilidad (Relacionamiento comunitario)	- Conocer y hacer seguimiento a los grupos cuyas actividades puedan influenciar el comportamiento de la comunidad en el transcurso de un incidente. - Recibir y solucionar las quejas y reclamos de los afectados y comunidad. - Coordinar la evaluación de daños y pérdidas a la comunidad afectada - Establecer contacto con líderes de la comunidad - Redactar y documentar informes sobre el evento que tenga relación con la comandad.

Rol	Responsabilidades
Representante de Control de Riesgo	- Establecer reforzamiento de la seguridad perimetral o procedimientos especiales (actos de interferencia ilícita) - Establecer contacto directo y coordinar recursos con Ejército, Policía y grupos especializados. - Garantizar que se asigne la máxima prioridad de seguridad pública a los responsables de las operaciones de respuesta. - Alertar o evacuar al personal de respuesta por motivos de seguridad pública. - Garantizar la custodia de las evidencias o elementos material de prueba. - Apoyar en la gestión de riesgos al representante de HSE.
Representante de comunicaciones	- Recopila, valida y consolida la información relevante generada por los diferentes equipos operativos para asegurar que los mensajes externos e internos sean precisos y coherentes. - Garantizar que todos los miembros del equipo, incluidos mando, brigadas y personal de apoyo, reciban información clara y oportuna sobre la evolución del evento y las acciones en curso. - Producir boletines, actualizaciones, reportes públicos, instrucciones al personal, avisos de alerta y otros contenidos necesarios durante la emergencia. - Mantiene un archivo de los mensajes emitidos, comunicaciones oficiales, tiempos de publicación y respuestas recibidas para fines de auditoría, aprendizaje y mejora del plan.

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

III. Equipo de Respuesta Emergencia – ERT

Es el equipo que maneja la respuesta física, inmediata y operativa en el lugar de los hechos: está confirmado por Coordinador de emergencia, Brigada, coordinadores de evacuación, equipo médico y primer respondiente. Es responsable por:

- La ejecución de las acciones tácticas y operativas en la emergencia.
- Asegurar y asignar los recursos y equipos tácticos y operativos de respuesta.
- Hay que asegurar que la respuesta se lleve a cabo de manera segura, organizada y eficaz.
- Coordinar los grupos de apoyo externo para atención de la emergencia.
- Coordinar la evaluación de daños y pérdidas ocasionados por la emergencia. Coordinador de Emergencias: Es el Coordinador SISO, le reporta al lidere del
- ERT.
- Asumir el comando de incidentes en el lugar de los hechos.
- Coordinar las operaciones tácticas y estratégicas de respuesta.
- Garantizar la seguridad integral para las operaciones de respuesta
- Aplicar la estructura de Sistema de Comando de Incidentes (SCI)
- Implementar y supervisar el plan de acción de incidentes (PAI)
- Determinar tipos y números de recursos que serán requeridos para las operaciones de emergencias.

- Determinar cualquier necesidad de ayuda o soporte para equipos, alimentación, higiene y seguridad.
- Vigilar las condiciones de seguridad e implementar las medidas para garantizar la seguridad de todo el personal asignado en la respuesta a la emergencia.
- Monitorear permanentemente la escena y reportar al Líder del ERT el estado de las condiciones, peligros y riesgos.
- Autorizar el ingreso del personal brigadista y externo al sitio de la emergencia.

Dentro de los miembros del ERT se definen los siguientes roles y responsabilidades descritos en la Tabla 7.3.3.28.

Tabla 7.3.3.28 Roles y responsabilidades del equipo de respuesta a emergencias - ERT

Rol	Responsabilidades
Coordinador de Emergencias	- Asumir el comando de incidentes en el lugar de los hechos. - Coordinar las operaciones tácticas y estratégicas de respuesta. - Garantizar la seguridad integral para las operaciones de respuesta - Aplicar la estructura de Sistema de Comando de Incidentes (SCI) - Implementar y supervisar el plan de acción de incidentes (PAI) - Determinar tipos y números de recursos que serán requeridos para las operaciones de - emergencias. - Determinar cualquier necesidad de ayuda o soporte para equipos, alimentación, higiene y - seguridad. - Vigilar las condiciones de seguridad e implementar las medidas para garantizar la seguridad de - todo el personal asignado en la respuesta a la emergencia. - Monitorear permanentemente la escena y reportar al Líder del EMT el estado de las - condiciones, peligros y riesgos. - Autorizar el ingreso del personal brigadista y externo al sitio de la emergencia.
Brigada de emergencia	- Asegurar en todo momento la seguridad del personal de la organización. - Realizar entrenamientos continuos y realizar simulacros de manera periódica de lucha contra incendios, salvamento de bienes y personal, evacuación, rescate y actividades de primeros auxilios. - Se debe diseñar e implementar métodos de control efectivo y actuación para saber cómo proceder en caso de emergencia - Implementar equipos de alarma como sirenas o establecer códigos de alarma y hacerlos conocer a todo el personal de la organización. - Se debe llevar un control periódico sobre el estado de los sistemas y equipos de protección contra incendios.

Rol	Responsabilidades
	- Se debe estar preparado para reaccionar inmediatamente ante cualquier imprevisto, contingencia o presencia de un peligro inminente. - Tomar las riendas de las actividades en caso de emergencia, dirigiendo evacuación de personas y salvamento de bienes de valor de la organización. - Asegurarse de que se cumplan las normas establecidas orientadas a la seguridad industrial. - Se debe tener un directorio actualizado de las entidades especializadas de apoyo externo, como hospitales, bomberos, cruz roja, defensa civil y otros organismos, que finalmente darán la atención final a los afectados de una emergencia. - Verificar periódicamente el funcionamiento óptimo de la señal de alarma para que todos los trabajadores evacuen de inmediato, asegurándose en caso se trate de una sirena de que esta sea escuchada por absolutamente todo el personal. - Brindar soporte en la atención de los siniestros viales, bien sea como primer respondiente o como soporte en la atención.
Atención Primeros Auxilios	- Establecer y coordinar todas las acciones en el área de concentración de víctimas (atención, clasificación, transporte y escalonamiento). - Aplicar la guía táctica atención medica de emergencias. - Activar el MEDEVAC
Coordinadores de Evacuación	- Su responsabilidad principal es favorecer la marcha segura, por una ruta segura, a un lugar seguro de los trabajadores de un área. - Portar el distintivo de coordinador cuando se presente una situación de emergencia. - Informar al Puesto de Mando Unificado del número de personas evacuadas, si se presentaron inconvenientes en la evacuación. - Atender y comunicar las órdenes del Puesto de Mando Unificado o del coordinador de brigada al personal de su área o piso. - Son responsables de informar al personal sobre todos los procedimientos de evacuación para que, en caso de una emergencia, cada persona conozca la ubicación de las salidas de emergencias. - Informar a todos los empleados y al personal sobre la designación del punto del encuentro. - En caso de una evacuación, tienen la responsabilidad de asegurarse que el plan se ha seguido y que todos los empleados y el personal han sido evacuados con seguridad del área. - Asegurar que los empleados se dirijan hacia las áreas designadas. - Mantenerse en comunicación constante con el coordinador de emergencia para mantenerlo informado sobre la seguridad de la organización. - Entregar las instrucciones de una evacuación para asegurar que todos en el área estén cómodos y familiarizados con la rutina de evacuación.

Rol	Responsabilidades
	- Colaborar con el área HS o brigadistas en las inspecciones periódicas de los equipos de detección, alarma y control de incendios, señalización, vías de evacuación, iluminación de emergencia. - Corroborar el buen funcionamiento de los elementos de detección, alarma y control de incendios, incidiendo y señalización de emergencia. - Al sonar la señal acústica de alerta acudir y colaborar con el Coordinador de Emergencia en aquello que estos consideren necesario. - Una vez transmitida la orden de evacuación, proceder de inmediato a la evacuación. Se situarán en las zonas asignadas y dirigirán a los evacuados hacia el punto de encuentro. - Auxiliar a las personas con movilidad reducida o con condiciones especiales. - Coordinar la agrupación de los evacuados y la elaboración de las listas con el nombre de los evacuados. - Identificar la edificación, sus amenazas, su vulnerabilidad y sus niveles de riesgo. - Observar situaciones de riesgo y notificarlas al Comité de Emergencia. - Conocer el Plan de Evacuación y contribuir con su actualización. - Identificar las personas que trabajan en el área y mantener un listado actualizado de las mismas. - Participar en el entrenamiento de los empleados nuevos y antiguos sobre los procedimientos del Plan de Evacuación. - Verificar el estado de las rutas de evacuación y del sistema de notificación. - Evaluar los procedimientos desarrollados durante los entrenamientos y las evacuaciones por situaciones reales, archivando esta información en los formatos preestablecidos. - Identificar los sitios seguros y la ubicación de los elementos de seguridad (extintores, camilla, botiquín, señalización rutas de evacuación, salidas de emergencia) en el piso. - Participar en los talleres, conferencias, seminarios, reuniones que se programen para mejorar su desempeño.

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

IV. Grupos externos de atención de emergencias

La magnitud de un incidente puede fluctuar ampliamente: algunos eventos serán menores y podrán resolverse únicamente con los recursos disponibles en las instalaciones del proyecto, mientras que otros pueden alcanzar proporciones que excedan la capacidad de respuesta interna. En estos casos será necesario solicitar el apoyo de entidades externas, entre ellas fuerzas militares y de policía, organismos de socorro como bomberos, Cruz Roja y Defensa Civil, instituciones de salud pública, autoridades ambientales y los grupos de ayuda mutua con los cuales existan convenios de cooperación. También podrán intervenir

las instancias oficiales de gestión del riesgo: los Consejos Municipales (CMGRD), el Consejo Departamental (CDGRD), el Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres de Antioquia - DAGRAN, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).

En emergencias que requieran la presencia de actores adicionales a los mencionados, el Líder de Emergencia designado por la Compañía deberá identificar las funciones que corresponderán a cada institución y establecer los mecanismos de coordinación necesarios. Estos equipos externos operarán normalmente bajo la estructura del CDGRD o del CMGRD, dependiendo del nivel territorial en el que se desarrolle la emergencia.

Cuando varias entidades participen simultáneamente en la respuesta y se active un Puesto de Mando Unificado (PMU), el Líder del Equipo de Manejo de Emergencias (EMT) deberá nombrar un funcionario de enlace entre la Compañía y las instituciones externas. La elección de este enlace dependerá tanto del tipo de emergencia como del personal disponible: para derrames se privilegiará a un profesional del área ambiental; para incendios, accidentes o eventos asociados a condiciones naturales, el candidato ideal será el Coordinador SISO; y para incidentes de carácter social o de orden público, la función recaerá preferentemente en la Coordinación de Control de Riesgos.

El PMU tiene como finalidad integrar y coordinar de manera eficiente el trabajo de todas las instituciones involucradas en la emergencia. Su ubicación se establecerá fuera del área de peligro, pero lo suficientemente cerca para garantizar una gestión operativa efectiva. Sus objetivos principales consisten en mejorar los flujos de comunicación entre las entidades participantes, consolidar un enfoque unificado de respuesta, definir responsabilidades y optimizar los recursos disponibles. Este puesto estará conformado por representantes operativos de más alto nivel de los CMGRD, CDGRD y SNGRD, quienes, junto con los comandantes de Incidentes de cada institución y el del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, serán responsables de la toma de decisiones.

Entre sus funciones se encuentran recibir y distribuir información proveniente de la zona afectada y del punto de encuentro, mantener informados a los medios de comunicación, reportar novedades sobre el personal y transmitir a los cuerpos de socorro cualquier información crítica para el control de la situación. Cabe reiterar que el PMU puede funcionar como un espacio físico o virtual, y su localización se definirá una vez se active la cadena de llamadas, decisión que tomará el comité responsable de la emergencia.

c. Capacitaciones

El programa de capacitación y entrenamiento tiene como propósito asegurar que todo el personal vinculado al Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote cuente con las competencias necesarias para actuar eficazmente ante cualquier situación de emergencia. Para ello, es indispensable que quienes integran los equipos de respuesta y de manejo de crisis comprendan a fondo los contenidos, procedimientos y lineamientos establecidos en el Plan de Emergencia y Contingencia (PEC).

El personal encargado de tareas operativas y del manejo de maquinaria especializada recibe capacitaciones enfocadas en la reducción de riesgos inherentes a sus actividades.

De igual manera, se desarrollan sesiones informativas sobre las acciones que deben ejecutarse durante una emergencia y sobre las conductas seguras en las diferentes áreas de trabajo.

Asimismo, los miembros de las brigadas de emergencia, los equipos de primeros auxilios y los coordinadores de evacuación deben mantenerse en constante capacitación para anticipar, controlar y responder adecuadamente a los incidentes. Por esta razón, se brindará instrucción específica relacionada con los riesgos identificados, así como en temas esenciales para la gestión de emergencias: protección del brigadista, salvaguarda de bienes, primeros auxilios, manejo y traslado de víctimas, control de incendios, y técnicas de búsqueda y rescate. Cada frente de operación deberá contar con representantes de estos equipos para asegurar una respuesta inmediata y coordinada ante cualquier eventualidad. Para garantizar una formación continua en gestión del riesgo y atención de emergencias se define el siguiente programa de entrenamiento y capacitación del personal descrito en la Tabla 7.3.3.29.

Tabla 7.3.3.29 Programas de entrenamiento y capacitación del personal

Gripo objetivo	Intensidad	Modalidad	Tema
Equipo de Manejo de Crisis (CMT)	1 hora	(T)	Plan de gestión del riesgo
			Manejo de Crisis y Continuidad
Equipo de Respuesta de Emergencias EMT y EMT	2 horas	(T) (P)	Plan de gestión del riesgo
			Comando de Incidentes
			Manejo de comunicaciones en emergencias
			Procedimiento para notificación de emergencias
			Sistema de alerta y alarma
Líder de la Emergencia ERT	24 horas	(T) (A) (P)	Plan de gestión del riesgo
			Manejo de Crisis y Continuidad
			Comando de Incidentes
			Manejo de comunicaciones en emergencias
			Procedimiento para notificación de emergencias
			Sistema de alerta y alarma
			Uso adecuado de equipos y sistemas de comunicación
Coordinador de Emergencias	8 horas	(T)	Procedimiento general de emergencia y Pons/Planes de contingencia/ Guías tácticas
			Sistema comando de incidente
Brigadistas	40 horas	(T) (A) (P)	Atención médica de emergencia
			Guía de asistencia médica
			Manejo de Extintores
			Curso Bomberos
			Manejo Señalización
			Manejo de emergencias ambientales

Gripo objetivo	Intensidad	Modalidad	Tema
			Manejo y Transporte de lesionados
			Manejo de productos peligrosos y derrame de estos
			Nivel de Primer Respondiente (PRIMAP)
			Plan de evacuación
Empleados y Contratistas	8 horas	(T) (P)	Entrenamiento a todos los empleados sobre cómo actuar en caso de una emergencia de las identificadas en el presente plan.
Vigilantes	4 horas	(T) (P)	Procedimientos para emergencias
Consejo Municipal de la Gestión del Riesgo de Desastre (CMGRD)	2 horas	(T)	Sensibilización frente a la gestión del riesgo Organización comités de emergencia Socialización plan de gestión del riesgo Sistema Comando de Incidentes Sistema de alerta y alarma Plan de evacuación y señalización
Comunidad del área de influencia			
Consejo Municipal de la Gestión del Riesgo de Desastre (CMGRD)	4 horas	(T) (A)	Mapa del territorio
			Identificación de riesgos
			Organización comités de emergencia
			Socialización plan de gestión del riesgo
Comunidad del área de influencia			Curso básico de Sistema Comando de Incidentes
			Sistema de alerta y alarma
			Plan de evacuación y señalización
Consejo Municipal de la Gestión del Riesgo de Desastre (CMGRD)	4 horas	(P)	Simulacros de emergencia
Comunidad del área de influencia			
Personal del proyecto			

T = Teórica; A = Ejercicios de Aula; P = Práctica de Campo

Fuente: Integral S.A., 2025

Además del programa interno de formación dirigido al personal y a los distintos grupos y brigadas que conforman el Plan de Emergencia y Contingencia, se contempla un trabajo coordinado con las instituciones externas presentes en el área de influencia del proyecto. En este marco, y en articulación con los hospitales de los municipios cercanos, el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastre (CMGRD) de San Roque y el cuerpo de bomberos de este mismo municipio, se llevarán a cabo simulacros y jornadas de capacitación conjuntas. Estas actividades permitirán fortalecer las capacidades de respuesta ante eventos críticos y asegurar que el Plan de Contingencia se mantenga actualizado y plenamente operativo.

d. Simulaciones y Simulacros

I. Simulaciones

Un ejercicio de simulación consiste en un juego de roles llevado a cabo en un entorno controlado, usualmente en una sala o aula, motivo por el cual se les denomina "ejercicios de escritorio". En este tipo de simulaciones participan los responsables de la toma de decisiones y los actores clave del proyecto, y se desarrollan en base a situaciones hipotéticas derivadas del análisis de riesgos del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, así como de las estrategias de respuesta y los protocolos establecidos (UNGRD, 2016). De este modo, se sugiere realizar simulaciones enfocadas en los riesgos de deslizamientos de tierra y colapso de taludes, derrames de sustancias químicas, y accidentes tanto vehiculares como con maquinaria.

II. Simulacro

Los simulacros cumplen diversas funciones: permiten sensibilizar al personal frente a los riesgos, poner en marcha y evaluar el Plan de Manejo de Emergencias y Contingencias, practicar los procedimientos definidos, y socializar su contenido para que los trabajadores estén preparados ante una situación real. Asimismo, ayudan a identificar fallas, actualizar la planificación, medir la capacidad del equipo para responder, disminuir los tiempos de reacción, conocer la verdadera eficiencia operativa, revisar los mecanismos de activación de recursos y coordinar las acciones con las entidades externas de apoyo.

Se recomienda implementar dos modalidades de simulacros: los programados, que se anuncian previamente con el fin de orientar al personal sobre rutas de evacuación y puntos de encuentro, y los no avisados, que se ejecutan sin previo aviso para evaluar el comportamiento espontáneo ante una emergencia.

La preparación del ejercicio incluye reuniones con el grupo responsable de la organización y, si se requiere, con quienes participarán, con el fin de definir metas, alcance, herramientas de evaluación, funciones, diseño de escenarios, logística, estrategias de comunicación y revisión de los materiales necesarios.

Cada simulacro debe contar con objetivos específicos y generar un informe final con recomendaciones respecto a los procedimientos puestos a prueba, información que apoyará el fortalecimiento del sistema de gestión. Estas actividades se desarrollan en tres fases: planeación y alistamiento, ejecución del ejercicio y evaluación con retroalimentación para todo el personal involucrado.

En el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote se elabora un plan anual de simulacros que incluye temáticas como incendios forestales, accidentes viales, derrames de sustancias químicas y la participación en el simulacro nacional de evacuación, tal como se presenta en el ANEXOS_PGR_Simulacros. El objetivo principal es mejorar la capacidad de respuesta de quienes trabajan en el proyecto.

Además, los integrantes del equipo de atención de emergencias y de manejo de crisis cuentan con una programación específica de entrenamientos y simulacros, descrita en la Tabla 7.3.3.30. Entre estas actividades se contempla un simulacro anual con participación

comunitaria, especialmente dirigido a la población ubicada aguas abajo de la presa de colas. También se desarrolla cada año un ejercicio que integra a las entidades de apoyo externo, como Bomberos, Defensa Civil, Policía y otras organizaciones pertenecientes al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo.

Tabla 7.3.3.30 Frecuencia de entrenamientos y simulacros de los equipos de manejo de crisis y emergencias

Equipo	Inducción (Rol específicos)	Notificación Equipo Prueba de llamadas	Ejercicio de Escritorio	Ejercicio de Campo
CMT	Al ingresar	Semestral	Bienal	N/A
EMT	Al ingresar	Semestral	Anualmente	Anualmente (cronograma)
ERT	Al ingresar	Semestral	N/A	Anualmente (cronograma)

Fuente: Manual Integral Para la Gestión de Emergencias, Crisis y de Continuidad del Negocio, 2025

B. Plan Operativo

El plan operativo define los lineamientos esenciales para responder ante una contingencia y describe cómo debe activarse y funcionar el sistema de atención de emergencias. En él se especifican los procesos de notificación, la estructura organizacional y la forma en que deben coordinarse las distintas áreas cuando sea necesario poner en marcha el plan de contingencia. También determina las acciones inmediatas que deberán ejecutar las diferentes coordinaciones y dependencias de la Compañía tras la ocurrencia de un evento adverso, con el propósito de restablecer las operaciones del proyecto en el menor tiempo posible.

Dentro del Plan de Emergencias y Contingencias, el plan operativo contempla entre otros elementos, los niveles de emergencia y de alarma, los criterios de activación, las prioridades de respuesta y un conjunto de Guías Tácticas orientadas a la gestión técnica de las contingencias. Estas guías cumplen una función netamente operativa, indicando las acciones específicas a seguir, especialmente en situaciones donde el impacto del evento puede generar desorientación o cuando no se cuenta con todo el personal necesario. En estos escenarios, disponer de un plan claro resulta fundamental.

Los planes operativos incluidos en este documento se enfocan en amenazas puntuales, especialmente aquellas que pueden manifestarse durante las fases de construcción y operación y extenderse más allá de las zonas de trabajo del proyecto, como fallas en las presas, explosiones o derrames. En otras palabras, abordan emergencias con el potencial de generar daños significativos tanto en las instalaciones del proyecto como en las comunidades cercanas y en los ecosistemas externos al área de intervención directa del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote.

a. Niveles de emergencia

La clasificación de los niveles de emergencia permite al Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote establecer criterios precisos para activar acciones y asignar de manera eficiente los recursos humanos, tecnológicos y de infraestructura destinados a la atención de incidentes. Esta categorización se fundamenta en la identificación de elementos vulnerables y en las prioridades de protección dentro del área de influencia del proyecto, tanto en el ámbito local como regional. La cantidad y tipo de recursos requeridos dependen, principalmente, de la naturaleza del evento, su magnitud y el alcance de sus consecuencias; no obstante, también influyen factores como las condiciones específicas de la emergencia, su origen y las particularidades del escenario en el que se desarrolla. A continuación, se presentan los niveles de emergencia aplicables al proyecto:

I. Nivel leve – Incidente menor C1 - C2

Corresponde a situaciones que pueden ser controladas de manera inmediata mediante acciones básicas internas, sin que se propaguen ni afecten otras zonas fuera del área de operaciones. Podría requerir la evacuación puntual de trabajadores hacia sectores seguros, pero no genera impactos significativos ni altera la continuidad de las actividades del proyecto. No compromete más de un equipo o área específica y no requiere apoyo externo, ya que puede ser gestionado completamente con los recursos propios de la Compañía. Las posibles afectaciones a personas pueden ser atendidas por los servicios médicos internos y no existe repercusión alguna sobre comunidades externas.

II. Nivel moderado – Incidente medio C3 - C4

Este nivel implica emergencias que demandan la articulación con recursos del plan de ayuda mutua, servicios públicos de emergencia y autoridades municipales, como el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD) de San Roque. El evento puede impactar a comunidades cercanas, llegar a causar al menos una fatalidad y requerir la evacuación parcial del personal hacia zonas seguras o fuera del proyecto. Incluso puede ser necesaria la evacuación de sectores de la población ubicada en el área de influencia. La magnitud del incidente puede justificar la declaratoria de emergencia local por parte de las autoridades competentes.

III. Nivel grave – Incidente mayor

Estos eventos superan la capacidad de respuesta local y exigen la intervención de organismos regionales y nacionales, como el Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (CDGRD) de Antioquia, el DAGRAN o el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD). Las consecuencias pueden incluir daños significativos a terceros dentro del área de influencia y la ocurrencia de fatalidades, lo que puede llevar a la declaratoria de emergencia departamental o nacional debido a la gravedad del incidente.

b. Alerta, alarma y niveles de activación

I. Alerta

La alerta corresponde a una condición declarada por las autoridades competentes o por el Equipo de Manejo de Crisis (CMT), cuyo propósito es activar medidas preventivas ante la posibilidad inminente de que ocurra un evento adverso. Este estado funciona como una señal anticipada que permite reforzar la vigilancia, preparar recursos y adoptar acciones preliminares que reduzcan el impacto potencial de la emergencia.

En el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, los distintos niveles de alerta que establecen el grado de preparación y respuesta necesario se encuentran especificados en la Tabla 7.3.3.31. Estos niveles permiten diferenciar entre situaciones de monitoreo preventivo, condiciones de amenaza moderada y escenarios de inminente ocurrencia del evento, garantizando así una reacción oportuna y coordinada entre las áreas operativas, administrativas y de gestión del riesgo.

Tabla 7.3.3.31 Niveles de alerta en el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote

Nivel	Código	Estado declarado
Nivel 1	Alerta verde	Estado de normalidad
Nivel 2	Alerta amarilla	Estado de observación de señales críticas o susceptibles a el detonante de la amenaza
Nivel 3	Alerta naranja	Estado de alistamiento y disponibilidad de reacción ante posible materialización de la emergencia
Nivel 4	Alerta roja	Reacción inmediata

Fuente: Integral S.A., 2025

Es importante resaltar que estos niveles se encuentran alineados a lo definido tanto en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo del municipio de San Roque ((CMGRD, 2017) y a la Estrategia Departamental para la Respuesta a Emergencias (EDRE) del departamento de Antioquia (CDGRD, 2018). Quienes definen estos códigos de alerta en los componentes de preparación para la respuesta.

II. Alarma

Se trata de una notificación generada por las autoridades competentes o por el Equipo de Manejo de Crisis (CMT) del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, cuyo objetivo es indicar la necesidad de seguir instrucciones concretas ante la existencia o inminencia de una situación de emergencia. Esta advertencia se comunica mediante una señal sonora de alarma destinada a alertar de forma inmediata al personal.

Los distintos niveles de activación de la alarma establecidos para el proyecto se encuentran detallados en la Tabla 7.3.3.32.

Tabla 7.3.3.32 Niveles de activación de alarma

Nivel de activación	Definición	Acciones	Responsable de Activación
1	El Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote dispone de la capacidad para atender emergencias mediante sus grupos de intervención, liderados por el Equipo de Respuesta a Emergencias (ERT) y la brigada de emergencia.	El Equipo de Respuesta a Emergencias (ERT) realiza monitoreos e inspecciones periódicas de los elementos y rutas de emergencia, y se mantiene en permanente estado de alistamiento para atender cualquier eventualidad. Brinda atención primaria conforme a la activación del sistema de emergencias y a las solicitudes de las áreas involucradas. Asimismo, evalúa los incidentes atendidos, documenta los resultados y elabora informes que permiten identificar lecciones aprendidas y oportunidades de mejora para la brigada de emergencia. Durante estas actividades, las operaciones del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote continúan desarrollándose con normalidad.	ERT
2	Requiere suspender actividades en el área afectada, atendiendo la situación con los recursos propios de la instalación.	El líder del ERT evalúa la situación reportada y activa el sistema de coordinación de emergencias a través del coordinador designado, con el fin de conformar los equipos de intervención requeridos. Cuando la magnitud del evento lo amerita, se notifica y convoca a la alta dirección. Las demás áreas del proyecto que no se vean comprometidas por la emergencia continúan desarrollando sus funciones y responsabilidades de manera habitual.	Líder ERT
3	Es necesario declarar una situación de crisis en el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote	Bajo la dirección del líder del Equipo de Manejo de Emergencias (EMT) se establecerá la coordinación integral de la emergencia, lo que implica la suspensión temporal de las actividades, funciones y competencias del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote. Asimismo, se activará la articulación con el CMGRD del municipio de San Roque y se gestionará el apoyo de los mecanismos de ayuda mutua y de los organismos de socorro correspondientes.	Líder EMT

Fuente: Integral S.A., 2025

c. Plan de evacuación

Cuando se active la alarma de evacuación, el personal deberá desplazarse ordenadamente por las rutas establecidas hasta los puntos de encuentro designados. El coordinador de evacuación dirigirá todo el proceso, por lo que se deberán acatar sus instrucciones y las de los brigadistas en cada etapa del recorrido.

Al llegar al punto de encuentro, se realizará el conteo y verificación del personal para confirmar que todas las personas hayan evacuado de manera segura. Posteriormente, se seguirán las orientaciones emitidas por el coordinador de la emergencia y, de ser necesario, por las autoridades competentes, quienes determinarán las acciones a continuar.

I. Rutas de evacuación

Las rutas de evacuación son trayectos previamente planificados para permitir que el personal del proyecto y, cuando aplique, la comunidad cercana, se desplacen hacia zonas seguras en el menor tiempo posible y bajo condiciones que garanticen su protección. Estos recorridos se establecen desde el lugar donde se genera la emergencia hasta los refugios o puntos seguros definidos por el equipo responsable del plan de evacuación de la Compañía.

La selección de cada ruta depende de las características específicas del evento, considerando factores como la dirección del viento, el nivel de accesibilidad, las condiciones del terreno y la viabilidad de la movilización. Su definición y habilitación estarán a cargo de personal especializado que apoya la atención de la emergencia, asegurando que las alternativas escogidas representen la opción más segura para las personas involucradas.

En los puntos de encuentro asignados para cada instalación, el coordinador de evacuación será quien imparta las instrucciones necesarias durante el proceso de evacuación y coordine la verificación del personal.

Para la comunidad, las rutas de evacuación corresponderán a los caminos y vías existentes, dado que los eventos identificados que podrían requerir evacuación incluso bajo el escenario más crítico, como la posible rotura de la presa, no se desarrollan de manera súbita, lo que permite contar con tiempo suficiente para desplazarse hacia los puntos de encuentro establecidos.

Tanto las rutas de evacuación como los puntos de encuentro podrán ajustarse o redefinirse según avance el proyecto y cambien las condiciones operativas, garantizando que continúen siendo adecuados, funcionales y seguros en cada fase del desarrollo del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote.

II. Puntos de encuentro

Los puntos de encuentro son lugares previamente seleccionados por su seguridad y debidamente señalizados para tal fin, donde se concentrará el personal evacuado durante una emergencia. En estos sitios se realizará el conteo del personal con el objetivo de verificar que todas las personas hayan sido evacuadas de manera correcta y evaluar la eficiencia del proceso de evacuación.

Para el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, los puntos de encuentro se definen de manera estratégica, dividiéndolos por áreas de trabajo según la densidad de personal en cada sector. Esto permite organizar la evacuación de forma ordenada y minimizar riesgos durante el traslado hacia zonas seguras.

Al igual que las rutas de evacuación, los puntos de encuentro se revisarán y ajustarán periódicamente, considerando los avances del proyecto, los cambios en las instalaciones y las condiciones operativas, con el fin de garantizar que continúen siendo accesibles, seguros y eficaces en todas las fases del desarrollo del proyecto.

d. Procedimientos operativos de respuesta a implementar ante la suspensión o limitación del vertimiento

I. Protocolo general ante una emergencia

La activación de los equipos de emergencia se realizará conforme a los niveles de emergencia establecidos para el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, tal como se presenta en la Figura 7.3.3.34. Estos niveles se determinan según el alcance y la severidad de las consecuencias asociadas al evento, incluyendo la extensión territorial afectada, el impacto sobre personas, bienes y servicios, así como los efectos sobre el medio ambiente, entre otros criterios relevantes.

Las categorías de emergencia, clasificadas desde C1 hasta C6, se derivan de la matriz de evaluación de riesgos contemplada en este PGR. La caracterización y definición de cada nivel se encuentra detallada en la Figura 7.3.3.34 donde se establecen los parámetros que orientan la respuesta y movilización de los recursos operativos y especializados.

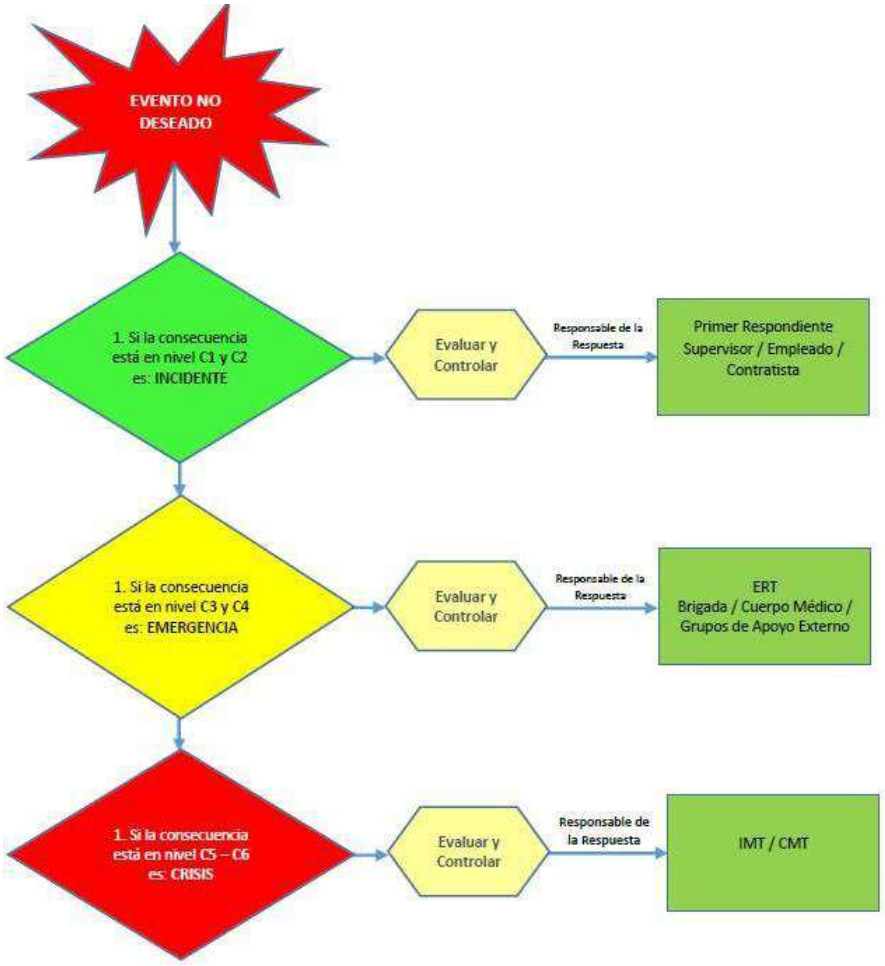


Figura 7.3.3.34 Niveles de consecuencias y activación de los equipos de emergencia

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

Previo a la ejecución de cualquier acción operativa, es fundamental contar con un proceso claro y ordenado que permita activar de manera oportuna los mecanismos de respuesta establecidos en el Plan de Emergencias y Contingencias del de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote. A continuación, se describe, paso a paso, las actuaciones iniciales que deben llevar a cabo el personal interno, el Centro de Monitoreo y los equipos de respuesta ante la detección de una situación de emergencia, garantizando una coordinación efectiva, la movilización adecuada de recursos y la protección de las personas, las instalaciones y el entorno. Es importante destacar que estos protocolos y procedimientos de respuesta se encuentran articulados a las Guías Tácticas de Respuesta descritos en el ANEXOS_PGR_Guias_Tacticas y a los Procedimientos Operativos Normalizados del proyecto dentro de los cuales se destaca, entre otros, el protocolo para la activación y movilización de equipos de respuesta a emergencias y el protocolo por activación para evacuación descritos en el ANEXOS_PGR_PONs.

II. Activación del Plan y Respuesta de Control

i. Notificación de la emergencia

- Cualquier miembro de la comunidad o primer respondiente deberá reportar la emergencia al Centro de Monitoreo, identificándose e indicando el tipo y la ubicación del evento.
- El Centro de Monitoreo confirma la información recibida y registra los datos en el formato oficial de reporte de emergencia.

ii. Evaluación inicial y determinación de movilización del ERT

- El Centro de Monitoreo evalúa la naturaleza del evento y determina si es necesaria la activación y movilización del Equipo de Respuesta en Terreno (ERT).

iii. Movilización del ERT

- Si corresponde, el Centro de Monitoreo moviliza al ERT hacia el punto de (sedimentador específico o PTAR).
- Cuando la emergencia lo amerite, también informará al personal interno clave para la gestión de recursos, equipos y apoyo operativo.

iv. Información al líder del ERT

- El Centro de Monitoreo debe informar al líder del ERT de la operación afectada.
- El líder del ERT coordina la movilización de su equipo hacia la zona del incidente.

v. Notificación a grupos externos de emergencia

- El Centro de Monitoreo contactará a las entidades externas de apoyo que se requieran según el tipo de emergencia.
- En casos de descarga significativa sin tratamiento o colapso estructural que pueda afectar cuerpos de agua, deberá notificarse de manera inmediata a la autoridad ambiental competente (CORANTIOQUIA)
- En casos de pérdida de contención de hidrocarburos o sustancias peligrosas, deberá notificarse de manera inmediata al cuerpo de bomberos y a la autoridad ambiental.
- Si se presentan afectados entre trabajadores, se realizará el reporte correspondiente al Ministerio de Trabajo, en cumplimiento del Plan Nacional de Contingencia.
- Si el evento implica riesgo para comunidades aguas abajo, se notificará a la Alcaldía municipal, Defensa Civil y Bomberos.

vi. Activación del Sistema de Comando de Incidentes (SCI)

- Una vez los equipos arriben con capacidad operativa, deben ejecutar los pasos iniciales del SCI conforme a los protocolos establecidos.

vii. Reporte de arribo a la escena

- Al llegar al lugar del incidente, el ERT deberá informar al Centro de Monitoreo su presencia en la escena.

viii. Asunción y establecimiento del Puesto de Comando (PC)

- Se debe designar quién asume el mando y comunicar al Centro de Monitoreo su nombre y la ubicación del Puesto de Comando.
- El PC debe ubicarse en un sitio seguro, con buena visibilidad, adecuado acceso, facilidades de comunicación, alejado del ruido y de la zona de peligro, y con espacio para ampliación si es necesario.

ix. Evaluación de la situación

La evaluación inicial debe considerar:

- Naturaleza del incidente y descripción general de lo ocurrido.
- Sistema afectado (Se identifica se trata de la PTAR o alguno de los sedimentadores)
- Identificación de amenazas presentes.
- Dimensión del área afectada. (Extensión de la posible pluma de contaminación, área de influencia directa.)
- Posibles medidas de aislamiento. (Cierre de válvulas, desvío de flujos, activación de sistemas de contingencia.)
- Ubicación apropiada para el PC, el Área de Espera (E) y el Área de Concentración de Víctimas (ACV).

x. Establecimiento del perímetro de seguridad

Al definir el perímetro se debe tener en cuenta:

- Tipo de incidente y extensión del área afectada.
- Condiciones topográficas y ambientales.
- Relación del incidente con vías de acceso y zonas disponibles cercanas.
- Riesgos adicionales (deslizamientos, explosiones, caída de escombros, cables energizados, entre otros).
- Identificación de rutas de ingreso y salida de vehículos.
- Coordinación con el organismo de seguridad correspondiente para el aislamiento perimetral.
- Solicitar el retiro de todas las personas no autorizadas dentro de la zona de impacto.

xi. Establecimiento de objetivos y estrategias de respuesta

- Los objetivos deben ser específicos, observables, alcanzables y evaluables.
- Las estrategias constituyen los métodos para lograr dichos objetivos, orientando las acciones del equipo de respuesta. (Activación de bombas en reserva, redireccionamiento de flujos hacia líneas alternas, dosificación de floculantes, y monitoreo intensificado aguas abajo etc.…).

xii. Organización de grupos de trabajo

Se conformarán los grupos necesarios según la naturaleza del evento, incluyendo:

- Grupo Técnico – Operativo: Personal de mantenimiento y operación de la PTRA y/o sedimentadores
- Grupo operativo para los monitoreos de calidad de agua.
- Contraincendios
- Primeros auxilios
- Evacuación y rescate
- Hazmat
- Equipos de relevo u otros que se requieran

xiii. Identificación de recursos, equipos e instalaciones de apoyo

- Determinar la ubicación del Área de Espera (E) y del Área de Concentración de Víctimas (ACV).
- Identificar los recursos, equipos y apoyo logístico necesarios.
- Solicitar dichos recursos a través del líder del ERT y del Coordinador de Emergencias.

xiv. Control y mitigación del evento

Las acciones de control general pueden incluir:

- Extinción y control de incendios.
- Atención de víctimas o personas lesionadas.
- Rescate de personas atrapadas.
- Contención y control de fugas o derrames de materiales peligrosos.

Para la PTAR

- Activación de bombas de reserva
- Redireccionamiento del caudal hacia la línea alterna de tratamiento.
- Vertimiento controlado sin tratamiento (Escenario critico) con monitoreo intensificado

Para los sedimentadores:

- Limpieza de vertederos obstruidos
- Dosificación de floculantes y/o coagulantes para mejorar la sedimentación.
- Activación de dragado de emergencia si la colmatación es crítica.

xv. Evaluación posterior al incidente e inventario de recursos

- Una vez controlada la emergencia, se asignará un equipo preventivo para mantener la vigilancia hasta que el líder del ERT declare completamente superada la situación.

- Finalizadas las acciones operativas, se realizará una reunión de evaluación para analizar el desarrollo de las operaciones, las dificultades presentadas y lecciones aprendidas.
- Se realizará un inventario de equipos y recursos utilizados.

xvi. Elaboración y envío del reporte de emergencia

- Concluida la emergencia, el Operador del Centro de Monitoreo deberá diligenciar y remitir el Reporte de Información de Emergencia según el formato establecido.

III. Procedimientos adicionales específicos para la PTAR

El sistema de tratamiento cuenta con las siguientes características de diseño que garantizan redundancia operativa:

- Estación de bombeo: equipada con dos bombas sumergibles de acople rápido (una en operación y una en reserva), que operan en forma alternada. Cuenta con un volumen útil de almacenamiento de 29,70 m³, equivalente a aproximadamente una hora de autonomía.
- Sistema de aireación: dispone de tres sopladores (dos en operación y uno en reserva), con entrada automática del equipo de reserva en caso de falla.
- Líneas de tratamiento: dos líneas en paralelo que permiten aislar una de ellas para mantenimiento sin detener la operación.

i. Procedimiento ante falla en bombas:

- Detección: El sistema emite una alarma automática ante falla de una o ambas bombas.
- Verificación: El operario realiza inspección inmediata de las unidades.
- Activación de redundancia: Si solo falla la bomba en operación, la bomba en reserva entra automáticamente en funcionamiento.
- Aprovechamiento del volumen de almacenamiento: Si fallan ambas bombas, se dispone de aproximadamente 1 hora (volumen útil de 29,70 m³) para ejecutar el reemplazo de las unidades o realizar las reparaciones necesarias.
- Reposición de repuestos: Se activa el procedimiento para utilizar la bomba de repuesto disponible en stock, minimizando el tiempo de inactividad.

ii. Procedimiento ante falla en aireadores:

- Detección: Alarma por falla de unidad operativa.
- Activación de reserva: El soplador en reserva entra automáticamente en servicio.
- Reparación: El personal procede a revisar y reparar la unidad de falla, contando con el tiempo suficiente gracias a la redundancia del sistema.
- Procedimiento ante necesidad de aislar una línea de tratamiento:
- Identificación de la falla: Se determina qué línea o tanque requiere mantenimiento o presenta falla.
- Redireccionamiento del caudal: Se cierra la entrada a la línea afectada y se redirige la totalidad del caudal hacia la otra línea en operación.

- Monitoreo de eficiencia: Se verifica que, aunque pueda disminuir ligeramente la eficiencia general del sistema, se garantiza la continuidad del proceso de tratamiento.
- Reparación: Se procede con las labores de mantenimiento en la línea aislada.

iii. Procedimiento ante falla total del sistema (escenario crítico):

- Detección: Falla generalizada que impide cualquier tipo de tratamiento.
- Evaluación: Se confirma que no es posible restablecer la operación en el corto plazo.
- Vertimiento controlado: Se procede a la descarga del caudal sin tratamiento, correspondiendo la calidad del agua vertida a la del afluente que ingresa a la estación de bombeo.
- Notificación inmediata: Se activa el nivel de emergencia y se procede con la notificación a la autoridad ambiental en el menor tiempo posible (máximo 48 horas).
- Monitoreo de afectación: Toma de muestras en el punto de descarga y en estaciones aguas abajo para evaluar el impacto real sobre el cuerpo receptor.
- Restablecimiento: Una vez corregida la falla, se reanuda la operación normal y se continúa con el monitoreo de seguimiento.

IV. Procedimientos específicos adicionales para los sedimentadores

i. Procedimiento ante colmatación crítica:

- Detección: Mediante monitoreo semestral de volúmenes de sedimentos, se identifica que el sedimentador ha alcanzado el 80% de su capacidad de almacenamiento efectivo.
- Programación de dragado: Se activa el plan de dragado, programándolo preferiblemente en época de verano (enero-febrero-marzo) para facilitar el acceso de maquinaria y minimizar la resuspensión de sedimentos.
- Ejecución: Retiro de sólidos acumulados mediante retroexcavadora y volquetas, con disposición final en sitios autorizados.
- Monitoreo post-dragado: Verificación batimétrica para confirmar la recuperación del volumen útil.

ii. Procedimiento ante obstrucción de vertederos:

- Detección: Inspección visual durante recorridos de mantenimiento o por aumento del nivel del agua sin causa aparente.
- Limpieza: Retiro manual o mecánico de material acumulado en rejillas, canales de aproximación y estructura del vertedero.
- Verificación: Comprobación del correcto funcionamiento hidráulico posterior a la limpieza.

iii. Procedimiento ante incumplimiento de SST en efluente:

- Detección: Resultado de monitoreo mensual que supera el límite de 50 mg/L establecido en la Resolución 0631 de 2015.
- Verificación: Nuevo muestreo para confirmar el resultado.
- Activación de contingencia: Si se confirma el incumplimiento, se procede a la dosificación controlada de coagulantes y floculantes en el punto de entrada del sedimentador para mejorar la sedimentación de partículas finas.
- Evaluación: Monitoreo continuo para evaluar la efectividad de la dosificación y ajustar dosis según se requiera.
- Seguimiento: Una vez restablecida la condición de cumplimiento, se mantiene monitoreo intensificado por un periodo de tres meses.

iv. Procedimientos Específicos para Sedimentador La Colorada

Dadas sus características particulares y los análisis de diseño que estiman una sedimentación anual de 9.569 m³ de sólidos con una eficiencia de retención del 77%, se establecen los siguientes procedimientos adicionales:

- Monitoreo semestral de volúmenes: Levantamientos batimétricos después de cada periodo de lluvias (abril-junio y octubre-diciembre) para calibrar las tasas de sedimentación reales.
- Caracterización de sedimentos: Durante cada monitoreo, análisis fisicoquímico de los sólidos retenidos para determinar su adecuada disposición final.
- Programación de dragado: Considerando un volumen de almacenamiento efectivo de 55.545 m³ y una colmatación proyectada de 110.500 m³ a los 15 años, se prevé al menos una intervención de dragado después de los primeros 7 años de actividad, coincidiendo con los periodos de mayor movimiento de masas en la zona.
- Ejecución en época seca: Las labores de dragado se ejecutarán preferiblemente durante el primer ciclo de verano (enero-febrero-marzo).

v. Procedimientos para Sedimentadores El Banco y San Antonio

- Para estos sedimentadores, que operan bajo el mismo principio de decantación, se establecen los siguientes procedimientos:
- Monitoreo semestral del volumen de sólidos acumulados: Igualmente después de cada periodo de lluvias, para determinar la necesidad de intervención.
- Criterio de dragado: La frecuencia de las intervenciones se determinará con base en los resultados del monitoreo, procurando que nunca se supere el 80% del volumen destinado al almacenamiento de sedimentos.
- Inspección anual de vertederos: Verificación de que los vertederos principales y de emergencia no presenten obstrucciones, corrosión o daños estructurales.
- Limpieza semestral de rejillas y canales: Especialmente antes del inicio de la temporada de lluvias, para garantizar el correcto funcionamiento hidráulico de estas estructuras, diseñadas para eventos de 25 y 500 años respectivamente.

e. Medidas de atención a contingencias

Para la adecuada atención de los eventos de riesgo identificados en el Proyecto Gramalote, se desarrollaron Guías Tácticas de Respuesta, las cuales constituyen herramientas operativas complementarias al Plan de Emergencias y Contingencias. Su propósito es estandarizar la actuación del personal frente a escenarios específicos, mediante la descripción clara de las características del evento, un resumen situacional, los riesgos asociados, las medidas de seguridad aplicables y los procedimientos de emergencia que orientan la respuesta inmediata y coordinada.

Las Guías Tácticas actualmente definidas para el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote contemplan los siguientes escenarios de riesgo:

- Incendio en líquidos inflamables
- Emergencias por gases inflamables
- Incendio forestal en montes bajos o pastos
- Fuga de líquidos en tierra
- Derrame de líquidos en cuerpos de agua
- Incendios estructurales de baja magnitud
- Atentados o amenazas de atentados
- Sismos

Estas guías se incluyen como anexo técnico del presente Plan de Emergencias y Contingencias, específicamente en el ANEXOS_PGR_Guias_Tacticas a Emergencias, para su consulta, actualización y aplicación durante la preparación y atención de incidentes.

De manera complementaria a las Guías Tácticas de Respuesta y con el propósito de fortalecer la gestión integral de emergencias, el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote ha establecido un conjunto de Procedimientos Operativos Normalizados (PON). Estos procedimientos describen de forma detallada las acciones que deben ejecutarse ante la materialización de diversos escenarios de riesgo, garantizando su articulación con el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y contribuyendo a la estandarización de la respuesta institucional. Los PON definidos para el Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote son los siguientes:

- Protocolo para la activación y movilización de equipos de respuesta a emergencias
- Protocolo para inundaciones y deslizamientos
- Protocolo para emergencias atmósferas irrespirables
- Protocolo para emergencias de rescate técnico
- Protocolo para respuesta a emergencias sociales (asuntos corporativos)
- Protocolo para respuesta a emergencias sociales (relacionamiento comunitario)
- Protocolo para activación por siniestro o accidente vial
- Protocolo para activación para el control de derrames
- Protocolo por activación por falla mecánica
- Protocolo por activación para evacuación

Los anteriores protocolos listados, obedecen a fortalecer de manera integral los mecanismos de reacción y atención de emergencias que se puedan presentar en el

Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote y cada uno de estos se encuentra descrito ampliamente en el ANEXOS_PGR_PONs.

f. Elaboración y envío de Informes a la Autoridad Ambiental

Una vez controlada la emergencia y como parte fundamental del cumplimiento normativo, se deberá elaborar y remitir a la autoridad ambiental competente un informe preliminar en un plazo máximo de 48 horas después de ocurrido el evento, el cual deberá contener una descripción detallada del incidente incluyendo fecha, hora, ubicación exacta con coordenadas, tipo de falla presentada, volumen estimado descargado (si aplica), duración del evento y sistema afectado (PTAR o sedimentador específico), así como el nivel de emergencia activado conforme a la clasificación C1 a C6 del proyecto.

Este informe deberá igualmente describir las causas que originaron el evento, ya sean de tipo operativo, mecánico, estructural o externo, los efectos directos e indirectos generados sobre el cuerpo receptor incluyendo los resultados preliminares de los monitoreos en el punto de descarga y estaciones aguas abajo si se encuentran disponibles, y las acciones de control adelantadas para contener y mitigar la contingencia, detallando el personal y equipos involucrados y el estado actual del sistema una vez finalizada la respuesta inicial.

Posteriormente, una vez se cuente con los resultados completos de los monitoreos a los medios afectados, se deberá elaborar un informe detallado en un plazo máximo de un mes después de la fecha del evento, el cual deberá incluir los resultados de los monitoreos ambientales mediante tablas y gráficos comparativos de la calidad del agua antes, durante y después del evento en el punto de descarga y en las estaciones aguas abajo definidas, y una evaluación del impacto ambiental real causado al cuerpo receptor, las lecciones aprendidas, así como las acciones propuestas para mitigar los efectos residuales y prevenir la recurrencia del evento.

7.3.3.6.2 Plan informático

El Plan Informático define los lineamientos y protocolos para la gestión de la información y la logística necesaria durante la atención de una emergencia. Este plan incluye los datos de contacto del personal clave para la respuesta tanto interno como externo, entre ellos los integrantes del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de San Roque y el Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Antioquia. Asimismo, incorpora los acuerdos de ayuda mutua, el inventario de recursos y equipos disponibles, y demás elementos informativos esenciales para asegurar que los planes estratégico y operativo se ejecuten de manera oportuna, coordinada y eficiente.

El Plan Informático, por tanto, actúa como un soporte fundamental para la organización y flujo de la información crítica, garantizando que todas las partes involucradas cuenten con datos actualizados, confiables y accesibles para una respuesta efectiva ante cualquier escenario de emergencia.

A. Plan de información y comunicación interna

La puesta en marcha del sistema de comunicaciones a lo largo de todas las fases del proyecto es fundamental para asegurar una respuesta eficaz ante cualquier evento contingente y para facilitar la recuperación de los componentes afectados.

- Se implementarán tanto medios de comunicación fijos como móviles. Los dispositivos móviles deberán ubicarse en los frentes de obra y estarán bajo la responsabilidad del ingeniero a cargo y de los contratistas que operan en cada zona.
- Los equipos fijos se instalarán en los espacios con presencia operativa permanente, como las áreas de infraestructura, talleres, oficinas administrativas, centros de atención a la comunidad y el centro de salud.
- El sistema de comunicaciones del plan de contingencias contará con una central de control situada en la oficina principal del proyecto, desde donde se coordinarán todas las acciones de respuesta ante un evento inesperado.
- Esta central mantendrá comunicación directa con los distintos frentes de obra, los municipios involucrados, el centro de salud del proyecto y las demás dependencias relacionadas.
- El proyecto dispondrá de líneas telefónicas y radios portátiles en cada frente de obra, así como en las áreas de infraestructura y en todas las oficinas. Se recomienda priorizar el uso de radios y telefonía celular como dispositivos móviles principales.

Asimismo, los miembros del equipo de respuesta a emergencias deberán contar con un directorio actualizado que incluya los números de contacto del personal participante y de las entidades de apoyo. Además, el sistema deberá integrar unidades móviles equipadas con dispositivos de radiofrecuencia enlazados con la Base de Comunicaciones ubicada en la oficina principal, la cual, a su vez, deberá mantener comunicación bidireccional con el Centro de Atención de la Emergencia.

a. Plan para el manejo de las comunicaciones de emergencias

El objetivo es asegurar que el personal responsable de atender una emergencia en el proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote disponga de los lineamientos esenciales para el manejo de las comunicaciones durante un evento, de manera que se garantice una interacción clara y oportuna antes, durante y después de la situación de emergencia.

b. Flujo de las Comunicaciones en el Modelo del Comando de Incidentes para el Proyecto Gramalote

En el proyecto, las comunicaciones bajo el modelo de Comando de Incidentes (IC) operan de forma vertical, siguiendo la estructura jerárquica y el flujo establecido de autoridad. Paralelamente, se mantiene un flujo de comunicación horizontal entre los grupos que se encuentran en un mismo nivel organizacional.

El Equipo de Respuesta a Emergencias (ERT) debe emplear un lenguaje unificado, claro y preciso, evitando el uso de códigos o abreviaturas, con el fin de garantizar que la información transmitida sea coherente y comprensible para todos los involucrados. En este

marco, se distinguen dos modalidades de comunicación: formal e informal. La comunicación informal se utiliza exclusivamente para el intercambio de información relacionada con el incidente. Por su parte, la comunicación formal constituye el estándar dentro de los Equipos de Emergencia y se emplea para los siguientes fines:

- Recibir y asignar tareas operativas.
- Solicitar apoyo o recursos adicionales.
- Reportar el avance de las actividades en ejecución.

c. Notificación interna y externa

El Centro de Monitoreo ejecuta el Protocolo de Notificación de Emergencias, mediante el cual activa y moviliza al Equipo de Respuesta a Emergencias (ERT) del proyecto incluyendo la brigada de emergencia, el personal médico y los grupos de apoyo interno especializado. Asimismo, se contacta a las entidades externas y a los organismos de ayuda mutua cuando la situación lo requiera.

Según la magnitud de la emergencia, puede ser necesario solicitar la intervención de organizaciones locales, regionales o nacionales. La notificación a estas instancias será realizada por el puesto local de emergencia, siguiendo el orden establecido en la Figura 7.3.3.35.

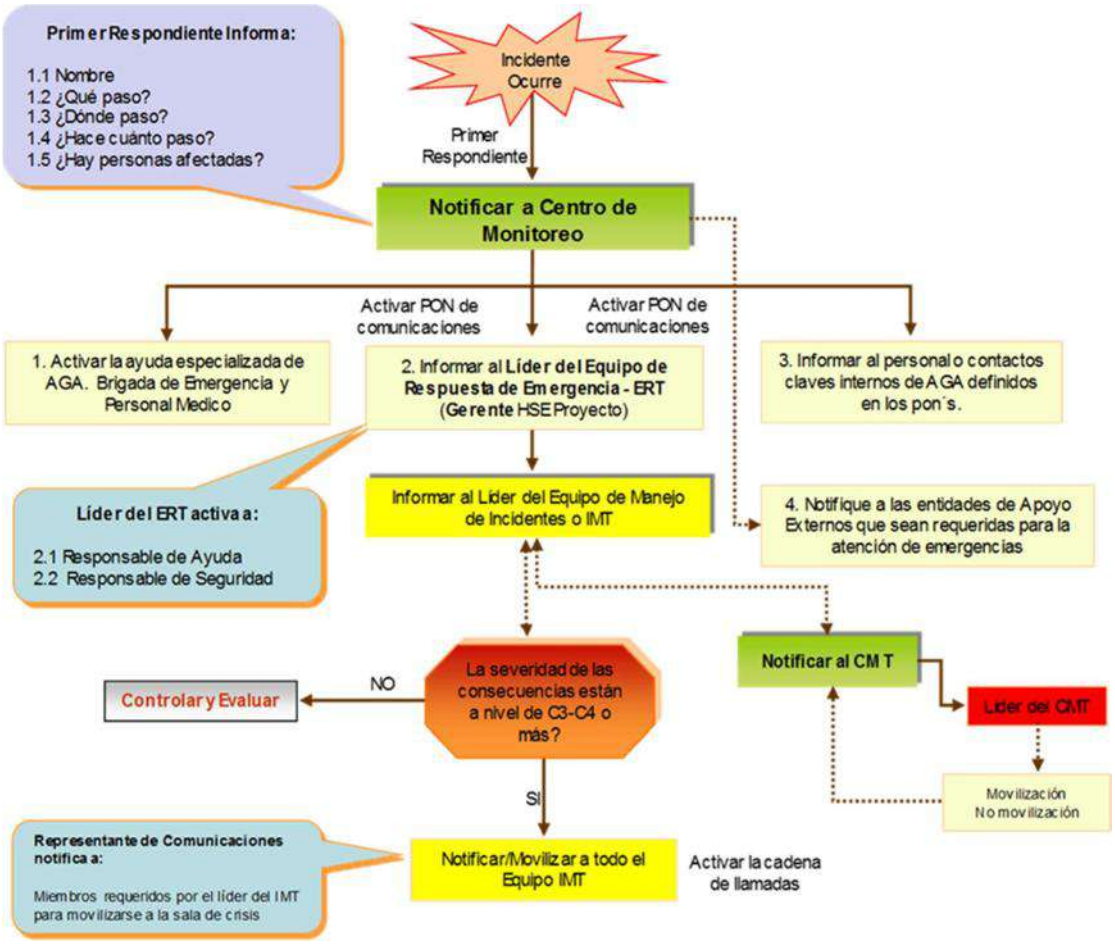


Figura 7.3.3.35 Activación y Notificación General de Emergencias

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

- **Procedimiento en la comunicación**

Tabla 7.3.3.33 Procedimientos de Comunicación

Medio	Procedimiento	Momento de realización
Oral	Activación de la emergencia (llamado al personal clave, activación de alarma sonora, radio u otra señal sonora disponible en el lugar de trabajo).	Una vez inicia la emergencia
	Comunicaciones en la atención a la emergencia	Durante la atención de la emergencia
Escrito	Notificación	Una vez ocurrida la emergencia
	Formatos para el reporte de emergencias	Durante y después de la emergencia

Fuente: Integral S.A., 2025

Los canales a través de los cuales se notifican las emergencias en el proyecto se presentan en la Figura 7.3.3.36. Es importante destacar que, al momento de realizar la notificación por los canales internos, la información debe comunicarse de manera clara y precisa, atendiendo los siguientes cinco lineamientos:

- Nombre
- ¿Qué pasó?
- ¿Dónde pasó?
- ¿Hace cuánto pasó?
- ¿Hay personas afectadas?

Figura 7.3.3.36 Canales de notificación de emergencias

Fuente: Plan de Emergencias SITE 2025

B. Plan de información de contacto de actores externos

La gestión del riesgo de desastres articula diferentes actores en torno a la gestión a nivel local, municipal, regional y nacional, dentro de las que intervienen cuerpos de bomberos, policía militar, cruz roja, hospitales, defensa civil, entre otras. En la tabla QQ se listan los contactos de actores externos vinculados a los procesos de gestión del riesgo, con los cuales el proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote.

Tabla 7.3.3.34 Contacto de actores externos de la gestión del riesgo

Institución	Encargado	Datos de contacto
CMGRD San Roque	Marco Rincón	3136273135
DAGRAN	--	604 3838850 - 123
Cuerpo de bomberos San Roque	Comandante Milena Castillo	3117359500 3244313425
Cuerpo de bomberos Cisneros	Comandante Mónica Agudelo	3136423016 3107028310
Cuerpo de bomberos Puerto Berrío	Comandante William Isaza	3106504958 3108905338
Hospital San Roque	--	6048656735 EXT 1007- 3117198595
Hospital Maceo	--	6048640231 EXT 114 310 414 0045 Urgencias
Hospital Cisneros	--	6048631525
Centro de Salud Providencia	--	6048657915
Centro de Salud Cristales	--	0948631847
Estación de Policía San Roque	--	3117468076
Cornare	Sede Principal	(604) 5461616 -5201170 ext. 214
Cornare	Regional Porce-Nus	(604) 5461616 -5201170 ext. 706
Cruz Roja	Sede Medellín	(604) 350 53 00 - 3007098112 WhatsApp
Defensa Civil	Gloria Ramírez	2852018
Vinus sst	Esteban Cifuentes	8603102-3206969704
Emergencias Vinus	--	18000413724

Fuente: Integral S.A., 2025

C. Equipamiento para la atención de emergencias

Para garantizar una respuesta eficaz ante situaciones de emergencia, el proyecto 'Modificación de la Licencia Ambiental del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote' contará con los equipamientos detallados en la Tabla 7.3.3.35. Estos recursos han sido seleccionados para atender de manera oportuna y segura cualquier eventualidad que pueda presentarse durante las fases de construcción, operación y cierre del proyecto, en concordancia con los protocolos establecidos y la normativa vigente.

Tabla 7.3.3.35 Equipamientos para la atención de emergencias

Equipamiento	Cantidad		
	Construcción	Operación	Cierre
Ambulancia	2	1	1
Camillas tipo najo	20	20	10
Botiquín de atención pre-hospitalaria	5	20	5
Equipo autónomo de respiración	-	20	5

Equipamiento	Cantidad		
	Construcción	Operación	Cierre
Sistema de Alarmas de evacuación	1	1	1
Mangueras certificadas y accesorios	10	10	10
Motobombas y sistema de conexión	2	2	1
Trajes contra incendio (completos: botas, casco, monjas y guantes)	15	15	5
Radios portátiles para comunicación (Motorola)	10	10	5
Megáfonos	10	10	10
Vehículos de transporte soporte a emergencias	2	2	1
Kit Elementos de demarcación y señalización (cinta,	100	50	20
Kit de derrames	750	110	35
Instalación del Sistema de Protección Contra Incendio	1	-	-
Extintores PYRo CHEM (20 libras)	140	120	120
Extintores – Dióxido de carbono (20 libras)	140	120	120

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

7.3.3.6.3 Preparación para la recuperación posdesastre

Teniendo en cuenta que las acciones de recuperación post-desastre parten directamente de la evaluación de daños, los cuales sólo podrán ser cuantificados una vez ocurrido un evento, a continuación, se relacionan de manera general las acciones de rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por vertimiento de aguas residuales sin tratamiento o parcialmente tratadas.

A. Derrame de aguas residuales al suelo – actividades de respuesta y recuperación

- Determine la ubicación del derrame y la zona de afectación.
- Inspeccione el funcionamiento de los sistemas de tratamiento y los ductos de conducción e identifique el motivo del derrame.
- Evite que el derrame se expanda.
- Limpie la zona afectada de acuerdo con el siguiente procedimiento:

  A. De inmediato, recolecte la mayor cantidad de agua posible con la ayuda de baldes y recogedores.

  B. Realice limpieza de las áreas afectadas.

  C. En caso de que la afectación al terreno sea muy grave, realice un proceso de biorremediación (aplicación de bacterias especializadas, reposición del terreno, etc). Consulte con proveedor externo.

B. Vertimiento de aguas residuales sin tratar o parcialmente tratadas a cuerpo de agua – actividades de respuesta y recuperación

- Suspenda la generación de aguas residuales y el vertimiento.
- Siga las instrucciones establecidas en el plan de emergencia
- Establezca los requerimientos de monitoreo de la fuente hídrica afectada.

7.3.3.6.4 Ejecución de la respuesta y la respectiva recuperación

La ejecución de la respuesta está conformada por las acciones que deben implementarse para controlar y atender la emergencia. Comprende la activación de del equipo de respuesta, la asignación de recursos y la aplicación de los procedimientos de respuesta establecidos. Todas las acciones deberán registrarse en la bitácora de la Crisis.

Al finalizar la respuesta del evento se deberá desarrollar un informe final para la Autoridad Ambiental competente que incluya:

- Descripción del evento
- Causas
- Efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios
- Acciones de control adelantadas
- Resultados de los monitoreos realizados al medio receptor inmediatamente después de ocurrido el evento
- Plan de monitoreo en el corto y mediano plazo que permitan garantizar la correcta evaluación y verificación de la afectación
- Las medidas necesarias para implementar para recuperar las zonas afectadas y los costos asociados a su ejecución
- Las acciones para implementar para evitar la ocurrencia de situaciones similares

7.3.3.7 Sistema de seguimiento y evaluación del plan

El sistema de seguimiento y evaluación del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos pretende asegurar el cumplimiento de las actividades, objetivos y metas planteados en las fichas de acción para la reducción de riesgos y garantizar la pertinencia y efectividad de los procedimientos de respuesta establecidos. La evaluación del plan se realizará a través del seguimiento a los indicadores planteados en las medidas de reducción y de las revisiones posteriores a las crisis.

Este sistema contempla la elaboración y mantenimiento de registros detallados de todas las medidas propuestas y ejecutadas, incluyendo las acciones preventivas, así como los eventos de emergencia que se presenten, para los cuales se diligenciarán fichas estandarizadas que documenten la descripción del evento, las causas, las acciones de respuesta implementadas, los recursos movilizados y las lecciones aprendidas,

garantizando así la trazabilidad de todas las actuaciones relacionadas con la gestión del riesgo.

7.3.3.8 Divulgación del plan

Una vez formulado el presente Plan de Gestión del Riesgo, se procederá a su divulgación entre los diferentes actores que tendrán a cargo su implementación y seguimiento, garantizando que todos los involucrados conozcan sus responsabilidades y los protocolos establecidos para la respuesta ante emergencias.

Esta divulgación incluirá al personal interno del proyecto (operadores de PTAR y sedimentadores, coordinadores ambientales, personal de mantenimiento, los equipos de respuesta CMT, EMT y ERT, entre otros), así como a las entidades externas que forman parte de la estrategia de respuesta expuestos en la Tabla 7.3.3.34. Como soporte de esta divulgación, se dejará registro mediante listados de asistencia firmados, actas de reunión, registro fotográfico, presentaciones utilizadas y material informativo entregado.

7.3.3.9 Actualización y vigencia del plan

La vigencia del presente Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos estará alineada con la del permiso de vertimiento. El Plan deberá se actualizará de manera oportuna cuando:

- Se identifiquen cambios significativos en las condiciones del área de influencia que puedan afectar las amenazas evaluadas o los elementos expuestos, tales como nuevos asentamientos humanos aguas abajo, modificaciones en el uso del suelo, o alteraciones en la hidrología de las quebradas receptoras y el Río Nus.
- Se presenten modificaciones en el Sistema de Gestión del Vertimiento, incluyendo ampliaciones, rediseños o cambios tecnológicos en los sedimentadores o la PTAR.
- Cuando ocurran cambios significativos en la estructura organizacional del proyecto, en los procesos de notificación internos y externos, en los niveles de emergencia definidos o en los procedimientos de respuesta, derivados de lecciones aprendidas en simulacros, eventos reales o auditorías.
- Cuando hallan cambios en la normatividad ambiental vigente para la realización de vertimientos.
- Cuando se requiera un ajuste o adición de los riesgos y escenarios críticos contemplados que no fueron tenidos en cuenta en el Plan de Manejo del Riesgo y que se evidenciaron en las contingencias o emergencias presentadas

Cada actualización será debidamente documentada, registrando la fecha, el responsable y las modificaciones realizadas, y será comunicada a todo el personal involucrado y a las entidades externas que forman parte del plan.

BIBLIOGRAFÍA

Administración Municipal de Caracoli. (2012). *Plan de desarrollo 2012-2015.* Caracoli: Alcaldía Municipal de Caracolí.

Antioquia Gold LTD. (2017). *NI 43-101 Technical Report on Updated on Mineral Resource Estimate and Preliminary Economy Assessment.* Antioquia: Cisneros Gold Project.

Arcila, M. G. (2020). *Modelo Nacional de Amenaza Sísmica para Colombia.* Bogotá.

Botero, G., & Feininger, T. (1982). *The Antioquian Batholith, Colombia . Publicación Especial Geología, No.13.* Bogotá: Ingeominas.

CDGRD, C. D. (2018). *Estrategia Departamental de Respuesta a Emergencias EDRE del Departamento de Antioquia.* Medellín, Antioquia.

CMGRD, C. M. (2017). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de San Roque.* San Roque, Antioquia.

Gómez Londoño, E., & Catillo López, L. (2011). Análisis morfoestructural del cerro Manizales (Antioquia) y su relación con posibles manifestaciones auríferas en el Batolito Antioqueño. *Boletín de Ciencias de la Tierra*.

IDEAM. (2024). *IDEAM*. Obtenido de Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC). Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: https:/www.andi.com.co/Uploads/MapasEcosistemas2024.pdf

IGAC, UPRA. (2015). *Leyenda de Usos Agropecuarios del Suelo a Escalas Mayores a la Escala 1:25.000, Convenio 4418 IGA-110 UPRA.* Bogotá: Imprenta Nacional.

Integral S.A. (2020). *Memorando Técnico - Diseño geotécnico obras de desviación.* Gramalote Colombia Limited, Antioquia.

Masbosques. (2025). *https://masbosques.org/*. Obtenido de https://masbosques.org/bosques-tropicales-colombia/

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

Page, W. D. (1986). *Seismic Geology and Seismicity of Northwestern Colombia.* Medellín.

Paris, G. M. (2000). *Map and database of Quaternary faults and folds in Colombia and its offshore regions.* USGS.

SARA. (2016). *South America Risk Assessment (SARA) Hazardous Crustal Fault Database*. Obtenido de https://sara.openquake.org/start

Servicio Geológico Colombiano. (2015). *Memoria Explicativa del mapa de geomorfología para movimientos en masa de la plancha 132 Yolombó departamento de Antioquia - Versión 2.* Bogotá.

UNGRD. (2016). *Guía metodológica para el desarrollo de simulaciones y simulacros.* Bogotá D.C.

UNGRD. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. Bogotá. D.C, Colombia: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=CE6F0B43A0B9DF9AF8FBF52AB97FD2BB?sequence=2.

USDA, C. d. (2014). *Clave para Taxonomía de Suelos*. Obtenido de https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf

Woodward & Clyde consultants. (1980). *Phase 1, Preliminary seismic hazard study Ituango Project, Colombia.* Medellín: Integral - ISA.