

// Proyecto Gramalote // Una oportunidad de oro para Antioquia



## RESUMEN EJECUTIVO

---

Estudio de impacto **ambiental** 2015

PROYECTO MINERO GRAMALOTE TM 14292

[www.anglogoldashanti.com.co](http://www.anglogoldashanti.com.co)



---

# Estudio de impacto **ambiental** 2015

PROYECTO MINERO GRAMALOTE TM 14292

---



con el apoyo de:





## Resumen Ejecutivo.

El Proyecto minero de oro a cielo abierto Gramalote, es un proyecto de interés nacional y uno de los más grandes de Antioquia.

Los recursos minerales totales ascienden a 5 millones de onzas con potencial incremento hasta 7 millones de onzas; el material minable corresponde a 3,651 millones de onzas de producción de oro, se obtendrán entre 350 y 450 mil onzas de oro al año, que resultarán en un aporte al desarrollo de Colombia a través de regalías e impuesto de renta por un valor aproximado de cuatrocientos millones de dólares, considerando un precio de oro de USD\$ 1.300 por onza.

En la etapa de construcción, se estima que generará cerca de 3.500 empleos directos y alrededor de 7.000 indirectos. En la etapa de producción,

se calculan alrededor de 700 empleos directos y 2.000 indirectos.

La inversión inicial en el Proyecto Gramalote será de aproximadamente 2,3 billones de pesos colombianos. Toda la producción de oro será exportada, lo cual implicará un aumento en la generación de divisas.

Gracias al tamaño de la operación, se prevé que el proyecto impactará positivamente la economía regional y local y generará un ambiente propicio para estimular el desarrollo de otros sectores como el de servicios (financieros, alimentación, hotelería, transporte), construcción, educación y agrícola en la región.

Sin duda, el Proyecto Minero Gramalote será un impulsor de primera magnitud, no sólo del desarrollo local sino como

aportante de primer orden de recursos fundamentales para el desarrollo del Departamento. El Proyecto está alineado con los objetivos del Plan de Desarrollo del Departamento 2012-2015, que identifica la necesidad de complementar los recursos tradicionales, con nuevas fuentes de financiación, como las provenientes del Sistema General de Regalías.

El pronóstico de ingresos del departamento de Antioquia proveniente del proyecto minero Gramalote incluye beneficios tales como contratación de personal, contratación de obras, compra de bienes y servicios, aportes parafiscales, impuestos locales, regalías, programas de apoyo a la comunidad, programas sociales, y programas de mejoramiento ambiental y de equipamiento comunitario.



De significativa importancia para el beneficio de la región y el Departamento es el hecho de que el Proyecto Gramalote ha sido concebido bajo los más estrictos estándares ambientales y sociales, y que su desarrollo se basa en tecnologías probadas en otros proyectos a nivel mundial.

De acuerdo con reportes oficiales del Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), la producción de oro del departamento de Antioquia en los últimos 5 años (2009-2013) muestra una tendencia ligeramente descendente, con un promedio de 22,7 toneladas por año. Se prevé que cuando el proyecto Gramalote alcance su madurez operativa alcanzará una producción de oro media de 400 mil onzas por año (Entre 350 y 450 mil onzas por año), equivalentes a 12,4 toneladas por año. Esto quiere decir

que de mantenerse la tendencia actual, el proyecto Gramalote contribuirá a la producción del departamento de Antioquia con un poco más de la mitad (54 %) de la producción media del período 2009-2013, lo que representará, en el futuro un tercio del total de la producción de oro esperada en el departamento. Bajo esta premisa sin duda el Proyecto Gramalote se convertirá en un generador de ingresos y beneficios para la región. Este mayor ingreso será fundamental en el mejoramiento de las finanzas locales y en el soporte a los proyectos de mayor impacto social y económico que ha concebido la administración departamental en el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes del área de influencia del proyecto.

El costo total de inversión del proyecto estará entre USD\$ 1,1 a 1,2 billones de dólares. Esto incluye compra de maquinaria, construcción, montaje de instalaciones y construcción de mina e infraestructura.

Los costos de operación totales durante la vida de la mina ascienden a USD\$ 2,5 billones, entre los cuales los de procesamiento son los más representativos, seguidos por los de minería, resaltando el combustible, los servicios de mantenimiento, explosivos, costos de mano de obra y llantas.



### **1. Gramalote Colombia Limited.**

El Proyecto se desarrolla a través del Joint Venture consolidado a través de la sociedad Gramalote Colombia Limited, de la cual hacen parte AngloGold Ashanti Colombia, operadora con el 51 % y B2Gold Corporation con el 49 %. AngloGold Ashanti es una de las tres compañías más importantes de producción minera de oro en el mundo, con una producción de 4,1 millones de onzas en 2013 y 20 operaciones en 10 países en cuatro continentes.

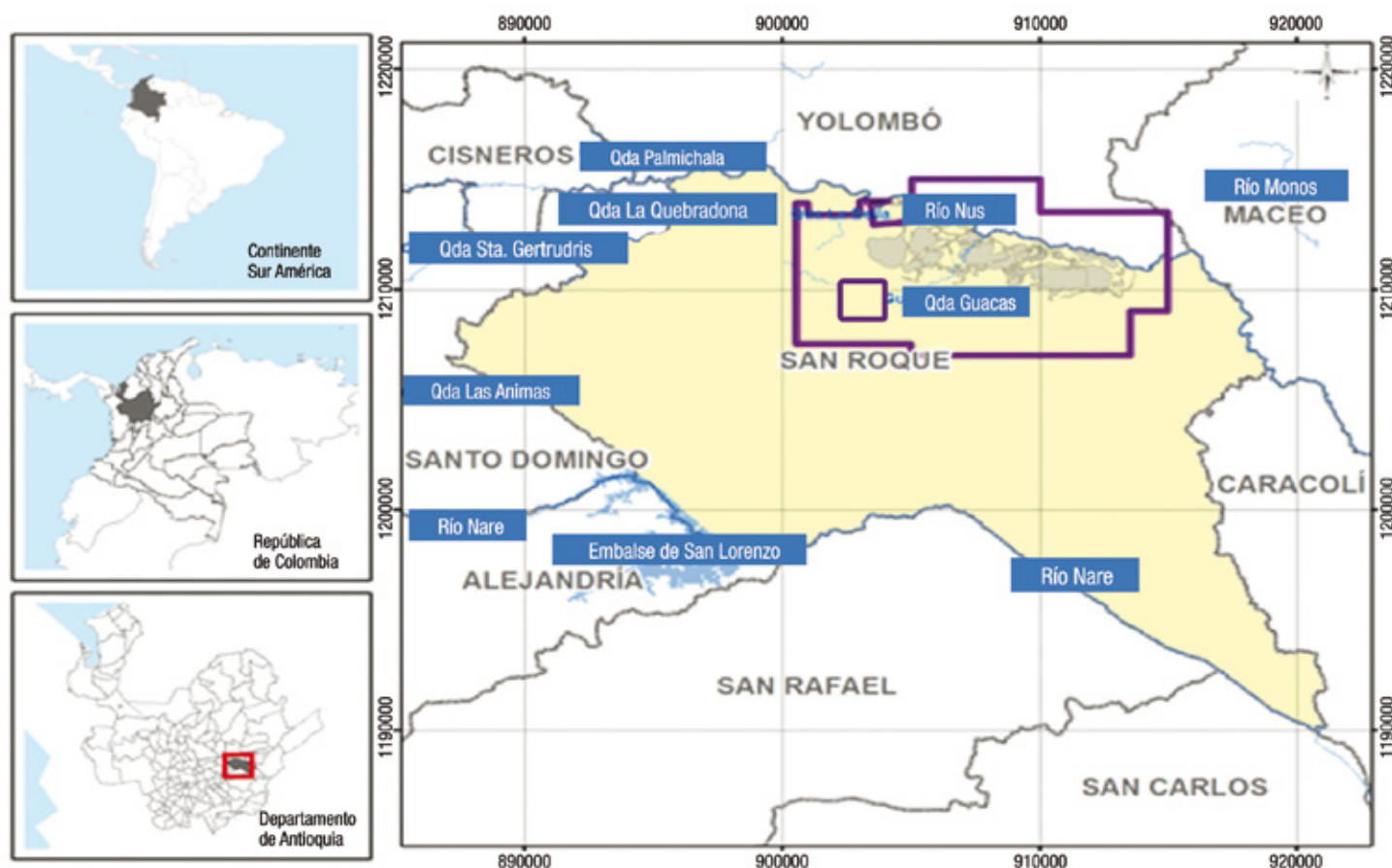
AngloGold ha crecido en los últimos 12 años, de una compañía con origen surafricano a una empresa global, con más de 61 mil empleados (incluyendo contratistas) en sus operaciones y joint ventures, y accionistas de diversas partes del mundo. Hoy las acciones son transadas en las bolsas de New York, Johannesburgo y Australia, entre otras; garantizando una supervisión pública mundial sobre el cumplimiento de los más exigentes estándares internacionales de la industria, que se reflejan en sostenibilidad ambiental, social y económica. Dichos estándares incluyen el marco de desarrollo sostenible del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM por sus siglas en inglés), y los estándares de desempeño en sostenibilidad ambiental y social de la Corporación Financiera Internacional (IFC), entre otros.

AngloGold Ashanti busca ser la compañía minera líder y en Colombia operar empleando los más exigentes estándares, demostrando que es posible desarrollar una industria minera responsable, respetuosa de los derechos, sostenible, en armonía con el medio ambiente, que impulsa el progreso de las regiones, activa la economía y genera bienestar e inclusión en las comunidades.

### **B2Gold Corp.**

Es una compañía productora de oro con sede en Vancouver. Cuenta con tres minas en operación (dos en Nicaragua y una en Filipinas) y una sólida cartera de activos en desarrollo y exploración en Nicaragua, Colombia, Namibia y Uruguay. Fundada en 2007. Además de su perfil de crecimiento de la producción a corto plazo, el objetivo corporativo de B2Gold es la construcción de más valor para los accionistas a través de la exploración y el desarrollo de los proyectos existentes y adquisiciones adicionales, aprovechando la amplia experiencia y relaciones que su dirección han desarrollado durante los últimos 25 años.

Figura 1. Localización político administrativa del Proyecto

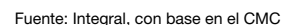


Fuente: Gramalote Colombia Limited

## 2. Localización del proyecto.

El área de la concesión minera cubre una extensión de 9.413 ha, resultantes de la integración de 11 títulos mineros que fueron conformados en una sola unidad bajo el Contrato de Concesión Minera No.14292. Tal como se mencionó anteriormente, el Proyecto Gramalote se localiza en el departamento de Antioquia, en jurisdicción del municipio de San Roque, a una distancia aproximada de 125 km de la ciudad de Medellín.

El área de intervención puntual corresponde a 2.080 ha y se localiza en jurisdicción del municipio de San Roque, específicamente en los corregimientos de Providencia y Cristales, y en las veredas El Iris, La Linda, Peñas Azules, Manizales, La Trinidad, El Balsal, El Diluvio, Guacas Abajo y La María.

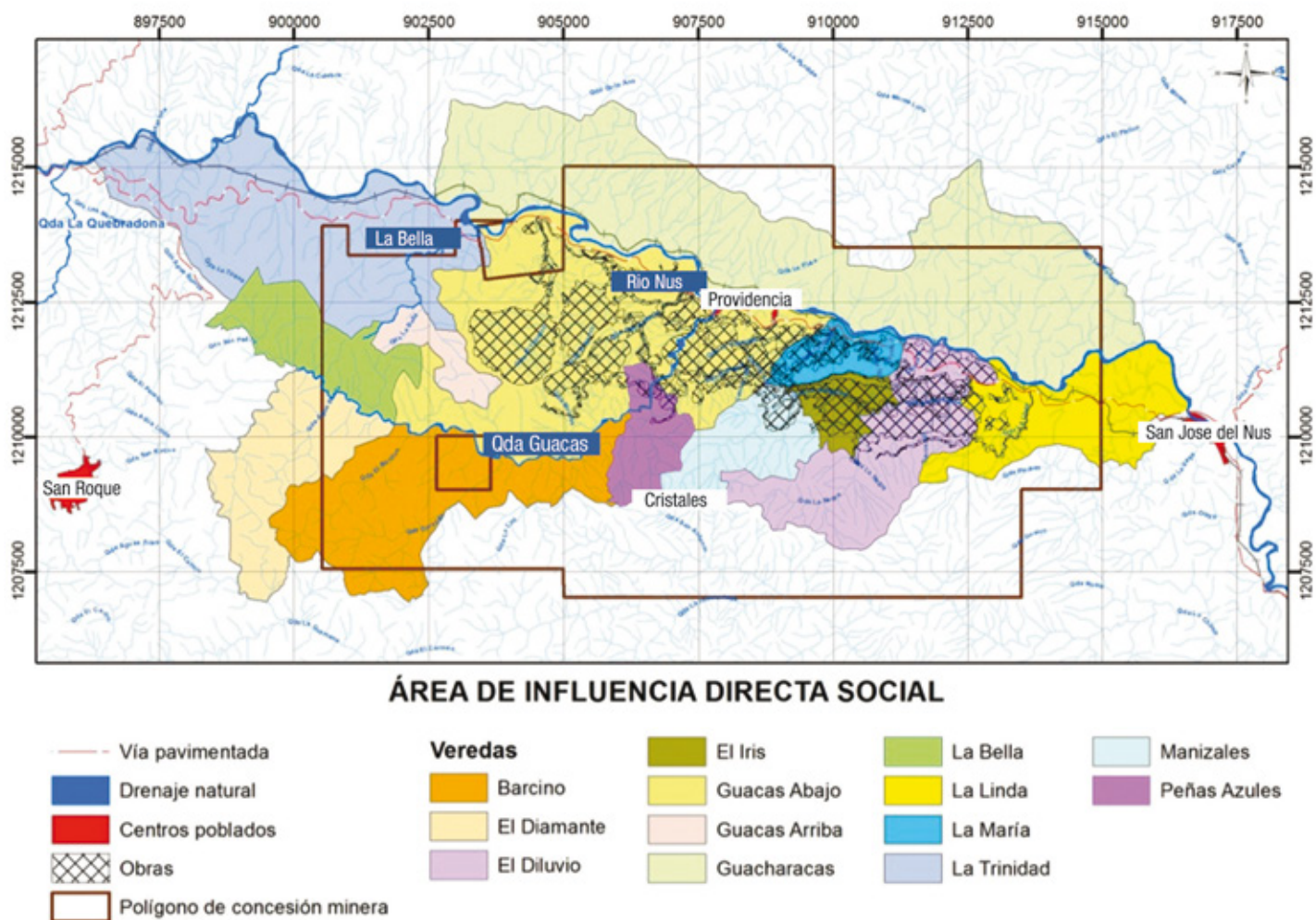


Las áreas de influencia, directa e indirecta del proyecto Gramalote, fueron definidas atendiendo los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, y de acuerdo con el documento “Definición e Identificación del Área de Influencia”, expedido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Está determinada por las zonas donde se desarrollarán las obras del Proyecto y su entorno cercano, esto es, partes bajas de las cuencas para lo relacionado con los componentes biofísicos, y veredas y centros poblados para el medio socioeconómico.

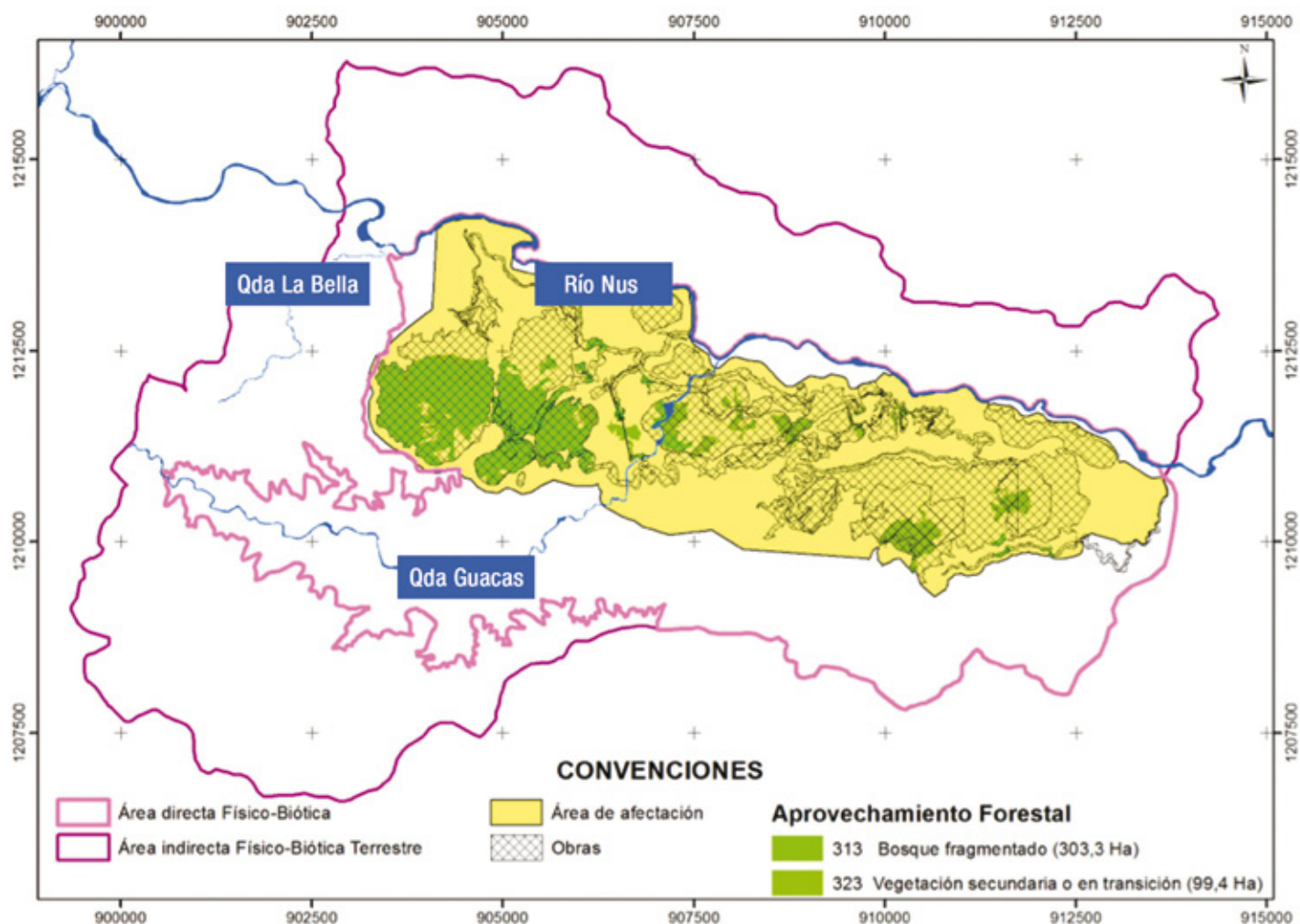
El área de influencia directa se definió con información primaria detallando los componentes abióticos (suelos, agua, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología y atmosfera), bióticos (flora, fauna terrestre, fauna acuática y servicios ecosistémicos) y socioeconómico (dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural, arqueológica y político organizativa, tendencias del desarrollo e información sobre la población a reasentar).

Figura 3. Área de influencia directa social



Fuente: Integral S.A., 2013

Figura 4. Áreas de influencia físico bióticas



Fuente: Integral S.A., 2013

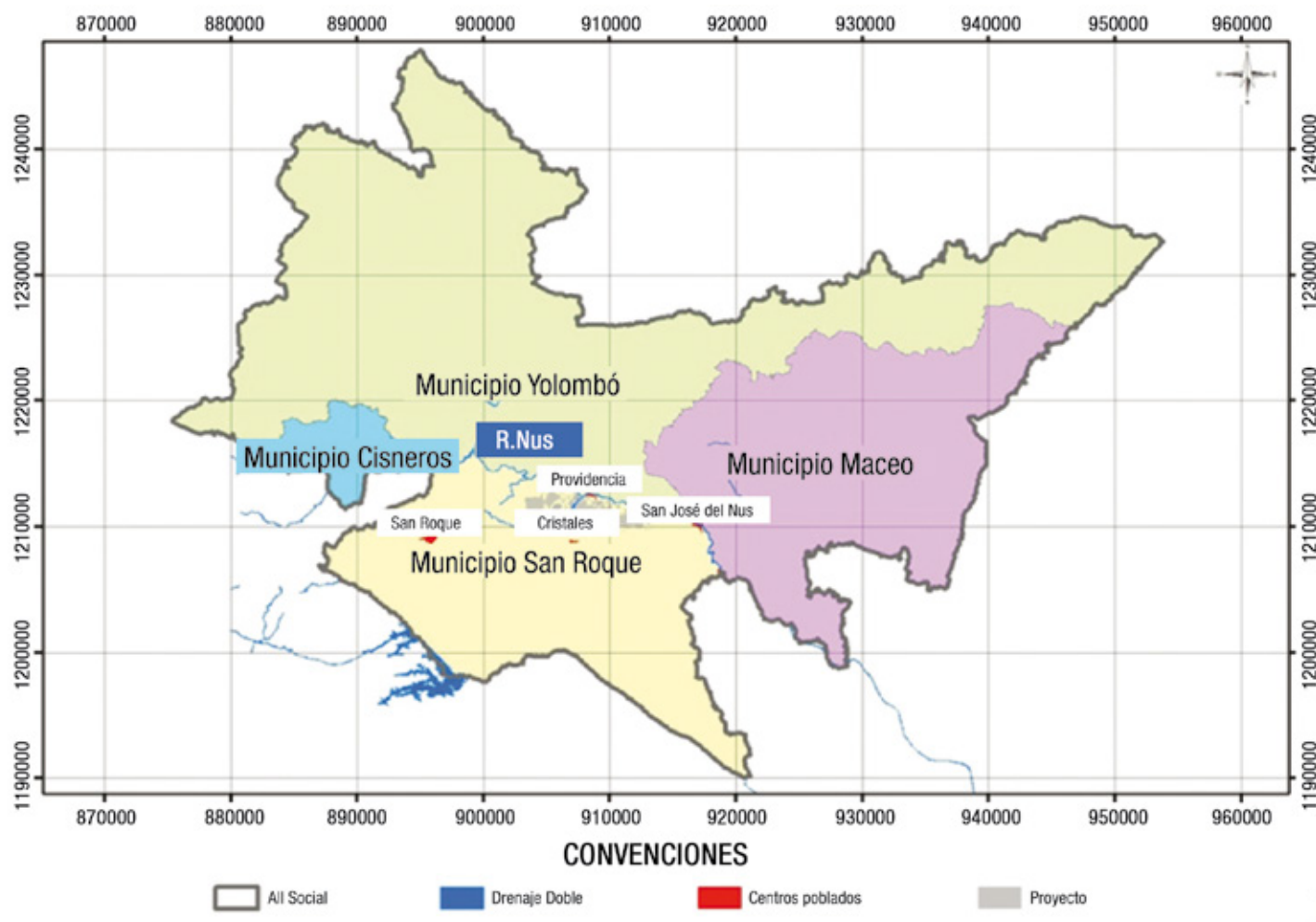
### Área de Influencia Indirecta (AII).

Además de las áreas de influencia directa biofísica y social, es necesario definir un área aledaña de carácter regional, donde se puedan analizar afectaciones de carácter indirecto que trascienden las áreas de afectación directa.

Para el efecto, se tuvieron en cuenta los diversos sistemas ambientales afectados por el proyecto, que hacen parte de unidades mayores, dentro de las cuales se explica su funcionalidad y en donde se presenta otro nivel de interrelaciones, tales como: clima, unidades de suelo, hidrología, cobertura vegetal, paisaje, redes de mercado y tendencias de desarrollo, las cuales solo adquieren sentido en dicho ámbito.

El estudio de las características y comportamiento del contexto regional se adelantó, principalmente, con información secundaria.

Figura 5. Áreas de influencia indirecta social



### 3. Descripción del proyecto.

#### Contexto geológico y geotécnico del área del proyecto.

El proyecto Gramalote se desarrollará sobre un depósito de oro relacionado a intrusiones estructuralmente controlado, emplazado en el Batolito Antioqueño, el cual tiene una superficie de 7.221 km<sup>2</sup> y constituye el núcleo de la cordillera central; cerca del 92 % de este intrusivo corresponde a tonalitas y granodioritas y el 8 % restante a dos tipos subordinados de rocas como la granodiorita y el gabro; Adicionalmente, en la región del proyecto minero Gramalote existen afloramientos de roca cuyas edades van desde el Meso-Proterozoico, Paleozoico, Jurásico, Cretácico hasta el Neógeno, con presencia de grandes cuerpos intrusivos de rocas ígneas como el Batolito Antioqueño.

El área del proyecto Gramalote tiene una larga historia de minería artesanal probablemente desde el siglo XVI hasta el presente; después de haber sido explorado incipientemente por varias compañías, en 2006 se presenta la primera definición de recursos minerales. Estas actividades incluyeron muestreo de sedimentos de corriente, muestreo de rocas y suelos, mapeos geológicos, de alteración y estructurales, geofísica, desarrollo de un túnel exploratorio, perforaciones de exploración y posteriormente de relleno, como así también pruebas metalúrgicas, ensayos geotécnicos e hidrogeológicos. Posteriormente, Gramalote ha desarrollado labores de exploración de 214 pozos adicionales con una longitud superior a 72.400 m y un túnel exploratorio de 240 m de longitud.

Como resultado de las labores exploratorias en el área del proyecto, se encontró que la mineralización está asociada con estilos de stockwork y en particular con las venillas de cuarzo-pirita fina, venillas de cuarzo-carbonato y venillas de cuarzo con pirita gruesa. Asociado a las zonas de cizalla hay alteraciones cuarzo- sericita- carbonato y potásica que diferencian los sectores mineralizados de las demás litologías regionales, adicionalmente, las rocas huéspedes del depósito Gramalote muestran en varios lugares texturas y estructuras propias de la transición entre la segregación magmática y la fase hidrotermal.

Desde el punto de vista estructural el área comprendida y zonas circundantes se encuentran entre 2 lineamientos curvos con dirección predominante Oeste-Noroeste que afectan el Batolito Antioqueño. Estos últimos incluyen el lineamiento del río Nus y el lineamiento del Socorro, se cree que el movimiento diferencial a lo largo de estos lineamientos han generado una dilatación tensional NNW, NS y NE notable dentro de la tonalita, que se refleja en la formación de un estilo estructural entrecruzado relleno por venillas de cuarzo y carbonato de calcio. Varios tipos de estructuras, tanto de orden local como a gran escala, controlan la ocurrencia, forma y distribución de la alteración hidrotermal y la mineralización aurífera presente en el depósito de Gramalote.

La investigación geotécnica realizada para los tajos Gramalote y Monjas se basó en la ejecución de diferentes actividades tales como mapeo geotécnico de afloramientos, registro geofísico de pozos así como el logueo geotécnico de 8.082 metros de núcleos aplicando la metodología Dempers 2010.

Los dominios geotécnicos fueron definidos como masivo, blocoso y fracturado con base en la frecuencia de fracturamiento y la intensidad de la alteración. Se observó que el macizo rocoso está conformado por fragmentos de roca angulares con discontinuidades rugosas y selladas los cuales no tienen la libertad para moverse o deslizarse ante la acción de esfuerzos y sin presencia de agua más allá de la transición saprolito – roca fresca.

El programa de laboratorio involucró la realización de 189 ensayos de compresión simple, 31 ensayos triaxiales y 17 ensayos de corte directo en discontinuidades realizados bajo las normas ASTM. Los resultados fueron utilizados como base para estimar los parámetros de resistencia y deformabilidad de la roca intacta, observando que la tonalita se clasifica como roca fuerte (R4) a muy fuerte (R5) con una resistencia a la compresión uniaxial promedio de 112 MPa.

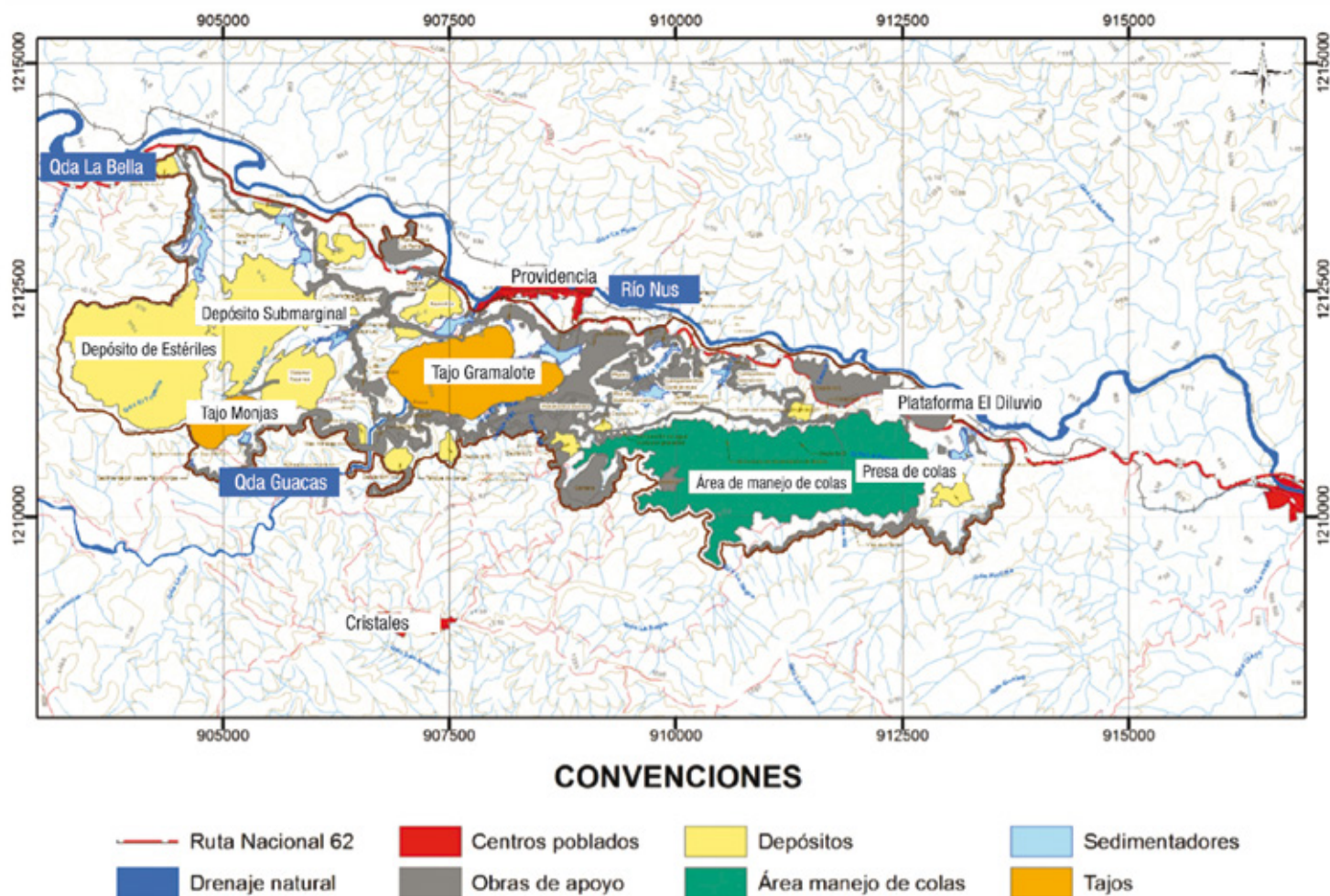
Diferentes secciones geotécnicas fueron definidas con el fin de evaluar la estabilidad las paredes finales de los tajos de Gramalote y Monjas. El análisis de estabilidad de taludes fue considerado para los ángulos interrampa y global asumiendo como criterio de aceptabilidad un Factor de Seguridad mayor o igual a 1,3 ( $FoS \geq 1,3$ ), concluyendo que el criterio de aceptabilidad se satisface para todos los casos analizados.

Debido al relativo bajo grado de fracturamiento observado en los núcleos, se espera bajo flujo de agua subterránea hacia el tajo; sin embargo, durante las fases iniciales de la mina se implementarán sistemas de bombeo con el fin de controlar los flujos de agua sub superficial proveniente de sedimentos o del saprolito.



Las características topográficas que se presentan en la zona donde se encuentra el proyecto, de acuerdo a su distribución en la Huella del proyecto (Figura 6), así como las características mineralógicas y del depósito (saprolito mineralizado), condujeron a seleccionar el método de explotación a cielo abierto como la mejor alternativa. En el caso del proyecto Gramalote, la operación minera consistirá en la apertura de dos tajos: Gramalote y Monjas, donde Gramalote es el tajo principal.

Figura 6. Huella del proyecto infraestructura principal



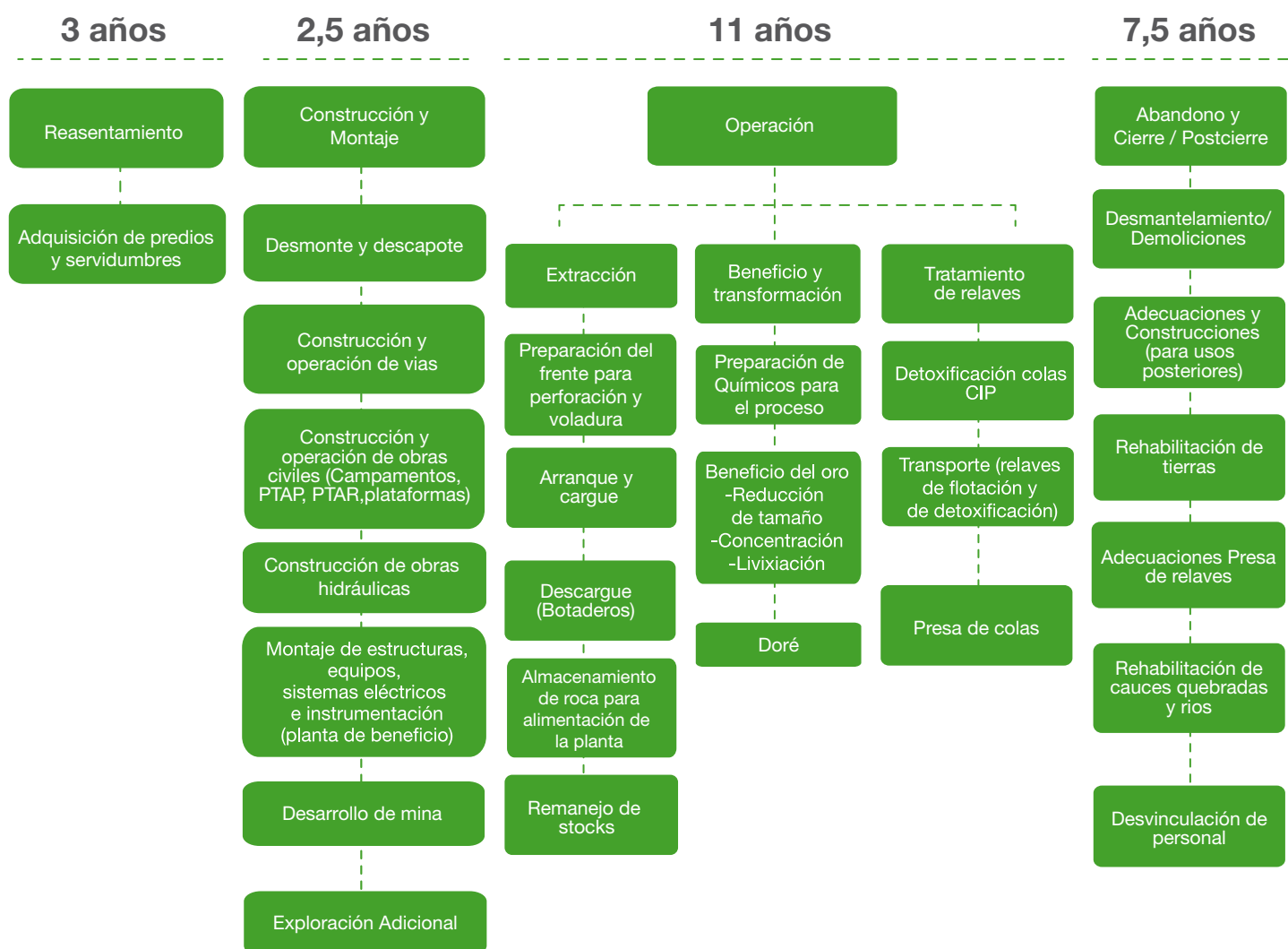
Fuente: Gramalote Colombia Limited e Integral S.A.

Considerando que Gramalote es un proyecto de minería de oro a cielo abierto, y de acuerdo con las proyecciones planteadas en el plan minero, el objetivo es remover un total 656 Mt de material del subsuelo y obtener como resultado total de las operaciones 3.651 kOz de oro y 3.772 kOz de plata. Durante la operación normal, la planta tendrá una capacidad nominal de producción anual aproximada de 414.600 onzas de oro y 426.500 onzas de plata. La planta de beneficio está diseñada para procesar hasta 23 Millones de toneladas por año (MTA) de material de alimentación, satisfaciendo los requerimientos de los picos de producción.

Gramalote ha establecido un plan minero en cuatro etapas: Reasentamiento (3 años), construcción y montaje (2,5 años), operación (11 años) y abandono, cierre y post cierre (7,5 años); para un cronograma total de 24 años.

En la siguiente figura se presentan las cuatro etapas y sus principales actividades.

Figura 7. Etapas y principales actividades proyecto Gramalote



Fuente: Gramalote Colombia Limited.

Para la localización de las obras principales (presa de colas, botadero de estériles, desviación de la quebrada Guacas y planta de beneficio), se efectuó un proceso de análisis de alternativas en el marco de la metodología Análisis Multiobjetivo. Teniendo en cuenta la importancia de esta actividad, ésta se realizó contando con la participación de un grupo multidisciplinario, incorporando tanto el componente social y ambiental como el económico y técnico a partir de la utilización de indicadores apropiados. Como resultado, se identificaron los sitios adecuados para la ubicación de la infraestructura, la selección del método de producción y el uso de tecnología que optimice el uso de los recursos naturales.

En el proceso de análisis de alternativas, se tuvieron en cuenta distintos criterios que parten de aplicar los principios y valores, estándares de la Compañía y buenas prácticas de la minería. Entre esos criterios se cuentan los siguientes:

- Optimización en el uso de los recursos naturales, particularmente el recurso agua.
- Minimización del área de afectación.
- Coexistencia con las actividades que se realizan dentro del título minero actualmente.
- Minimización, reducción y control de impactos ambientales con uso de tecnología de punta e innovación.
- Mejoramiento del capital ambiental de la región.

Maximización del uso de los residuos o subproductos generados en el proceso productivo.

Posterior a la definición del tamaño de planta y conforme al potencial de recuperación de los tajos, la producción nominal de mineral se estimó con base en la capacidad nominal de tratamiento de la planta de beneficio. Esta estrategia implica tener límites de alimentación a la planta por encima de la ley marginal de corte, generándose así un volumen de material que será almacenado para ser posteriormente remanejado en los últimos años de vida útil de la mina.

Respecto al método de la explotación, se planea trabajar en la doble excavación de bancos sencillos de 10 m de altura, alcanzando paredes finales con altura de 20 m. La pendiente proyectada para las rampas de acceso es del 8 % y las vías mineras internas del tajo tendrán un ancho total de 30 m. El descenso vertical proyectado es de aproximadamente nueve bancos al año, como máximo. El ángulo global varía entre 52° y 53° para el tajo Gramalote mientras que en el tajo Monjas lo hace entre 40° y 45°. La cota mínima del tajo Gramalote es 507 msnm, para el tajo Monjas es de 857 msnm.

Los materiales estériles y sub-marginales se dispondrán en sus sitios definidos, los ángulos globales serán de 18,4° (3:1), la cota alcanzada en botadero de estéril serán de 1.140 msnm mientras que para el sub-marginal es de 970 msnm.

También existe un lugar para el acopio de saprolito mineral el cual tiene un ángulo global de 30° ya que este material es alimentado a lo largo de la vida del proyecto. Similares condiciones se usan para el acopio de material de baja ley. El depósito se desarrollará sobre la cuenca de la quebrada El Topacio, en tanto que el de material sub-marginal estará ubicado en la cuenta de la quebrada El Banco, cerca de la planta de procesos, con el fin de reducir costos de transporte en caso de que en el futuro sea económicamente factible el procesamiento de este material.

Durante la etapa de pre-minería será necesario excavar 16,7 Mt del tajo Gramalote, 3,4 Mt de mineral de baja ley y 0,9 Mt de mineral alto tenor. Otros 5,6 Mt de saprolito generados en el tajo Gramalote se utilizarán en la plataforma base sobre la cual se construirán las instalaciones de la mina. En esta etapa inicial de operación de la mina se proyecta tener una pequeña flota de equipos articulados tales como camiones de 40 t, tractores sobre orugas, cargadores frontales sobre ruedas, motoniveladoras y taladros neumáticos.

El arranque del material se realizará mediante perforación y posterior voladura controlada para minimizar el daño al macizo rocoso, protegiendo la integridad de los bancos y la estabilidad de los taludes, y asegurando ángulos de diseño y una operación sin riesgo. Los explosivos son transportados a los pozos mediante camiones de emulsión, estos camiones permiten transportar solo materias primas hasta la boca del hueco y solo hay explosivo cuando estas materias primas ingresan y son mezcladas en el interior.

En etapas de producción se estima tener camiones de 220 t de capacidad con equipos de carga, palas y cargadores, de 27 y 38 m³ de capacidad. Estos camiones circularán por las rutas internas transportando material estéril, material marginal y material sub-marginal hacia los sitios de depósito y hasta la planta.



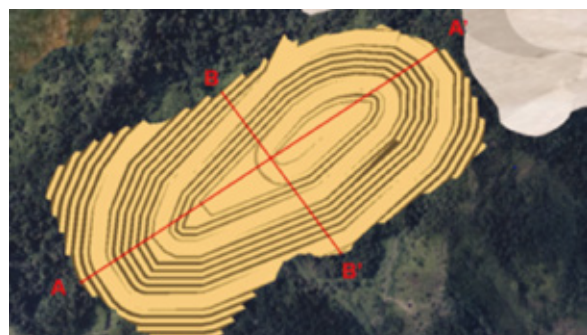
La explotación del tajo Gramalote tendrá una duración de 11 años, de los cuales los 2 primeros se realizarán durante la etapa de montaje de equipos e infraestructura y los restantes 9 años de explotación de éste tajo se realizarán durante la etapa de operación; Posteriormente, durante los años 6 a 9 de la etapa de operación se realiza la explotación conjunta entre los tajos Gramalote y Monjas; adicionalmente, hacia el final de la etapa de operación se contempla un periodo

de 2 años para el remanejo de los minerales almacenados en el depósito submarginal, con base en lo anterior la etapa de operación tendrá 9 años de explotación minera y 2 de remanejo para un total de 11 años. A continuación se describen y se presentan de manera esquemática los principales componentes del proyecto minero:



### Tajo Gramalote.

Considerado tajo principal, del cual se obtiene el 85 % de la producción total de oro. De acuerdo con el plan minero este tajo es el primero en explotarse y la duración de la explotación es de 11 años. El área intervenida será de 119,2 ha y la profundidad media, al final de la explotación, será de aproximadamente 390 metros, partiendo de una cota promedio de 940 msnm y llegando a una cota mínima de 507 msnm.



### Tajo Monjas.

Tiene un porcentaje de producción menor que el tajo Gramalote y su explotación inicia en el año ocho, después de haberse iniciado la explotación en el tajo Gramalote. La duración de la explotación de este tajo es de cuatro años. El área intervenida será de 28,65 ha y la profundidad aproximada, al finalizar la explotación, será de 220 metros, partiendo de la cota 1.077 msnm y excavando hasta la cota 857 msnm.



### Depósito de estériles.

El desarrollo del Proyecto requerirá la conformación de un depósito con una capacidad aproximada de 267 Mt.



### Depósito de material submarginal.

Capacidad aproximada de 127 Mt. Para ambas estructuras se construirán drenes internos con material enrocado con el fin de recolectar el flujo proveniente de las quebradas existentes, estos drenes estarán ubicados en el fondo del valle bajo la huella de las pilas y permitirá que la precipitación directa sobre los depósitos y la escorrentía de las cuencas El Topacio y El Banco que se infiltre hacia el fondo del valle, sea conducida aguas abajo hacia los sedimentadores de cada estructura.

### Material de baja ley.

Debido a la aplicación de una estrategia de calidad de corte, es necesario acumular 18,8 Mt de material los cuales serán luego remanejados durante los últimos tres años de vida de la mina. Este depósito contará con un área total de 44,5 ha.

La presa de colas estará ubicada en el valle de la quebrada La Palestina, la configuración final de la presa de colas tendrá un área aproximada de 313 Ha, en la cual se dispondrán las colas provenientes de la planta de procesos. Durante la operación normal de la planta se generarán aproximadamente un 96 % de las colas en el circuito de flotación y el 4 % restante en los procesos de detoxificación, gran parte de las colas de flotación generadas se someterán a un proceso de ciclonado para separar la fracción gruesa (Underflow) que se utilizará para la construcción de la presa y contrafuerte de arena, de la fracción fina (Overflow) que será depositada en el embalse de colas.

La presa de colas será construida secuencialmente durante la vida de la mina, inicialmente se construirá una presa de arranque para la contención de las colas iniciando la operación de la planta de procesos, y estará ubicada en una sección angosta del valle de la quebrada La Palestina. Los materiales de relleno para la presa de arranque serán saprolito y suelo residual, no será necesario importar ningún material de relleno para la construcción de la presa de arranque, dado que estos materiales están disponibles localmente en lo que el proyecto denominó la cantera 3. Posteriormente, una vez operando la planta de procesos a medida que se generen las colas de flotación se incrementará la capacidad de almacenamiento de relaves mediante el levantamiento de la presa de arena y su posterior extensión como contrafuerte de arena, como se mencionó inicialmente la presa y contrafuerte de arena se desarrollarán a lo largo de la operación de la mina, utilizando para su construcción la fracción gruesa de las colas de flotación (Underflow) que será depositada mediante tuberías desde la zona de relleno (cresta) de la presa, en donde se extenderá y se compactará mecánicamente para formar una estructura densa y desecada.

El objetivo principal del diseño de la presa de colas es proporcionar los lineamientos adecuados para garantizar un almacenamiento seguro y adecuado de las colas y generar la menor afectación posible al medio ambiente, durante todas las etapas del proyecto. En el diseño general del depósito se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El confinamiento total, permanente y seguro de todas las colas sólidas generadas a partir del proceso minero.
- A partir de los resultados de las pruebas hidráulicas tipo lefranc y lugeon realizadas en el suelo de cimentación de la presa y el basamento rocoso, se determinó una baja conductividad hidráulica (orden de magnitud  $10^{-7}$  a  $10^{-9}$  m/s) que indica bajos flujos de agua subterránea de acuerdo al modelo numérico hidrogeológico, por lo tanto no requiere impermeabilización del lecho de la presa de colas, ya para el manejo de las infiltraciones se implementará un sistema de recolección y recirculación.
- El control, la recolección y la remoción de la fracción líquida de las colas generadas durante las operaciones, para su posterior reciclaje, recirculación y uso en el proceso minero. La inclusión de un plan de instrumentación para realizar un monitoreo de la presa de arena y estructuras asociadas. Este monitoreo permitirá desarrollar un seguimiento constante y comparar el comportamiento obtenido, frente a los criterios adoptados durante la etapa del diseño.
- La eliminación de la necesidad de importar material tanto para los rellenos de la presa de arranque como para la presa principal y contrafuerte.
- Empleo de una metodología ya probada en proyectos mineros similares.

En la Figura 8, se muestra configuración final del embalse de colas, presa de arena y estructuras asociadas.

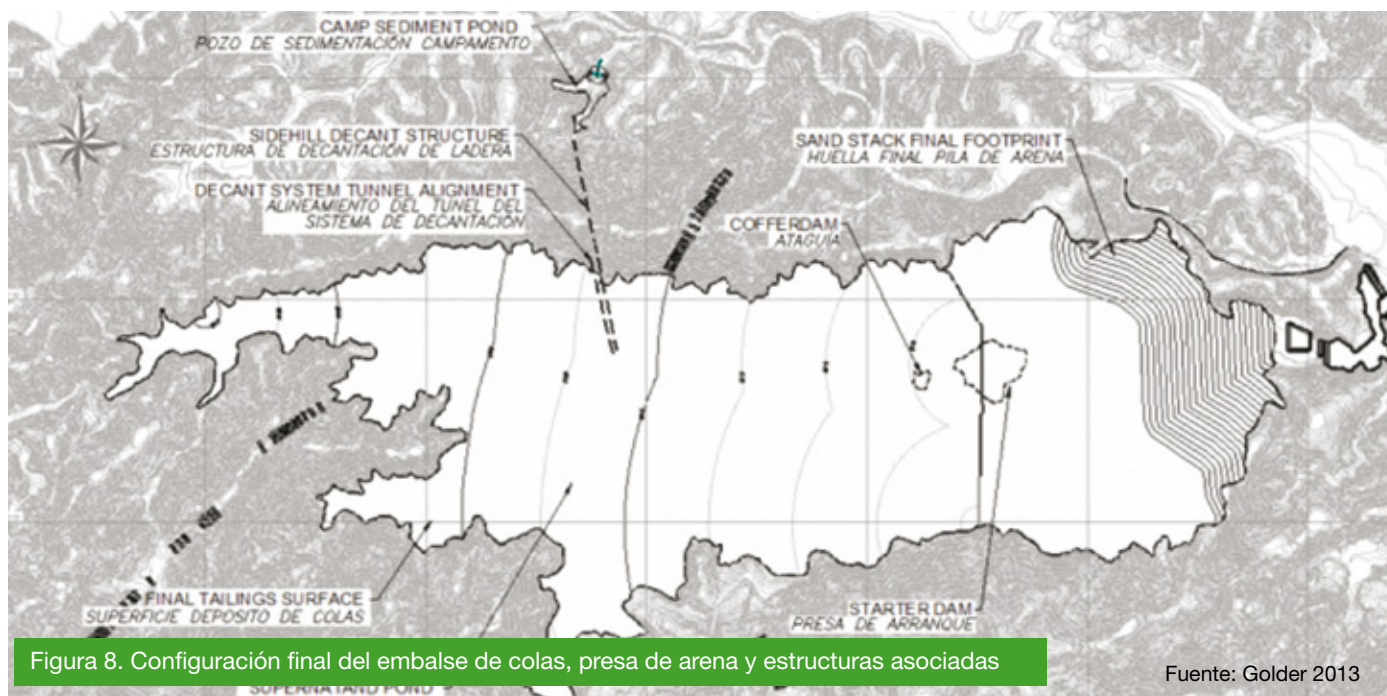


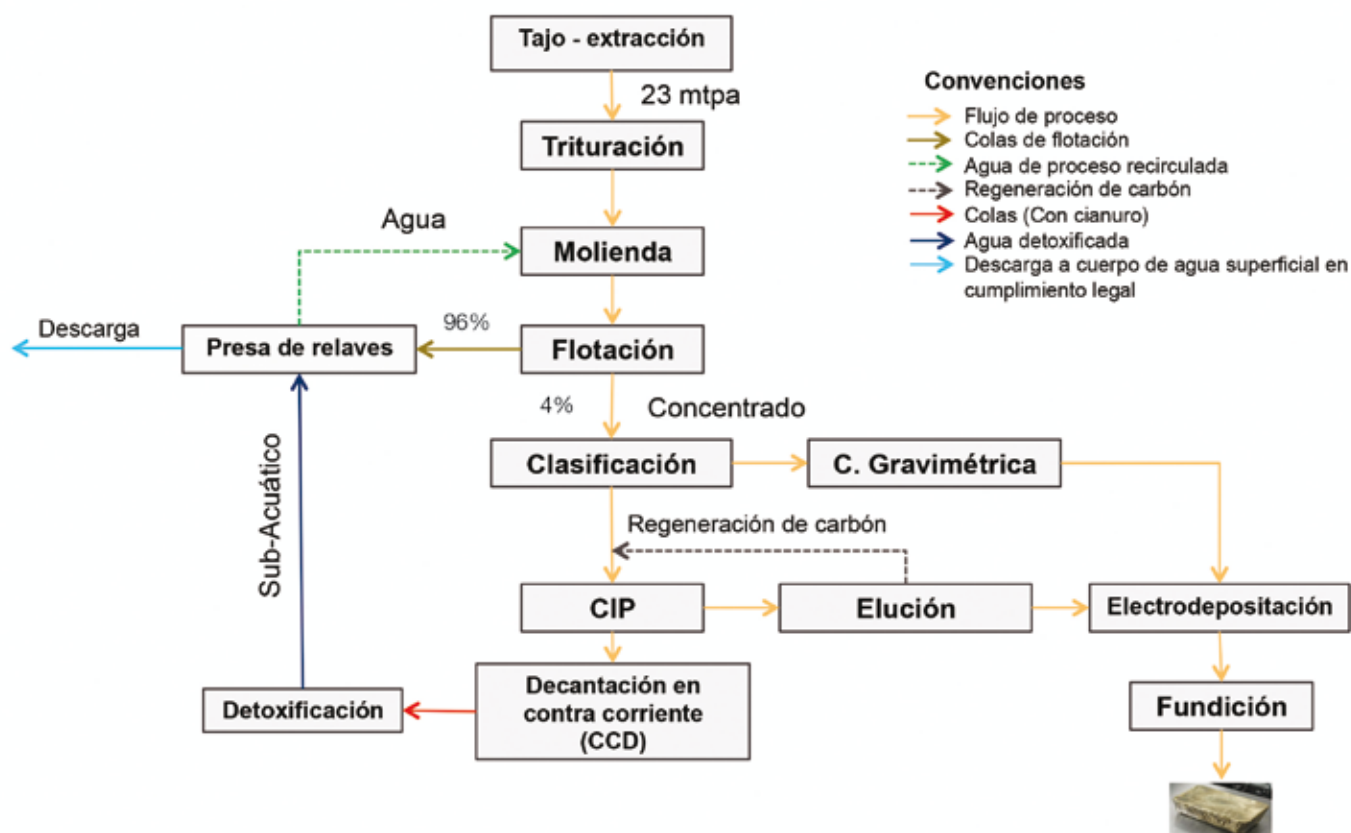
Figura 8. Configuración final del embalse de colas, presa de arena y estructuras asociadas

Fuente: Golder 2013

## 4.Descripción del proceso de producción.

A continuación la Figura 9 presenta una descripción del proceso de producción.

Figura 9. Proceso de Producción



Fuente: Gramalote Colombia Limited

El proceso de beneficio del mineral y recuperación de metales valiosos comprende un circuito de trituración primaria; una zona de almacenamiento de mineral triturado; un circuito cerrado de molienda primaria semi-autógena; un circuito de molienda secundaria con un molino de bolas, ciclonado de las descargas combinadas del molino semiautógeno (SAG) y del molino de bolas primario; un circuito de concentración gravimétrica para recuperar el oro libre grueso desde el flujo inferior del hidrociclón empleando un concentrador centrífugo semi-continuo; tratamiento de

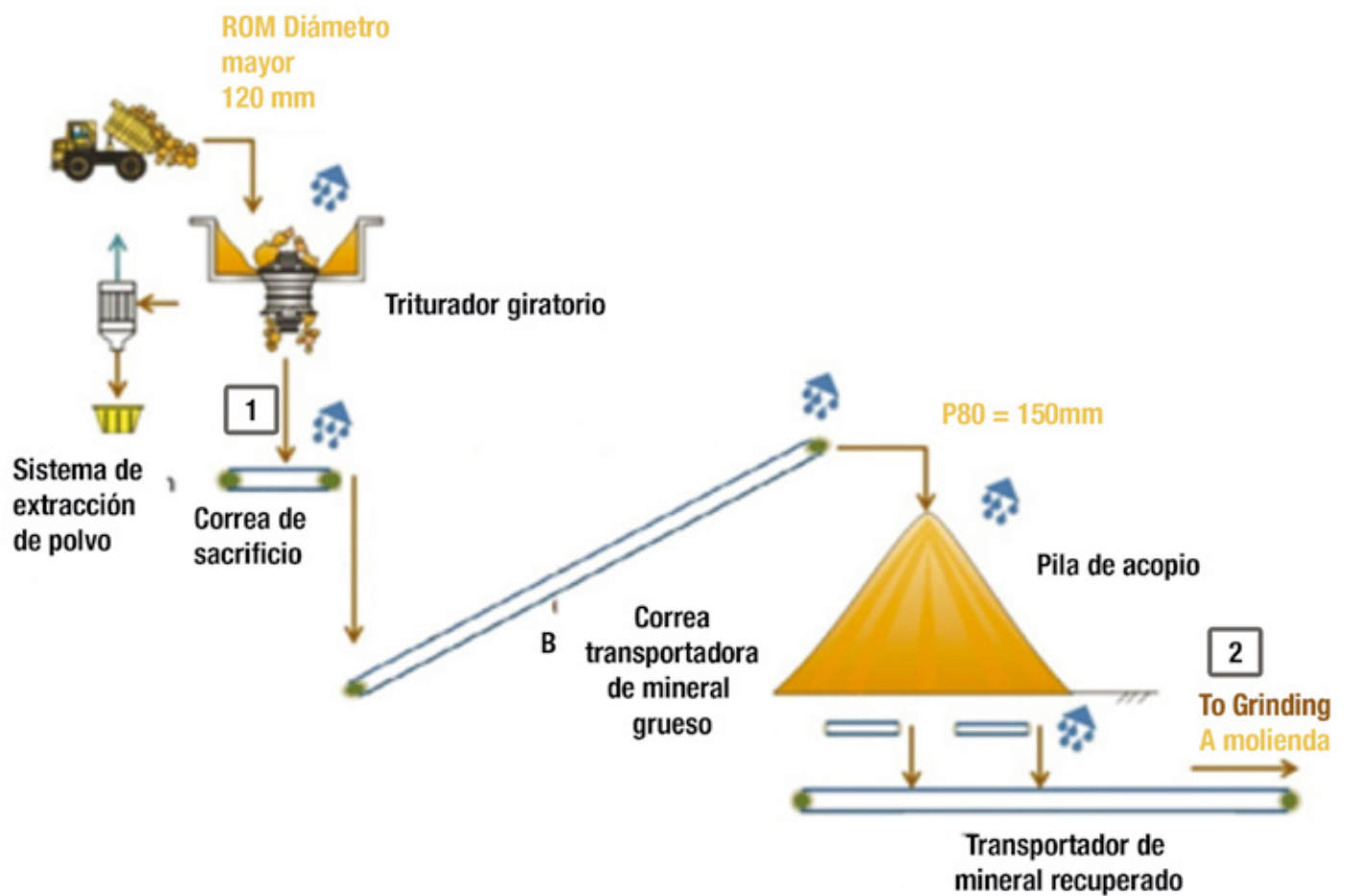
la corriente de concentrados centrífugos empleando un reactor de cianuración intensiva; un proceso de flotación para separar los sulfuros de la ganga (material sin interés económico) y espesamiento del concentrado de flotación para luego someterlo a cianuración donde el oro y otros metales son extraídos para después ser adsorbidos en carbón activado en un circuito de carbón en pulpa (CIP).

## Procesamiento del mineral.

### Trituración primaria.

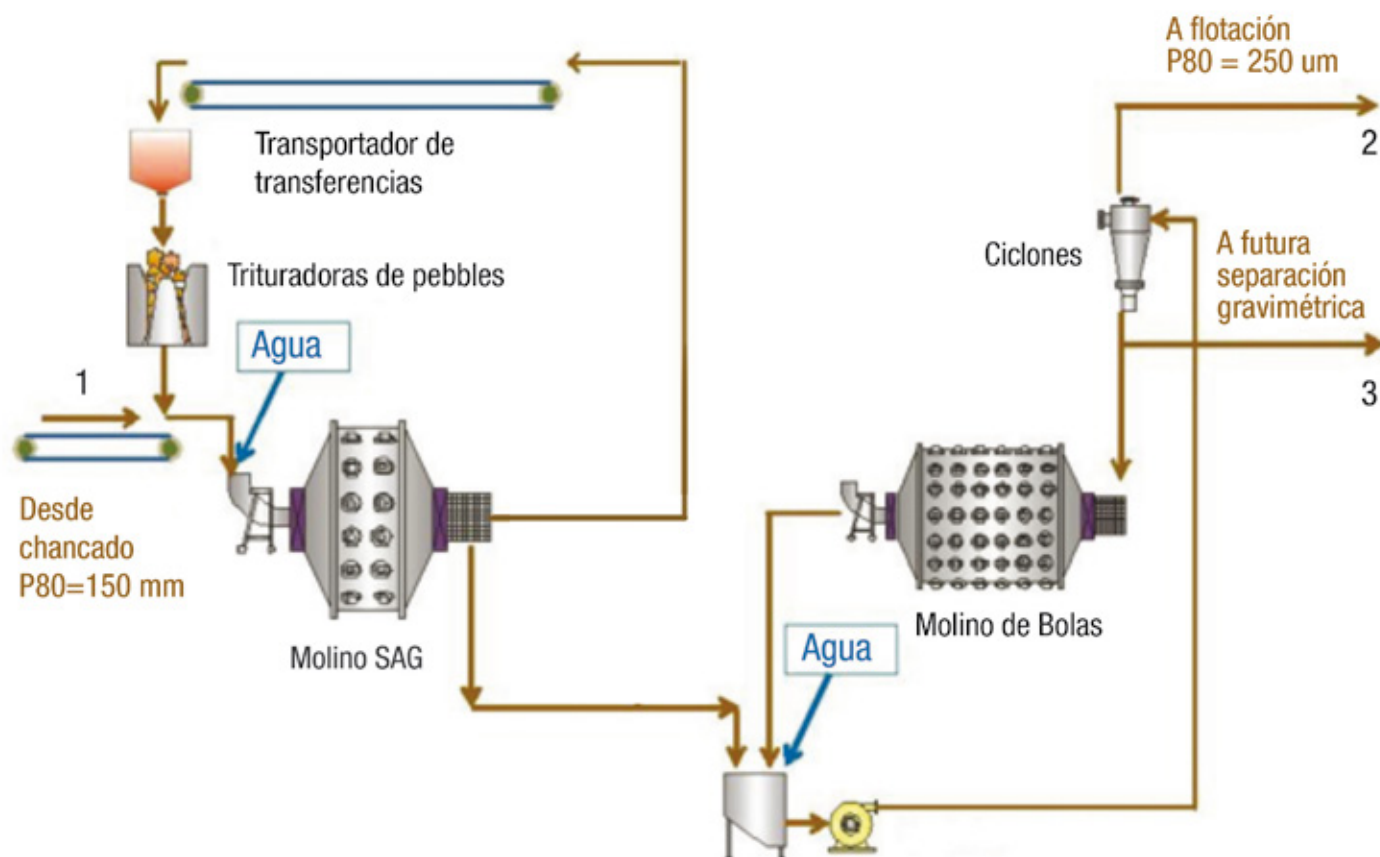
En la trituración primaria (trituradora giratoria) se reduce el tamaño de la roca proveniente de los tajos a P80 de 150 mm, aproximadamente. El material luego es transportado a la pila de mineral triturado, la cual posteriormente alimentará el circuito de molienda.

Figura 10. Trituración Primaria



Fuente: Gramalote Colombia Limited

Figura 11. Molienda



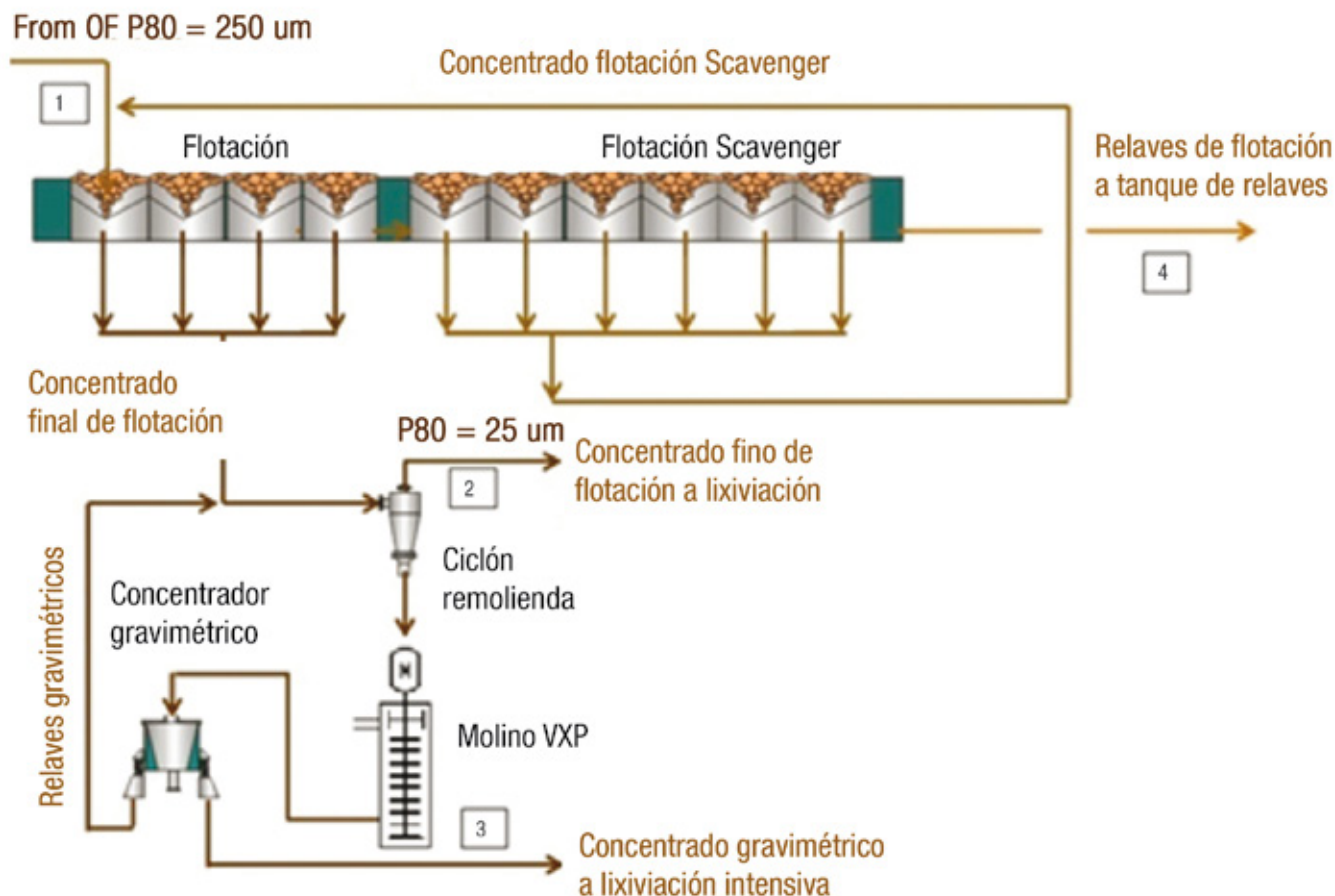
Fuente: Gramalote Colombia Limited

### Molienda.

En general el proceso de molienda consiste en reducir en medio húmedo el tamaño de las partículas procedentes de la trituración primaria hasta alcanzar un tamaño de molienda de P80 de 250  $\mu$ m.

Este circuito cuenta con un molino semiautógeno (SAG), un molino de bolas y una batería de 22 ciclones para garantizar la clasificación por tamaño deseada y alimentar los circuitos de flotación y concentración gravimétrica.

Figura 12. Flotación



Fuente: Gramalote Colombia Limited

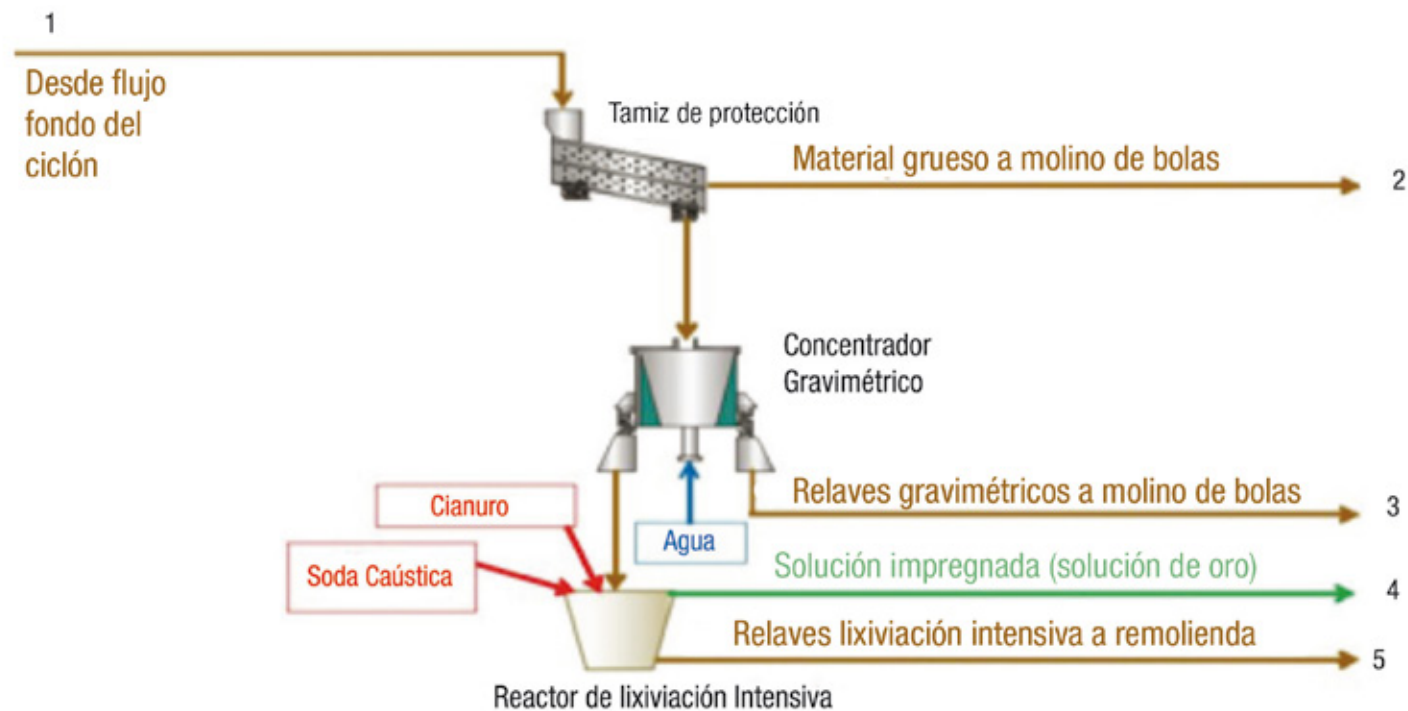
### Flotación.

El objetivo del proceso de flotación es concentrar los sulfuros que contienen oro para separarlos de los silicatos, feldespatos y otros minerales de ganga, mediante la adición de reactivos (espumantes y colectores orgánicos) que promueven la flotabilidad de los primeros, separándolos de los segundos.

La alimentación proveniente de la molienda hacia la zona de flotación se hará inicialmente en 2 tanques de acondicionamiento que a su vez alimentarán 2 trenes de flotación, cada uno compuesto por 10 celdas.

El concentrado de flotación será clasificado mediante hidrociclones que enviarán el material fino a un tanque de pre-lixiviación que alimenta el circuito de lixiviación y el material grueso a los circuitos de remolienda y concentración gravimétrica. Las colas del circuito de flotación serán bombeadas hasta la presa de colas.

Figura 13. Concentración



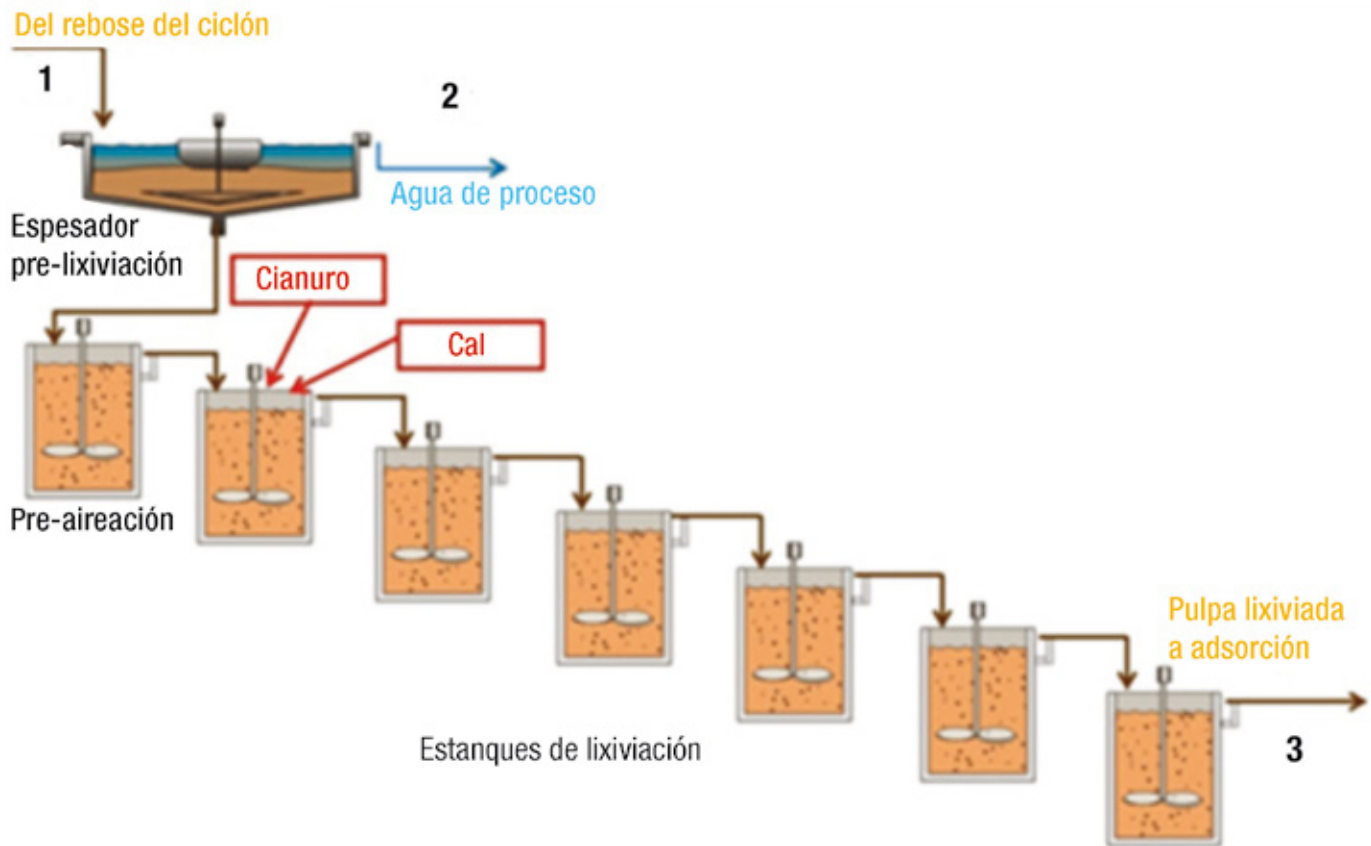
Fuente: Gramalote Colombia Limited

### Concentración.

Una proporción del oro en el mineral está presente como oro recuperable por gravedad, por lo que el proceso incluye un circuito de concentración. Este circuito será alimentado por la fracción gruesa del concentrado de flotación que pasará por dos molinos verticales los cuales descargan a los equipos de concentración gravimétrica.

El concentrado gravimétrico se enviará al reactor de lixiviación intensiva y las colas del circuito se recircularán en el mismo proceso.

Figura 14. Lixiviación



Fuente: Gramalote Colombia Limited

### Lixiviación.

En este proceso los minerales de oro y plata son obtenidos por la aplicación de un agente lixivante, Cianuro de Sodio (NaCN), que disuelve los contenidos metálicos valiosos, formando una solución enriquecida de oro y plata disueltos.

El tanque de pre-lixiviación es alimentado con la fracción fina del concentrado de flotación, el cual a su vez alimenta el proceso de lixiviación conformado por un tanque de pre-aireación y seis tanques de lixiviación, en los cuales mediante

la agitación mecánica, el acondicionamiento del pH, la inyección de aire y la aplicación de cianuro de sodio (NaCN) se obtiene una pulpa con oro y plata disueltos que luego será enviada al proceso de adsorción con carbón (CIP).



## El cianuro.

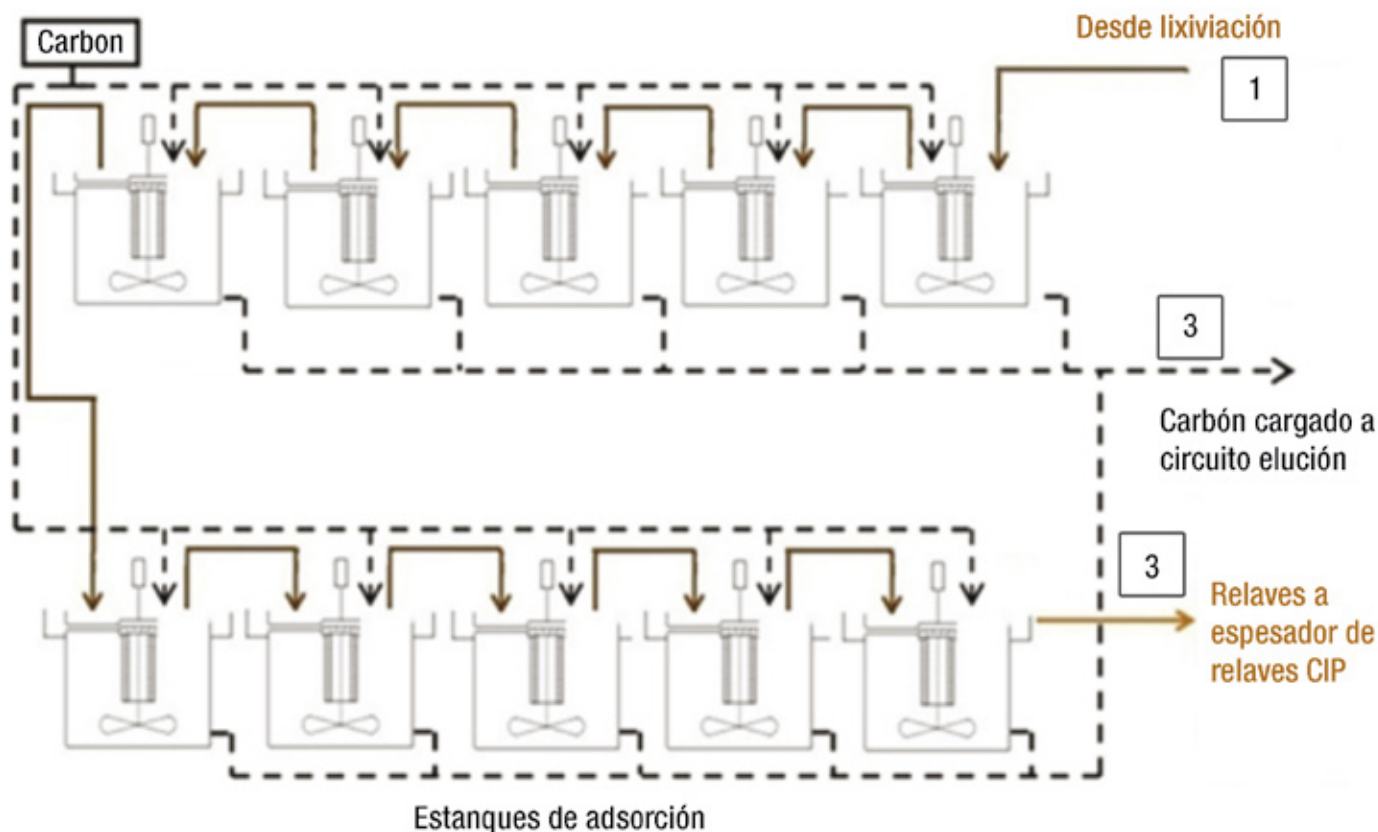
es uno de los principales compuestos utilizados por la industria debido a su composición de carbono y nitrógeno, ambos elementos comunes, y a la facilidad con la cual reacciona con otras sustancias. El cianuro se utiliza en minería para extraer oro y plata, en particular, mineral de baja ley y mineral que no puede tratarse fácilmente mediante procesos físicos simples como la trituración y la separación por gravedad, incluso procesos químicos como la flotación.

El cianuro es ampliamente utilizado en la industria moderna, que requiere la implementación de prácticas precisas, por ello y específicamente para la industria de la minería del oro, existe el Código Internacional para el Manejo del Cianuro, el cual tiene como objetivo mejorar el manejo de esta sustancia, ayudar en la protección de la salud humana y en la reducción de impactos ambientales, enfocándose en el cianuro que es producido, transportado y utilizado en la recuperación del oro, así como en los residuos del tratamiento y las soluciones de lixiviación.

El Código es un programa voluntario de la industria para compañías mineras de oro diseñado por una comisión directiva de múltiples partes interesadas, bajo el amparo del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y el Consejo Internacional de Metales y el Medio Ambiente (ICME). El código es administrado por el Instituto Internacional para el Manejo del Cianuro (ICMI).

Es importante resaltar que AngloGold Ashanti es signatario del Código Internacional para el Manejo de Cianuro y que por tanto las actividades de compra, transporte, almacenamiento y uso del cianuro en sus operaciones están planteadas bajo los lineamientos del código y de las normas legales vigentes.

Figura 15. Adsorción



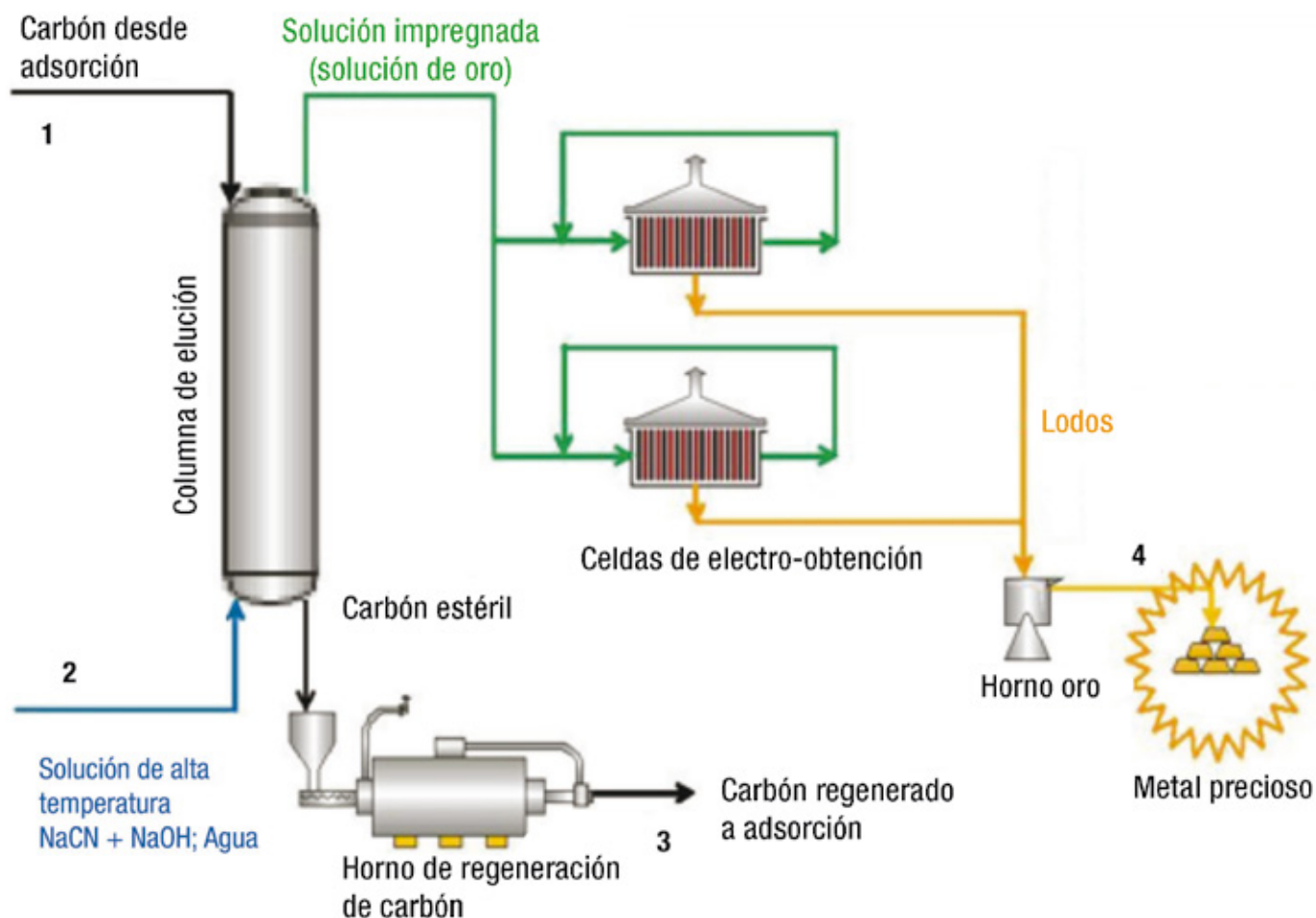
Fuente: Gramalote Colombia Limited

### Adsorción CIP.

El proceso de adsorción se fundamenta en la propiedad que tiene el carbón activado de adsorber el oro contenido en las soluciones de cianuro. La pulpa proveniente de la lixiviación alimenta los 10 tanques en serie del circuito de adsorción con carbón (CIP), en donde se añade el carbón activado para dar paso a la adsorción. Una vez el carbón activado haya alcanzado la carga requerida de oro y plata pasará al circuito de elución.

Las colas del proceso CIP serán enviadas al espesador pos lixiviación para recircular y recuperar la solución cianurada al proceso, y el excedente entrará al circuito de lavado y decantación en contracorriente (CCD) en donde se reduce la concentración de cianuro, para posteriormente ser detoxificada antes de su disposición en la presa de colas, proceso que será ampliado más adelante.

Figura 16. Metalurgia



Fuente: Gramalote Colombia Limited

## Metalurgia.

### Elución.

El carbón activado proveniente del proceso CIP se somete a una inyección de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) y cianuro de sodio ( $\text{NaCN}$ ) para liberar el oro y la plata y obtener una solución cargada de metales que se envía al proceso de electrodeposición. El carbón estéril que sale del proceso (Carbón sin carga de oro) es enviado al horno de regeneración de carbón para reactivarlo y reutilizarlo en el proceso CIP.

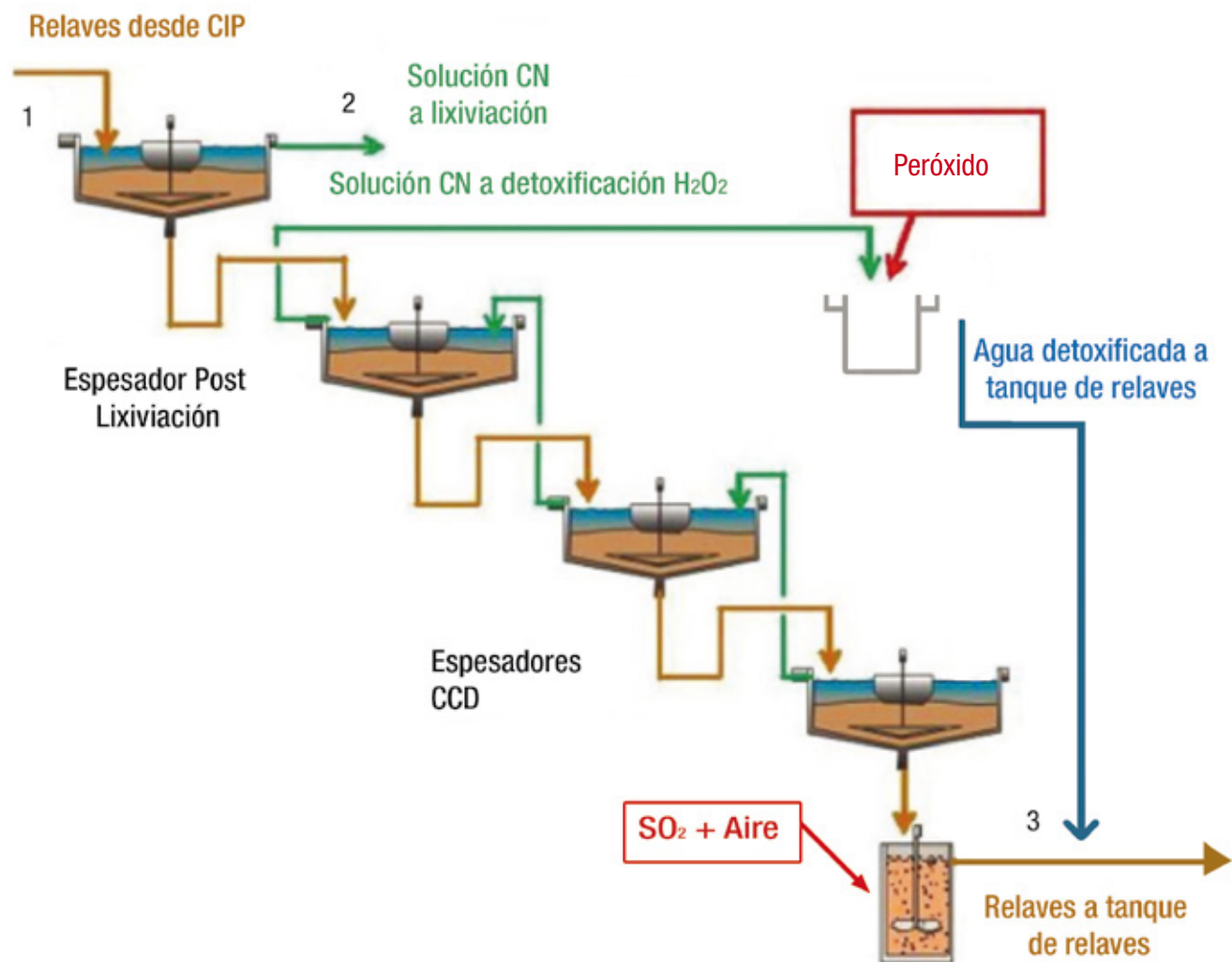
### Electrodeposición.

Tiene por objeto realizar una precipitación selectiva del oro y la plata contenidos en la solución cargada proveniente del proceso de elución mediante la electrólisis. La solución pobre que resulta en este proceso es recirculada en el mismo, al tiempo que los metales valiosos son enviados al horno de fundición.

### Fundición.

En el proceso de fundición se lleva a cabo la recuperación de los metales preciosos mediante procesos pirometalúrgicos. El producto esperado se denomina DORÉ que es un lingote aleación el oro y plata, que posteriormente es enviado a refinerías internacionales para su separación.

Figura 17. Tratamiento de colas



Fuente: Gramalote Colombia Limited

### Tratamiento de colas.

Las colas de flotación representan el 96 % del total de las aguas residuales industriales generadas en el proceso de beneficio y están compuestas por silicatos y feldespatos que no requieren ningún tratamiento químico especial antes de su transporte y disposición en la presa de colas.

Las colas de lixiviación y adsorción con carbón (CIP) representan el restante 4 % de las aguas residuales industriales generadas en el proceso de beneficio, cuyo manejo fue explicado anteriormente.

La pulpa y la solución provenientes del proceso de lavado y decantación en contracorriente (CCD) que aún contienen cianuro, ingresan al proceso de doble detoxificación,

en donde la solución excedente es oxidada mediante la aplicación de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y la pulpa se oxida con la aplicación del método INCO, garantizando así el cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Una vez realizado el proceso de detoxificación, éste flujo se dispone en la presa de colas de forma subacuática para disminuir la presencia de oxígeno y evitar la generación de drenaje ácido de roca.



## 5. El estudio de impacto ambiental.

### Elaboración del Estudio.

Para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental se siguieron los Términos de Referencia, específicos para el Proyecto Gramalote, emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, el 4 de septiembre de 2012, y los criterios establecidos por la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Adicionalmente, se incorporan como lineamientos para el desarrollo del estudio, las normas de desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC), y los lineamientos corporativos de AngloGold Ashanti, como operador del Proyecto.

### El Equipo de Trabajo.

Para desarrollar el Estudio, Gramalote contrató a Integral Ingenieros Consultores, una firma reconocida nacionalmente, para liderar la elaboración del mismo. Adicionalmente se contrataron empresas de nivel nacional e internacional especializadas en cada uno de los temas técnicos requeridos para obtener información específica, evaluar los criterios de diseño, identificar y valorar impactos ambientales y definir los planes de manejo para los impactos significativos, de acuerdo con la jerarquía de controles establecida por los Términos de Referencia. Entre otros consultores se contó con Universidad de Antioquia,

Universidad de Los Andes, Planex, Avanzar, Interactuar, Conservación Internacional, Hidrogeocol, SHI, Shannon Shaw, SGS Colombia, Orica Colombia, E&C, K2 ingeniería y Golder.

### Línea base ambiental y social.

La descripción y caracterización socio ambiental, comprende los estudios de los medios abiótico, biótico y socioeconómico que potencialmente podrían ser afectados positiva o negativamente por el proyecto minero en el área de influencia.

El área físico-biótica del proyecto, se estudió en dos niveles de detalle diferentes: Área de influencia directa (AID) (zonas donde se desarrollarán las obras del proyecto y su entorno cercano: partes bajas de las cuencas, y se incluye una franja adicional, aguas abajo del proyecto, para los ecosistemas acuáticos del río Nus en función de las manchas de inundación) y Área de influencia Indirecta (AII) (cuencas hidrográficas envolventes del AID en inmediaciones del proyecto, a lado y lado del río Nus).

Desde el alcance físico-biótico, para el AID se colectó información primaria detallada de los componentes físicos (muestreos de suelos, agua, aire, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología, clima) y bióticos (muestreos de flora, fauna terrestre y acuática); entre tanto, para el AII se obtuvo y analizó información secundaria de la zona.

Los estudios de línea base o caracterización ambiental del área de estudio, fueron realizados desde el año 2011 hasta el primer semestre de 2014. A continuación se presentan las principales características biofísicas del área de estudio:

Las condiciones **geológicas** a nivel regional son muy homogéneas, dominadas por el Batolito Antioqueño. Se observa pequeños depósitos de vertiente y un dominio estructural Noreste-Suroeste, por el sistema de fallas Palestina y la zona de cizalla Cristales.

**Geomorfológicamente** se presentan vertientes altas, pero las geoformas más comunes son colinas de topos redondeados con meteorización profunda, y algunos rasgos de inestabilidad. También se encuentran planicies aluviales. La zona presenta procesos erosivos o morfodinámicos potenciados por condiciones del relieve que le confieren una moderada a alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa. La sismicidad del sitio se considera de Amenaza Intermedia a Baja (Aceleración pico promedio, para un periodo de retorno de 500 años de aprox. 0,14 g).

Los **suelos** presentan distintos grados de fertilidad, bastante afectados por actividades agrícolas y de minería informal, que han ocasionado erosión y presencia puntual y localizada de metales pesados. Los principales usos del suelo son la ganadería (31,2 %), conservación (27,9 %), agroforestal (25,6 %) agrícola (14,1 %), explotación (0,7 %) y urbano (0,5 %).

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de San Roque (2002), el área se cataloga como suelo rural, con uso principal agroforestal que permite el desarrollo de actividades especiales (minería, construcción, parcelaciones) previa autorización de la autoridad ambiental competente y cumpliendo un plan de manejo ambiental.

El **clima** en la zona del proyecto presenta una **temperatura** media diaria de 23,5°C, un régimen de **lluvias** tipo bimodal (caracterizado por dos periodos secos y dos periodos lluviosos) y una **humedad relativa** media del 83 %. El **balance hídrico** indica que la evapotranspiración es menor que la precipitación sin que se presente déficit a lo largo del año.

La **precipitación** tiende a aumentar con la altitud (4.163 mm en la parte alta (San Roque) vs 2.197 mm en la parte baja (San José del Nus)), razón por la cual las cuencas de la parte alta de la hoya hidrográfica, producen más sedimentos (más de 0,9 mm/año) que las cuencas bajas, donde se localiza el proyecto. La red de drenaje de la zona es densa y con patrones de drenaje diversos.

Desde el punto de vista **hidrológico**, en la zona de estudio el cauce del río Nus tiene pendiente suave, presenta una configuración meándrica y una llanura aluvial amplia, que

hace que el régimen de inundaciones del río no tenga el mismo carácter torrencial de sus afluentes, las cuales son propensas a crecientes súbitas, por ser cauces de montaña de pendientes altas y bajos tiempos de concentración ( $\leq 1$  hora y velocidades medias  $\geq 3$  km/h), excepto las cuencas de mayor área, como Guacas y La Palestina. Los tramos finales de las quebradas, cercanos a la confluencia con el río Nus, son susceptibles de inundarse por desbordamientos del río, dadas las bajas pendientes de los mismos, así como por la baja pendiente del río Nus, que se suaviza hasta un 0,3 % en el tramo donde se ubica la zona de estudio.

Para **calidad del agua** se analizaron 70 parámetros físicos, químicos y microbiológicos en 50 estaciones (9 en río Nus, 12 en Q. Guacas, 12 en Q. Palestina y otras en Quebrada La Colorada, El Balzal, El Banco, San Antonio, La Bella, La trinidad, EL Topacio, La María, La Linda y río El Socorro), aforo líquido (50 estaciones) y sólido (18 estaciones) y se analizaron sedimentos en 27 Estaciones. En general, se encontró contaminación por materia orgánica (aguas residuales domésticas) y se identificó la presencia de mercurio (Hg) y otros metales pesados especialmente en río Nus, Q. Guacas y Q. Palestina, así como en sedimentos de Q. El Balzal y La Colorada, y quebrada Palestina.

El agua para consumo humano y doméstico en zonas rurales proviene de manantiales y aunque los dos centros poblados (Providencia y Cristales) tienen acueducto, el agua no recibe tratamiento (no es potable).

Como resultado del **modelo hidrogeológico** conceptual en el área del proyecto se han identificado cuatro unidades hidrogeológicas básicas: acuíferos libres de extensión limitada representados por los depósitos aluviales, con espesores que no superan los 5 metros en las márgenes del río Nus y 1 a 3 metros en sus afluentes (Quebradas Guacas, La Bella, El Banco, San Antonio, Palestina, entre otras), presentan una conductividad hidráulica entre  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  m/s y transmisividad promedio de 60 m<sup>2</sup>/día; la segunda unidad es un acuitardo representado en áreas de saprolito, presente en toda la zona con espesor variable entre 10 y 60 metros aproximadamente, con baja conductividad hidráulica entre  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$  m/s en zonas de colinas y  $10^{-5}$  m/s en zona de valles subyacente a los depósitos aluviales; la tercera unidad es acuitardo semiconfinado localizado en la zona de transición o grus (sap-rock), con espesores entre 5 y 10 metros, con desarrollo de porosidad primaria y secundaria a través de fragmentos de roca fracturada remanentes del perfil de meteorización con conductividad hidráulica  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$  m/s; la última unidad hidrogeológica es un acuitardo semiconfinado que representado por la roca con porosidad secundaria y conductividad hidráulica entre  $10^{-8}$  y  $10^{-9}$  m/s.

Los resultados del análisis químico de muestras de **agua subterránea** realizado para Línea Base a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, indican que no hay

presencia de metales pesados y/o sustancias de interés sanitario según la normatividad colombiana tales como cianuro (CN-), aluminio (Al), arsénico (As), cadmio (Cd), cinc (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr), mercurio (Hg), níquel (Ni), plata (Ag) y plomo (Pb) con concentraciones menores al límite de detección de los respectivos métodos empleados (ej., 0,02 mg/L, 0,005 mg/L). Las concentraciones de los iones mayoritarios (aniones y cationes) y parámetros fisicoquímicos básicos (conductividad eléctrica, pH, temperatura) se encuentran dentro de los rangos normales para aguas subterráneas.

Con base en mediciones de sólidos suspendidos totales (TSP), material respirable (PM10), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO), se puede afirmar que todos los contaminantes se encuentran por debajo del estándar nacional y que la **calidad de aire** es buena. Según las mediciones de **ruido** la mayoría del sector rural cumple el estándar diurno, mientras que en la noche éste se sobrepasa. Entre los centros poblados se observó que Providencia es más ruidoso que Cristales, porque presenta sectores que sobrepasan la norma, tanto en la noche como en el día.

En el corregimiento de Providencia, los **vientos** predominantes provienen en general del Este (18 %) y del Oeste (11 %), lo cual es coincidente con la influencia de la topografía de la cuenca del Río Nus. Durante el día predominan los vientos del Este y del Este-Nordeste (23 %) y durante la noche predominan los vientos en dirección Oeste-SurOeste (20 %) y Oeste (16 %). Las velocidades más altas del viento en general se presentan también en estas direcciones.

Los elementos del **paisaje** más relevantes a nivel regional son la vegetación, el agua y el relieve. Para el AID se identificaron tres tipos de unidades de paisaje y se determinó que en general para la zona de influencia se cuenta una calidad visual media, siendo baja para las zonas adyacentes a las partes bajas de la cuenca del río Nus; debido al grado de intervención antrópica, por el predominio de la actividad minera, ganadera y urbana, que se presenta con gran relevancia en el territorio y en las zonas aledañas a este cuerpo de agua.

A nivel nacional, la zona no presenta **áreas protegidas** oficialmente declaradas del Sistema nacional de Parques naturales. A nivel regional el 04 de septiembre de 2014 mediante el Acuerdo 32 de Cornare, se delimitó y declaró la reserva forestal protectora regional “La Montaña”, si bien la nueva reserva se superpone parcialmente con un extremo este del título minero 14292, ninguna de las obras del proyecto la afectan. Se encuentran dos zonas bioclimáticas: Bosque húmedo tropical y Bosque muy húmedo premontano, y de acuerdo al mapa de ecosistemas terrestres de Colombia, corresponde en su totalidad al Orobioma bajo de los Andes con presencia de bosques

naturales, vegetación secundaria, cultivos y pastos. En el área de influencia directa, se identificaron siete **coberturas vegetales** bosque fragmentado (17 %), vegetación secundaria o en transición (8 %), herbazal denso (1 %), cultivo de caña (14 %), pastos limpios (31 %) y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (22 %) y mosaico de pastos con espacios naturales (4 %), de un total de 10 coberturas terrestres; las demás coberturas corresponden a tejido urbano continuo, explotación de oro y río (3 %).

Se registran 357 **especies vegetales** pertenecientes a 82 familias botánicas, principalmente de las familias Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Lauraceae, Araceae y Moraceae; así como la presencia en el territorio de 220 especies de fauna silvestre, distribuidas en 158 especies de aves (41 familias), 35 especies de mamíferos (Mastofauna) (17 familias), 15 especies de anfibios (8 familias), 12 especies de reptiles (6 familias).

Se identificó la presencia de seis especies de plantas y siete de vertebrados (un anfibio, dos aves y cuatro mamíferos), que se encuentran incluidas en alguna de las categorías de **especies amenazadas** de la UICN (2003), en los Libros rojos de Colombia y en veda nacional o regional (Resolución 383 de 2010, Acuerdo 262 de 2011 CORNARE).

En cuanto a **comunidades hidrobiológicas** se registraron 31 especies de peces distribuidas en 14 familias, las más frecuentes y abundantes en los registros son características de cuerpos de agua pequeños, de fuertes corrientes y bien oxigenados. Entre las especies registradas, se presenta *Brycon Henni* (sabaleta), la cual no se encuentra evaluada dentro de alguna categoría de vulnerabilidad, sin embargo es una especie vedada en el departamento de Antioquia.

Los **yacimientos arqueológicos** identificados presentan un grado de conservación entre mediano y bajo, cuya distribución en la región indica un patrón de asentamiento disperso, utilizando como asiento las colinas bajas de cima plana, los lomos aterrazados, las vegas amplias y los aterrazamientos en ladera. En total se identificaron 65 yacimientos que corresponden a lugares de habitación con una sola ocupación prehispánica (un periodo único).

Respecto a la caracterización socioeconómica, el Proyecto incide en una población en su mayoría campesina, en condiciones de vulnerabilidad. La población se dedica a actividades agrícolas, principalmente de caña; minería artesanal, probablemente desde la época precolombina, y pecuarias. En menor grado, la comunidad trabaja en los sectores de artesanía, transformación y comercial.

El reglón económico más importante es el agropecuario toda vez que contribuye a la seguridad alimentaria del municipio y a la generación de empleo. La cañicultura es la principal actividad agrícola.

El AII, posee un total de 56.175 habitantes y 1.859 km<sup>2</sup>, la

distribución de la población según se ubica en la cabecera municipal o por fuera de ésta, tiene un patrón similar en Yolombó, San Roque y Maceo: entre 30 % y 40 % es urbano, mientras el 83 % de la población de Cisneros reside en la cabecera. En el municipio de San Roque, la quebrada San Javier provee de agua a la cabecera, que cuenta con una planta de tratamiento en buen estado. Los núcleos de la zona urbana cuentan con acueducto y agua tratada al igual que los corregimientos de San José del Nus y Cristales. Entre tanto, el corregimiento de Providencia cuenta con 2 acueductos en regular estado y el agua no es tratada (Utilizan dos fuentes distintas: La Cascada, de la quebrada Guacas, y la quebrada La Plata, del lado de Yolombó). La cobertura rural en general en zona rural es del 51,7 %, siendo la más alta de los cuatro municipios. Sin embargo, algunos de los acueductos veredales se encuentran en regular estado.

En el tema de alcantarillado los municipios de Maceo, Cisneros y San Roque muestran coberturas totales similares entre sí y acordes a la cobertura urbana en acueducto, cercana al 100 %. Yolombó se aleja de este patrón, con sólo el 38,7 % de cobertura en la cabecera, y el 8,2 % en el resto. Cisneros muestra la mejor cobertura tanto en área rural como en el área urbana. La energía en los 4 municipios es de buena calidad y constante con alta cobertura en el área urbana y centros poblados, además de buena cobertura en el área rural, siendo las más altas la de Cisneros y San Roque, alrededor del 94 % (La más baja, la de Yolombó, con el 72,3 %).

Los municipios de Cisneros y San Roque alcanzan el 91,7 y 92,7 % de cobertura en salud de su población, respectivamente, mientras Yolombó tiene el 11,6 % de su población sin ninguna cobertura en salud, lo que representa menos garantías de la población en este aspecto.

Para la tasa bruta de escolaridad, puede decirse que Yolombó es el municipio que menor cobertura educativa ofrece a su población escolar, ya que en total cubre sólo el 87,7 %, donde la población rural es la más afectada. El municipio de mayor cobertura y menos desequilibrio entre lo rural y lo urbano es Maceo, con una cobertura total de 97 %. Cisneros en total cubre al 99 % de la población escolar. En San Roque la cobertura educativa en la zona rural es de 95 % y en la urbana de 98 %.

En el AID, las localidades más pobladas son Providencia (1.572 habitantes) y El Diluvio (451 personas), y las menos pobladas son Peñas Azules, Guacas Abajo y La Bella, con menos de 100 habitantes. En el tema de los servicios públicos, el acceso a energía eléctrica en las viviendas del AID se da, mayoritariamente, a través de la conexión a contador de energía (84 %) seguido de las viviendas que, aunque cuentan con acceso a energía eléctrica, no poseen contador (13 %) y un 3 % que no cuenta con conexión. El abastecimiento de agua en el área se logra principalmente

a través del servicio de acueducto veredal (51 %), seguido del abastecimiento a través nacimientos (38 %) y, en menor medida, a través de la entidad prestadora de servicios (5 %). En cuanto al porcentaje de viviendas que no cuentan con servicio sanitario se evidencia que las veredas del AID que padecen mayormente de esta problemática son, El Iris (27 %), Manizales (21 %), La Trinidad (14 %) y El Balsal (13 %), mientras que en las demás localidades la cifra no supera el 10 %.

Se estableció que en su gran mayoría la población se encuentra afiliada al Sistema de Seguridad Social a través del régimen subsidiado (77 %). El porcentaje de habitantes que no están cobijados por el Sistema es bajo (6 %), a la vez que el número de personas afiliadas mediante el régimen contributivo (17 %).

En educación se encuentra que el 83 % de la población entre 5 y 15 años del AID, denominada “Población en edad escolar”, asiste a la escuela. Sin embargo, un 13 % de ese segmento está “sin actividad” y se encuentra, en su mayoría, en las localidades de Providencia, El Diluvio y Peñas Azules. A su vez, el 2 % de la población en edad escolar se encuentra trabajando de manera permanente o intermitente y el 2 % se dedica a los oficios del hogar. En cuanto al nivel educativo, se determinó que un grupo importante de la población (31 %) sólo cuenta con la primaria incompleta, lo que se asocia con los niveles de analfabetismo, el 13% de la población mayor de 15 años, no sabe leer ni escribir.

De las 3.617 personas que habitan el AID el 78 % corresponde a PET (Población en edad de trabajar), de los cuales el 48 % corresponde a población activa conformada en su mayoría por hombres siendo éstos los que jalonan la actividad económica de la zona. El 37 % se encuentra trabajando y es conformado en su mayoría por hombres. El 22 % está estudiando y el 22 % realiza oficios del hogar (esta última es característica del género femenino). Gran parte de las personas que se encuentran trabajando, lo hacen en actividades relacionadas con el jornaleo y oficios varios, seguido de aquellas que trabajan con el cultivo de la caña y la minería. La tasa de desempleo de la AID es del 4,1 %. Finalmente el 46 % gana menos de un SMLV, lo que evidencia la informalidad del trabajo de la zona y las precarias condiciones laborales.

En el área no hay presencia de comunidades étnicas (indígenas, negritudes y ROM) ni territorios legalmente titulados de conformidad.

## Método de evaluación ambiental seleccionado.

Para evaluar los impactos ambientales del Proyecto Gramalote, en los escenarios “sin” y “con” proyecto, se utilizó la metodología de Conesa Fernández modificada y se desarrolló mediante un panel de expertos. Ésta metodología fue seleccionada porque cumple con los

requerimientos establecidos en los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental y en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales del Ministerio del Medio Ambiente para la evaluación de impactos. En la siguiente figura se muestra la secuencia del proceso para evaluar dichos impactos.

Figura 18. Metodología de evaluación de impacto ambiental

### // Identificación de los impactos

- Identificación y definición de los factores del ambiente
- Identificación de Actividades
- Identificación de interacciones (Matriz de Factores ambientales vs Actividades)
- Identificación y definición de aspectos ambientales
- Identificación y definición de impactos ambientales directos e indirectos



### // Predicción de los impactos

- Clasificación de los impactos mediante la asignación de valores
- Justificación
- Elaboración de la matriz de impactos (Matriz de Impactos ambientales vs Actividades)



### // Evaluación de los impactos

- Elaboración de la Matriz de Importancia
- Análisis general de resultados de la Evaluación Ambiental
- Evaluación económica de impactos

Fuente: Gramalote Colombia Limited

CONESA FERNANDEZ, Vicente. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.

Ediciones Mundi-Prensa. Cuarta Edición. Madrid. 864 pp.

Manual de evaluación de estudios ambientales: criterios y procedimientos / compiladores Alberto Federico Mouthon Bello. [et al.]

– Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 2002. 252 p.

## **Síntesis de la Zonificación Ambiental.**

Teniendo en cuenta que las áreas de influencia directa de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico tienen formas diferentes, la zonificación ambiental, sobre el área común, se hizo sobre la totalidad de las obras del Proyecto.

### **Zonas de sensibilidad muy alta.**

En el área de influencia directa del proyecto, no se identificaron zonas de sensibilidad muy alta.

### **Zonas de sensibilidad alta.**

Corresponden a zonas poco intervenidas por actividades antrópicas, que presentan los parches más conservados de los bosques fragmentados del área de influencia directa, localizados en partes de difícil acceso en el sector de Monjas y en la parte alta de la cuenca La Negra y a los parches de cobertura vegetal que sirven de protección a las cabeceras de las subcuencas de El Topacio, El Banco, La Palestina y Guacas. Ocupan el 24 % del área de influencia directa.

### **Zonas de sensibilidad media.**

Ocupan el 51 % del área de influencia del proyecto, y corresponde en general a zonas intervenidas, con coberturas de Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, predominio de la agricultura como actividad económica principal (veredas El Diluvio, Manizales, Guacas Abajo) y áreas medianamente sensibles a la dependencia de la actividad minera como la vereda La María y el corregimiento de Providencia.

### **Zonas de sensibilidad baja.**

Ocupan el 22 % del área de influencia directa. Son zonas de las coberturas de estos sitios corresponden principalmente a pastos y cultivos.

### **Zonas de sensibilidad muy baja.**

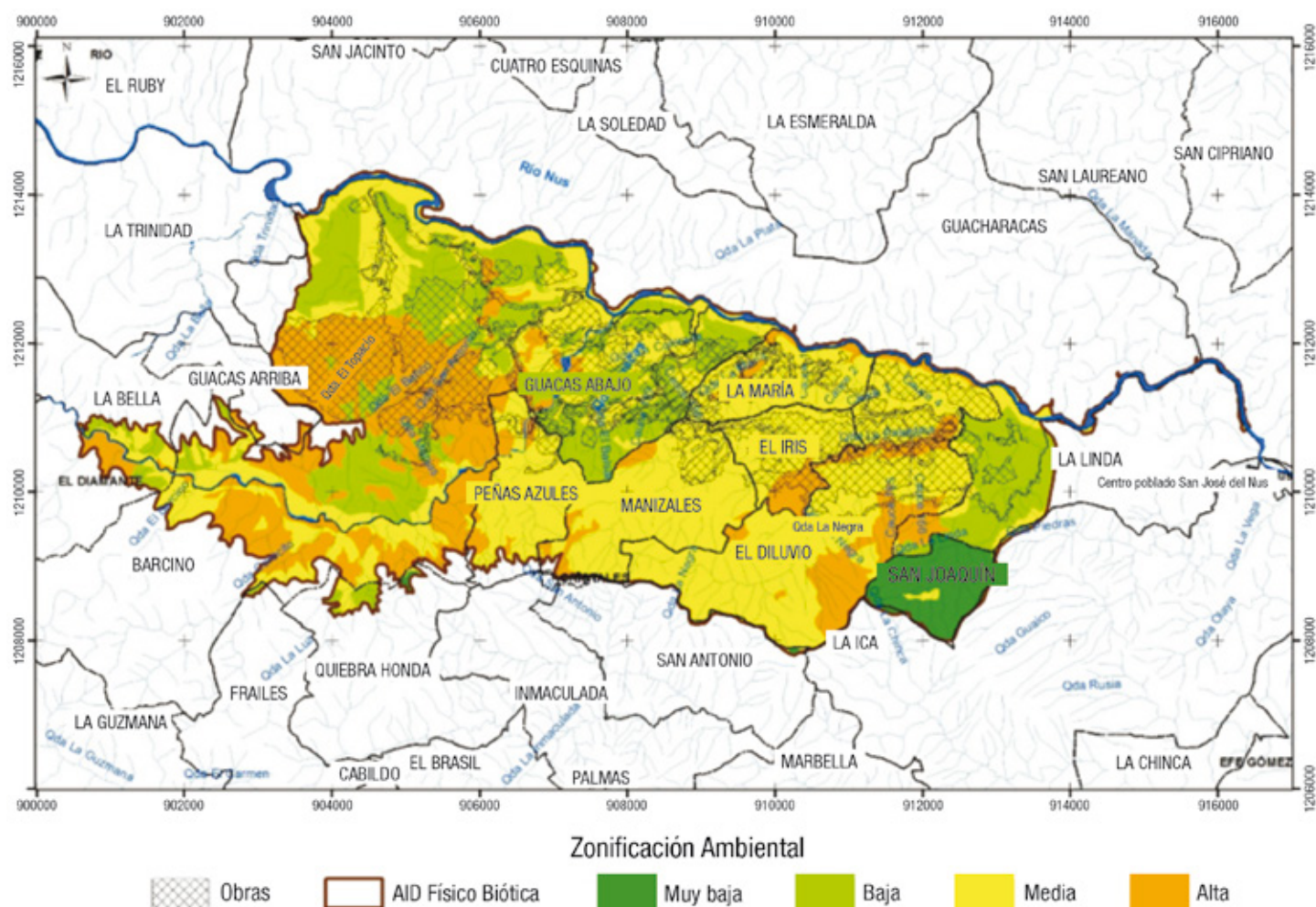
Ocupan el 3 % del área de influencia directa. Se localizan principalmente en el área de la vereda San Joaquín, caracterizada por su baja sensibilidad en los componentes físico bióticos.

El 49% de las obras del proyecto se localizan en zonas de sensibilidad ambiental media, el 29% en zonas de sensibilidad ambiental alta y el 21% restante en zonas de sensibilidad ambiental baja.

El la Figura 19 se presenta una síntesis de la zonificación ambiental y en la Figura 20 el resultado final de la zonificación de manejo ambiental, según la cual se presentan tres clases de zonas de manejo en el proyecto, aquellas que permiten intervención sin restricciones, denominada Área de Intervención (539,81 ha), en las cuales se puede desarrollar el proyecto, con manejo socioambiental acorde con las actividades y etapas del mismo, e implementar manejos convencionales, que tienen bajo impacto económico y pueden requerir la obtención de permisos, concesiones o autorizaciones para el uso de los recursos naturales renovables. Y las Áreas de Intervención con Restricción Alta (526,25 ha), aquellas en las que las obras y actividades se pueden desarrollar con la implementación de manejos de alto nivel de complejidad, que tienen impacto económico alto y requieren la obtención de permisos, concesiones o autorizaciones para el uso de los recursos naturales

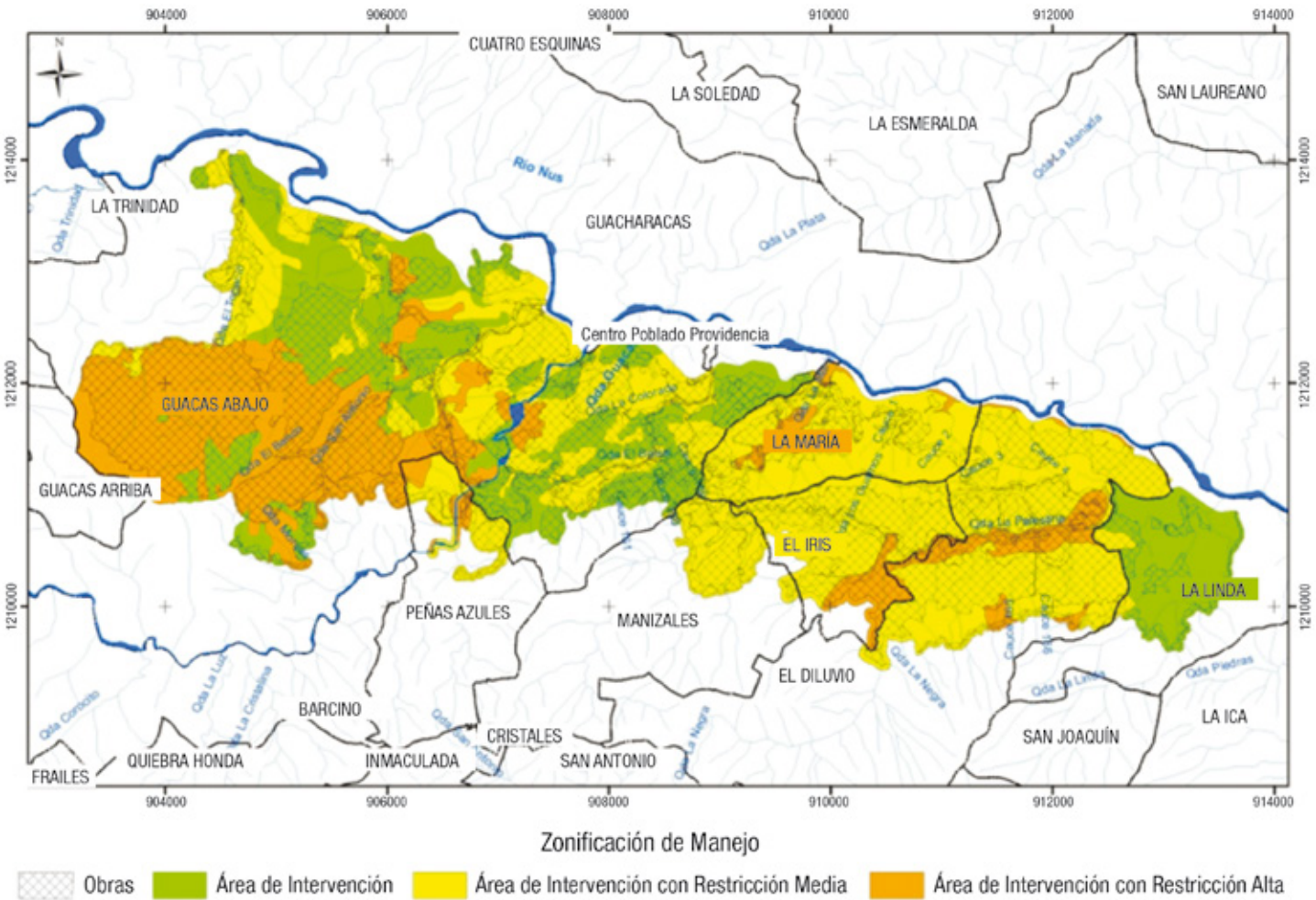
renovables y el trámite de levantamiento de restricciones ambientales u otros; y Áreas de Intervención con Restricción Media (1.015,04 ha), aquellas en las que las obras y actividades se pueden desarrollar con la implementación de manejos de nivel de complejidad media, que tienen impacto económico medio o moderado y pueden requerir la obtención de permisos, concesiones o autorizaciones para el uso de los recursos naturales renovables. No se identificaron Áreas de Exclusión, debido a la alteración que presenta el territorio.

Figura 19. Sensibilidad ambiental unificada obtenida de la zonificación ambiental



Fuente: Integral S.A. 2013

Figura 20. Las obras del proyecto en relación con zonificación de manejo en el AID del proyecto



Fuente: Integral S.A, 2013

## 6. Impactos del proyecto.

## Evaluación ambiental sin Proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos para la evaluación ambiental sin proyecto, se puede concluir que para todos los componentes del medio abiótico, la ganadería y la minería artesanal son los sectores que generan mayores impactos, principalmente por la actividad de desmonte de coberturas vegetales para su desarrollo.

Estas afectaciones se ven reflejadas en la pérdida de hábitats e individuos de flora y fauna, vulnerabilidad a los procesos erosivos, contaminación de aire y agua, confluyendo todo esto en un deterioro del paisaje. Por otro lado, los componentes del medio biótico evaluados, ecosistemas terrestres y acuáticos, tienen esencialmente el mismo grado de deterioro.

Para el medio socioeconómico, sectores como la minería que se desarrolla en la zona, predominantemente artesanal que aprovechan recursos naturales del subsuelo, por una parte proporciona ingresos a las comunidades que se traducen en mejoras económicas y de poder adquisitivo, pero por otra afecta otros recursos de interés común como el agua y el aire. De modo similar la extracción de madera, la agricultura, la ganadería, la pesca, la cacería, son fuentes de recursos que permiten mantener una forma de vida campesina; sin embargo, requieren un uso racional para prevenir su agotamiento.



### Evaluación Ambiental con proyecto.

La matriz de importancia puede concluir que para el medio abiótico y social (particularmente en el corregimiento de Providencia), la construcción de infraestructura y montaje de equipos y la operación, son las actividades que generarían los mayores impactos. En la primera, principalmente por la actividad de construcción del túnel para la desviación de la quebrada Guacas, y en la segunda, por la extracción de los depósitos de materiales.

Para el medio biótico, la construcción de infraestructura y montaje de equipos y la extracción de material, son las actividades que generarían mayores impactos, principalmente por la remoción de la cobertura vegetal. Esta actividad implica la pérdida de fragmentos de bosque o vegetación secundaria o en transición y coberturas a nivel de riqueza y diversidad, lo cual se traduce en pérdida de individuos y en la afectación de las interacciones entre las poblaciones de especies de flora y fauna presentes en el área de influencia directa del Proyecto. Los impactos de modificación de la cobertura vegetal, modificación de las poblaciones de flora, fragmentación de hábitats, y modificación de las poblaciones de fauna terrestre, son los de mayor relevancia en los ecosistemas terrestres. Con respecto a los ecosistemas acuáticos es importante resaltar que al afectarse la red hídrica de la zona por las diferentes obras del proyecto, se generará una alteración significativa sobre las comunidades hidrobiológicas.

Por su parte, para el medio socioeconómico, el reasentamiento y la construcción de infraestructura y montaje de equipos son las etapas que generan mayores impactos tanto positivos como negativos, principalmente por la actividad de reasentamiento involuntario, tanto físico como económico, de la comunidad (mineros artesanales y cosecheros) que se encuentra ubicada directamente en la huella del proyecto. Adicionalmente, se presentan impactos por la contratación mano de obra, contratación de bienes y servicios, dinamización de la economía local, así como la afectación a las condiciones de salud, particularmente por la llegada de población, asociada a los cambios de los flujos migratorios.

Durante la operación, los mayores impactos sobre las comunidades serán la generación de material particulado, ruido y vibraciones, especialmente en el corregimiento de Providencia. Durante la etapa de cierre, el impacto más significativo es la desvinculación de mano de obra y a nivel de la administración municipal, afectación de sus finanzas.

### Manejo específico de algunos impactos.

De acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental, los siguientes son los impactos de mayor relevancia:

## Medio Abiótico.

### Afectación de la calidad del aire y ruido.

Las actividades de construcción generarán emisiones de material particulado dadas las actividades de movimientos de tierras y transporte interno sobre vías. Para el control se han definido procesos de humectación (riego carro tanques) de las vías para reducir la generación de material particulado.

En la etapa de operación la mayor fuente de emisión será la producida por el transporte interno de materiales en los vehículos mineros. Para poder definir las medidas se realizó una modelación de PM<sub>10</sub>, PST y PM<sub>2,5</sub>; con los resultados de la modelación con medidas de control, el aporte de la emisión de la mina no excederá los límites máximos permisibles en el corregimiento de Providencia. En los sectores cercanos a esta población se aplicarán surfactantes en las actividades de riego, y como control redundante la vía más cercana a Providencia tendrá un sistema fijo de riego para asegurar que este impacto esté controlado.

Dado que el proyecto es en su mayoría hidrometalúrgico, la generación de gases se da básicamente en la etapa de operación, como consecuencia de los procesos de fundición y electrodeposición en la planta de producción; controles de emisiones como filtros y lavadores de gases han sido propuestos y se cumplirá con las emisiones permitidas definidas en la legislación.

Por otro lado, para el impacto relacionado con la generación de ruido se realizó una modelación teniendo en cuenta todas las fuentes fijas y móviles que podrían incidir en este impacto, y el resultado indica que el aporte del proyecto será muy bajo sobre el corregimiento de Providencia. Preventivamente serán revisadas las emisiones de los equipos a ser utilizados para asegurar que se cumplen las condiciones de modelación. Adicionalmente, para la actividad de perforación y voladura, durante la operación del proyecto y que aportará decibeles (dB) a la atmósfera, se han propuesto en el documento frecuencias, horarios, diseños de barrenos y mallas, que permitirán minimizar las afectaciones que se puedan ocasionar sobre las viviendas e infraestructura de esa localidad, producto de las vibraciones asociadas a esta actividad.

### Afectación del recurso hídrico superficial y subterráneo.

En relación a la disponibilidad y el uso del agua, se estableció como premisa en los diseños su uso eficiente y la recirculación de las mismas, para lo cual se generó un modelo de balance aguas que permitió que de los 1.254 l/s que requiere el proceso para operar, sean recirculados 1.037 l/s, con lo que el agua de reposición será sólo de 217 l/s, con lo cual podemos concluir que cerca del 83 % del agua utilizada será recirculada.

Con respecto a la afectación de la calidad de las aguas superficiales, desde la perspectiva física, ésta se da básicamente por el aporte de sedimentos que ocurren durante la construcción de facilidades e infraestructura, y posteriormente en la etapa de operación por el arrastre de sedimentos provenientes de las superficies descubiertas de la mina (botaderos, tajos, vías y taludes). Como medidas de control y mitigación se han propuesto los sistemas de conducción, control y tratamiento de sedimentos que permiten el cumplimiento de los límites permisibles. Desde la perspectiva química, se realizaron modelos de calidad de las aguas del proceso y de potencial de generación de drenaje ácido de roca, y como resultado se observó que no se generarán descargas de efluentes que pongan en riesgo el componente hidrobiológico. Adicionalmente, en las rocas donde se encuentra la mineralización, se tendrá bajo potencial de generación de drenaje ácido de roca. Sin embargo, de manera preventiva se presentan medidas de control y sistemas de monitoreo que permitirán detectar oportunamente si existe alguna condición anómala y se puedan implementar medidas de control y evitar de esta manera la afectación de cuerpos de agua.

Para prevenir la afectación de la calidad de las aguas subterráneas por el proceso productivo, las medidas de control de los impactos asociados al componente hidrogeológico fueron incluidas desde el diseño de la infraestructura. Se cuenta con estructuras para la recolección y recirculación de las aguas de infiltración en los botaderos de estériles y la presa de colas. Adicionalmente, con la ayuda de modelaciones hidrogeológicas conceptuales y numéricas, se logró determinar que el impacto sobre el componente hidrogeológico en los sectores de los tajos Gramalote y Monjas será temporal y no afectará la disponibilidad del recurso. Una vez sea implementado el plan de cierre, los niveles piezométricos de las áreas alrededor de tajo gramalote se restablecerán.

### Desviación Quebrada Guacas.

La desviación de la quebrada Guacas en su parte baja se requiere por la interferencia que representa para el desarrollo del tajo de explotación denominado Gramalote, cuya vida útil se estima cerca de 15 años. Una vez terminado el proyecto de explotación, la quebrada Guacas se retornará a su cauce natural.

El estudio de alternativas de desviación de la Quebrada Guacas contempló como fuentes receptoras la misma quebrada Guacas, aguas abajo del tajo, y la cuenca vecina más próxima correspondiente a la quebrada San Antonio.

El análisis comparativo de las alternativas planteadas, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales, permitió concluir que esta última era la más conveniente.

## Medio biótico.

### Remoción de vegetación.

Un aspecto importante a mencionar es que en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de área protegida de carácter regional y nacional. Adicionalmente, la mayoría del área donde se localiza el proyecto presenta afectación por otras actividades económicas de la región (minería artesanal, agricultura, ganadería). En algunos sectores aún hay presencia de relictos de bosque fragmentado y vegetación secundaria, y algunos con especies con algún grado de protección o veda. Por lo tanto, se ha diseñado un plan de aprovechamiento que contempla la recolección de semillas, germinación en el centro de desarrollo forestal del proyecto, trasplante de individuos y aprovechamiento selectivo, para asegurar que no se generarán impactos ambientales mayores a los autorizados y que se preservarán las especies a través del desarrollo de protocolos de germinación de especies nativas. Más adelante se detalla en el documento una medida de compensación por pérdida de biodiversidad.

### Alteración de fauna.

La fauna está generalmente asociada a las coberturas vegetales presentes en la región, por lo tanto previo a

remoción de la vegetación se han propuesto programas de ahuyentamiento, rescate, recuperación en el centro de atención veterinaria y reubicación de especies de baja movilidad, teniendo en cuenta su grado de protección en áreas receptoras identificadas.

## Medio Socioeconómico.

### Desplazamiento involuntario de la población.

No obstante las alternativas analizadas, el diseño del Proyecto producirá, inevitablemente, el desplazamiento físico y económico de aproximadamente 173 hogares presentes en el área de influencia directa puntual del proyecto. Las actividades económicas predominantes dentro del área de influencia directa son, la minería artesanal sin título y con un nivel alto de informalidad, y actividades agropecuarias principalmente relacionadas con el cultivo y molienda de caña, denominadas en el estudio como el grupo de cosecheros. Este impacto se genera en las áreas en las que se ha identificado se deberán construir todas las facilidades, tanto industriales como mineras, que se requieren para el desarrollo del proyecto.

Como consecuencia de lo anterior, se requerirán procesos de traslado involuntario de población respecto a su lugar de vivienda, producción y redes sociales. Con ese fin se realizará el proceso de actualización y complementación de la caracterización socioeconómica y cultural realizada para este Estudio a partir de un censo socioeconómico, y se formulará un Plan de Acción de Reasentamiento (PAR) que garantice las mismas y/o mejores condiciones de vida para estas personas.



La Figura 21 describe las etapas del proceso de reasentamiento propuesto. La primera parte de este proceso ya fue desarrollada por Gramalote y resulta en la propuesta conceptual de reasentamiento incluida en este estudio.

**Figura 21. Proceso de reasentamiento**

#### // Diagnóstico y definición del PAR preliminar

- Definir la huella del Proyecto
- Determinar necesidad de reasentamiento
- Identificar y relacionarse con actores sociales impactados
- Elaborar el Plan de Reasentamiento Conceptual (versión preliminar)

#### // Concertaciones colectivas y formulación del PAR

- Desarrollar el plan de relacionamiento y mensajes clave
- Crear comités de concertación
- Censar, inventariar activos, tasar bienes y crear base de datos
- Establecer y negociar elegibilidad y matriz de compensación
- Implementar el sistema de quejas y reclamos
- Elaborar y firmar el plan de reasentamiento

#### // Concertaciones individuales e implementación del PAR

- Concertar individualmente inventarios y compensación
- Adquirir tierras de reposición y diseñar nuevos asentamientos participativamente
- Construir viviendas e infraestructura de reposición
- Preparar el plan de restitución de medios de vida y planes de vida

#### // Traslado e implementación de la restitución de medios económicos

- Entregar activos monetarios y en especie a los afectados
- Trasladar la población y entregar de activos de reposición
- Implementar proyectos productivos/generación de ingresos para restablecer medios de vida
- Implementar proyectos de desarrollo comunitario
- Acompañar sicosocialmente a familias
- Apoyar técnica y socialmente a la población reasentada
- Monitorear y evaluar el proceso con veeduría externa

Fuente: Gramalote Colombia Limited

Gramalote decidió guiar el proceso de adquisición de tierras y reasentamiento basado en una serie de principios que alinean los estándares corporativos de AGA con la normatividad nacional e internacional, especialmente los establecidos por el Banco Mundial/IFC. Estos principios serán el pilar fundamental sobre el que se basará el proceso de concertación con las comunidades y hogares a ser reasentados.

En este sentido, el Plan conceptual de Reasentamiento desarrolla dos procesos principalmente, el primero enfocado a diseñar e implementar un modelo de coexistencia entre la minería a gran escala y la pequeña minería artesanal, y el segundo se enfoca en la promoción de vocaciones agrícolas, a través del diseño e implementación del Plan

de Restitución de Medios de Vida y Planes de Vida Familiar que permitirán generar las condiciones tecnológicas, económicas, sociales y ambientales, entre otras, para promover la sostenibilidad del reasentamiento.

Teniendo en cuenta la sensibilidad que conlleva la implementación del reasentamiento, la empresa considera que a esta actividad debe realizarse de manera especial y prioritaria, razón por la cual ha definido el reasentamiento como una actividad previa al inicio de actividades de construcción de la infraestructura asociada al proyecto minero, con lo cual la compañía pretende cumplir a cabalidad con los requerimientos establecidos por IFC – International Finance Corporation, con el estándar de la compañía para adquisición de tierras y con la legislación nacional existente y aplicable.

En este contexto, el objetivo del Plan de Acción del Reasentamiento PAR es que las personas desplazadas por el proyecto puedan mejorar sus condiciones y restaurar efectiva y sosteniblemente sus medios de vida, para la construcción del PAR se llevará a cabo cumpliendo una metodología exhaustiva en el trabajo de campo y en el contacto y concertación con las personas que serán impactadas por el reasentamiento. Igualmente, profundizará en la identificación de alternativas que permitan convertir las principales actividades productivas (Agricultura basada en el cultivo de caña y minería artesanal) actualmente desarrolladas en la zona, en cadenas de valor que garanticen el aumento sostenido en los ingresos de las familias vinculadas al reasentamiento.

La fase de planeación, formulación e implementación del PAR, se establece para un total de 36 meses, en los cuales el equipo social del proyecto liderará el proceso de formulación, acercamiento, concertación y negociación final con los grupos de interés. No obstante y siempre que las condiciones lo permitan se podrá dar inicio a la fase de construcción y montaje en aquellas áreas en las que se verifique el traslado adecuado de las personas que deban ser reasentadas.

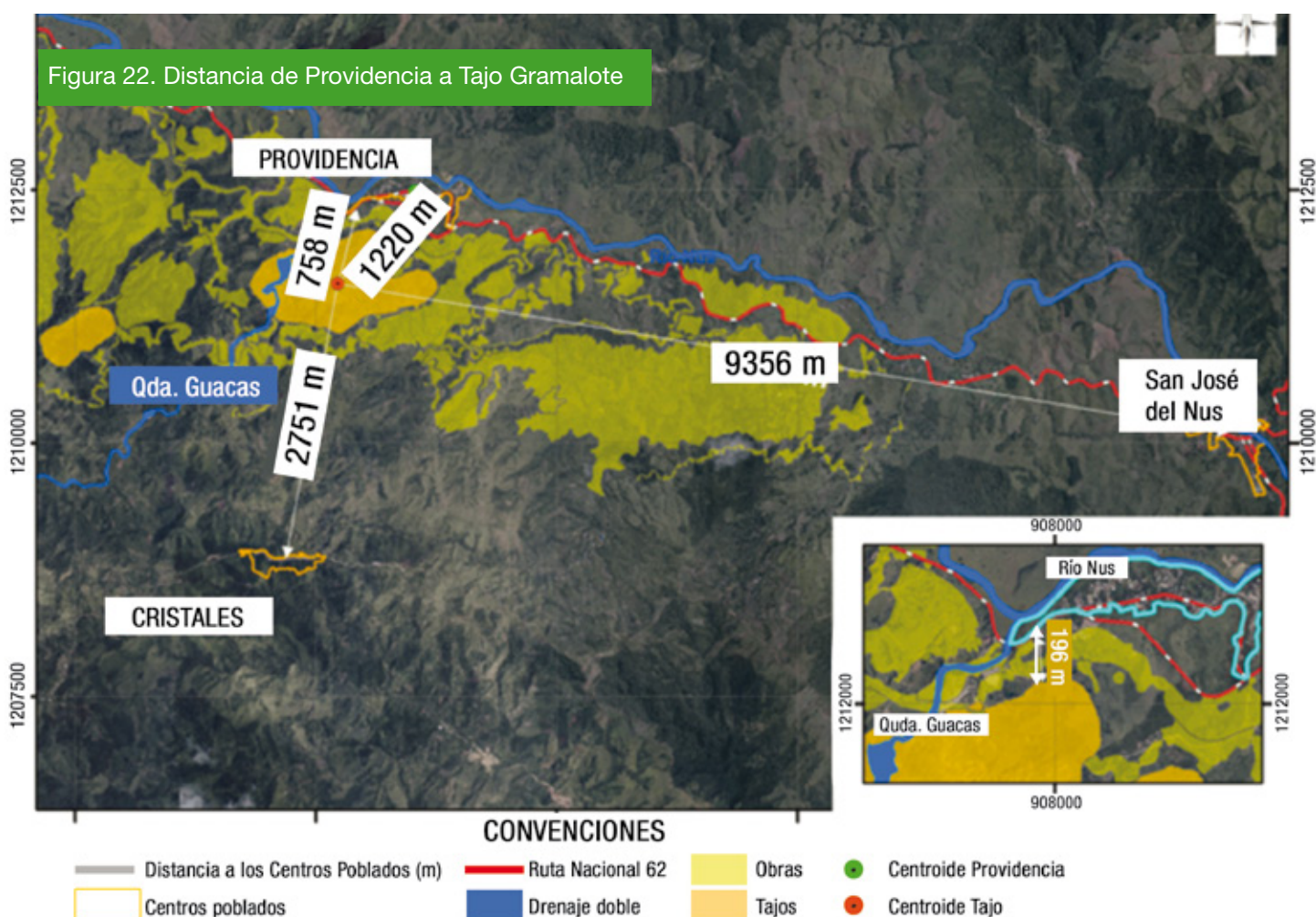
## Providencia

Dentro de los aspectos más relevantes en la localización del proyecto está la cercanía con centro poblado de Providencia, que cuenta con 473 construcciones, 442 hogares, 1.573 habitantes, un puesto de salud y un restaurante escolar, entre otros.

En la siguiente figura se muestra la localización de Providencia respecto al tajo Gramalote.

Esta situación fue cuidadosamente considerada desde la ejecución de los diseños del proyecto, con el fin de evitar posibles afectaciones a la comunidad, principalmente relacionadas con emisión de material particulado, ruido y vibraciones. Los diseños de los componentes se realizaron teniendo como base el resultado de las modelaciones efectuadas entre las que se encuentran:

- Estudio patológico de las estructuras de las tipologías de vivienda del Corregimiento.



Fuente: Gramalote Colombia Limited

- Modelo de vibraciones, para estimar los niveles de vibración y golpe aéreo que serán percibidos en el corregimiento de Providencia.
- Modelo hidrogeológico, para evaluar la posible afectación al agua subterránea.
- Modelo de calidad de aire, para estimar la posible afectación de la población por emisiones de gases y material particulado.
- Modelo de ruido, para estimar la afectación por generación de ruido
- Modelo de vertimientos, para estimar la distancia de asimilación de las sustancias generadas en los vertimientos del proyecto, hasta alcanzar las condiciones base en los cuerpos de agua receptores.
- Modelo de calidad y el balance de agua, para definir el volumen de agua y calidad esperada de los efluentes del proceso.

En el Capítulo 6 “Evaluación Ambiental”, se presenta en forma detallada los resultados de estos estudios, con énfasis en la predicción de los efectos que pueden ocurrir en el corregimiento de Providencia. Las conclusiones arrojan como resultado que no existe una afectación directa a la comunidad que justifique un proceso de reasentamiento de dicha población, por lo tanto el corregimiento de providencia no será reasentado.

Una vez efectuadas los estudios, se hace la valoración de la situación en el marco del estándar de Acceso a Tierra y Reasentamiento de AGA, compañía operadora del proyecto, en el cual se establece que el reasentamiento de personas debe evitarse y minimizarse.

Esta situación no resulta nueva para la compañía ni para la comunidad, puesto que las actividades de exploración se vienen desarrollando desde 2009 y se han concentrado sobre el cerro Gramalote que corresponde al futuro Tajo Gramalote. Así mismo los accesos a las instalaciones del proyecto se ubican al frente del corregimiento de Providencia.

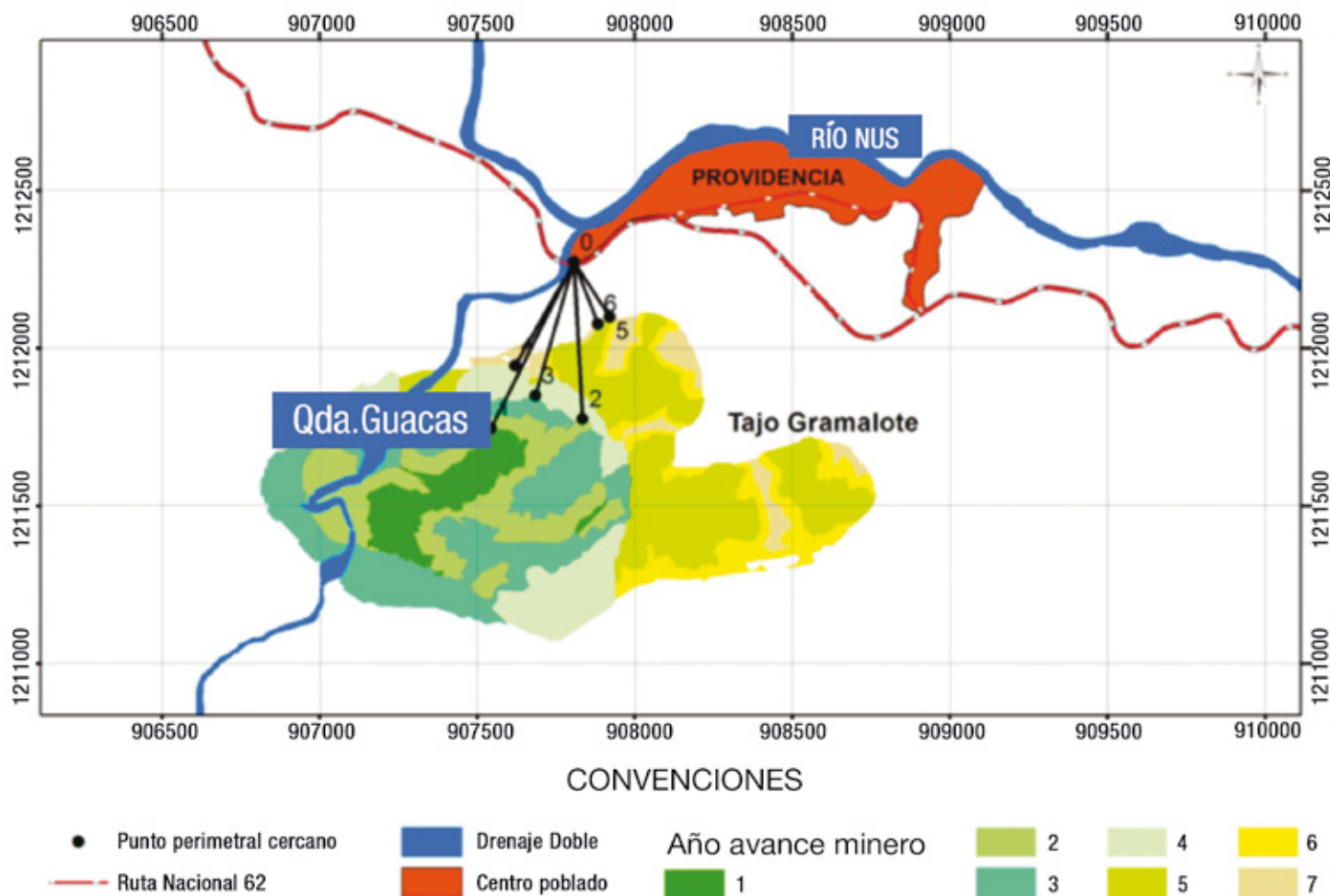
No obstante lo anterior, la compañía entiende la necesidad de establecer medidas especiales para atender de manera eficiente el hecho de tener un centro poblado cerca del proyecto. Específicamente para el desarrollo de las fases de construcción y montaje y operación se han definido desde la fase de exploración en lo social la ubicación permanente de un punto de atención a la comunidad, en el cual se tiene acceso a información permanente sobre la evolución y estado del proyecto.

De igual forma, se han definido medidas de control ambiental relacionadas con aspectos ambientales específicos así:

Teniendo en cuenta que la generación de material particulado que pudiera llegar a afectar a la comunidad de Providencia se presenta principalmente en las vías internas del proyecto, se ha establecido un programa de riego continuo en las vías y la instalación de un sistema de riego permanente en la vía más cercana al corregimiento. La creación de barreras vivas preferiblemente de crecimiento denso permitirá contener el poco material particulado y aislar visualmente el área del proyecto a la comunidad. La malla de voladuras se diseñó cumplimiento los más altos estándares de seguridad; los horarios y la frecuencia de las voladuras serán programados y avisados de manera previa a la comunidad. Un sector del corregimiento se surte del agua de la Quebrada Guacas para satisfacer parte de las necesidades de uso doméstico, con la desviación de la quebrada se presenta una interrupción en el acceso al punto de captación, el cual no cuenta con el debido permiso de concesión, sin embargo, la compañía tiene previsto implementar las medidas técnicas requeridas y el acompañamiento legal para que no se vea afectada la disponibilidad del recurso. Dado que el corregimiento y el proyecto se encuentran separados por la Vía Nacional 62, se ha definido el incremento en la señalización y controles de velocidad en esta zona.

En este punto resulta necesario señalar que de conformidad con el plan minero la secuencia de crecimiento del Tajo Gramalote, se comporta de la forma como se presenta en la Figura 23, y de conformidad con el crecimiento del Tajo se han definido los años 5 y 6 como periodos de verificación y actualización de los modelos (vibraciones, calidad del aire y ruido).

Figura 23. Secuencia de crecimiento del Tajo Gramalote



Fuente: Gramalote Colombia Limited



## **7. Demanda de recursos naturales y/o afectación de recursos naturales renovables y el medio ambiente.**

En este numeral se presentan los recursos naturales que son usados, aprovechados o afectados en la ejecución de las actividades del proyecto y para los cuales se necesitan permisos, autorizaciones o concesiones, con el fin de contar con un soporte para la evaluación de impacto ambiental y el establecimiento de las medidas de manejo, monitoreo y seguimiento. Se hace énfasis en las captaciones de agua,

fuentes de agua utilizadas para verter aguas industriales y domésticas, áreas susceptibles de aprovechamiento forestal, ocupaciones de cauce existentes, fuentes de emisión y manejo y disposición de residuos.

La Tabla 1 resume los recursos naturales requeridos para el desarrollo del Proyecto Gramalote.

Tabla 1. Demanda de los recursos

Fuente: Gramalote Colombia Limited

| TIPO DE PERMISO                           | Reasentamiento                | Construcción                                                                                                                                                                                       | Operación                                                                                 | Abandono y cierre                                                                                         |
|-------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concesiones de agua</b>                | Concesión de aguas existentes | 15 puntos de concesión<br>Consumo industrial: 216 l/s<br>Consumo industrial exploración adicional (Concesión general dentro del polígono del Título Minero): 6 l/s<br>Consumo doméstico: 12,50 l/s | 18 puntos de concesión<br>Consumo industrial: 1.000,75 l/s<br>Consumo doméstico: 5,22 l/s | 11 puntos de concesión<br>Consumo industrial: 3.202,15 (incluye llenado tajos)<br>Consumo doméstico: 1,21 |
| <b>Permisos de vertimiento industrial</b> |                               | 4 puntos de vertimiento<br><br>Un permiso general dentro del polígono del Título Minero: 6,00 l/s para la exploración adicional.                                                                   | 9 puntos de vertimiento                                                                   | 1 punto de vertimiento                                                                                    |
| <b>Permisos de vertimiento doméstico</b>  | Existente                     | 2 puntos de vertimiento                                                                                                                                                                            | 3 puntos de vertimiento                                                                   | 1 punto de vertimiento                                                                                    |
| <b>Ocupaciones de cauce</b>               |                               | 331 ocupaciones de cauce                                                                                                                                                                           | Permanecen en operación                                                                   |                                                                                                           |
| <b>Materiales de construcción</b>         |                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Material requerido: 3.200.000 m<sup>3</sup></li> <li>Material explotable 4.800.000</li> </ul>                                                               |                                                                                           |                                                                                                           |
| <b>Emisiones atmosféricas</b>             |                               | Emisión atmosférica por cargue, transporte y disposición final de materiales.                                                                                                                      | Emisiones de área en la operación minera y emisiones de fuentes fijas (4)                 |                                                                                                           |
| <b>Aprovechamiento forestal</b>           |                               | 1.273,95 ha área intervenida                                                                                                                                                                       |                                                                                           |                                                                                                           |
| <b>Levantamiento de veda</b>              |                               | Veda regional: 3 especies<br>Veda regional: 10 especies                                                                                                                                            |                                                                                           |                                                                                                           |

## 8. Plan de manejo ambiental.

El Plan de Manejo presenta las medidas y actividades orientadas a prevenir, mitigar y corregir los impactos significativos que pudieran generarse sobre los componentes ambientales y sociales, derivados del desarrollo de la actividad minera del proyecto Gramalote. El Plan se estructuró en fichas que permiten implementar una gestión integral durante el desarrollo del proyecto, de tal manera que se logre la cobertura de las actividades proyectadas para las fases de reasentamiento, construcción y cierre y

abandono de la explotación. Los programas de manejo ambiental se clasificaron de acuerdo con el medio a afectar: abiótico (10), biótico (6) y socioeconómico (13) como se muestra a continuación en la siguiente tabla; en cada uno de ellos se presentan las actividades para prevenir, mitigar o corregir los impactos significativos identificados en los diferentes componentes.

Tabla 2. Listado de programas de manejo

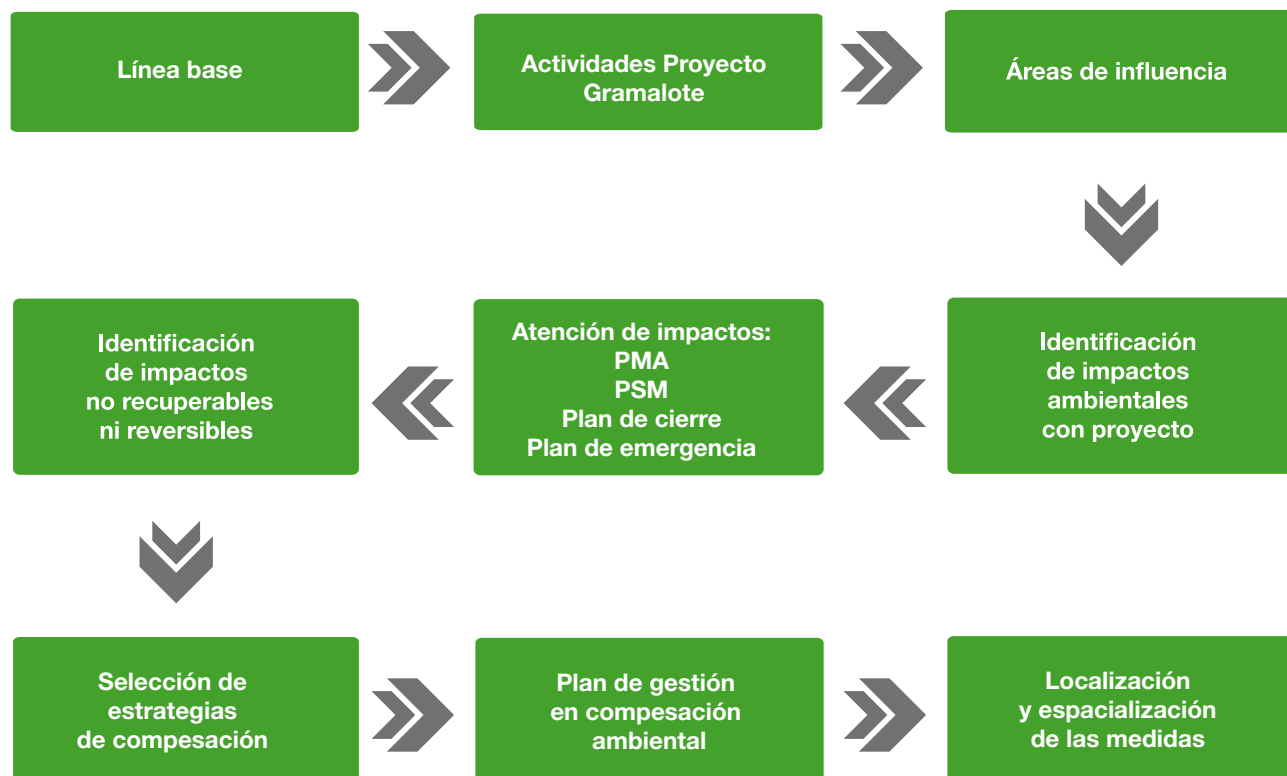
Fuente: integral S.A. (2013).

| Medio    | Código      | Programa de manejo                                                                                                  |
|----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abiótico | PMA_ABIO_01 | Programa de manejo del suelo                                                                                        |
|          | PMA_ABIO_02 | Programa de manejo de estériles y escombros                                                                         |
|          | PMA_ABIO_03 | Programa de manejo del recurso hídrico                                                                              |
|          | PMA_ABIO_04 | Programa de manejo del recurso aire                                                                                 |
|          | PMA_ABIO_05 | Programa de manejo de residuos sólidos                                                                              |
|          | PMA_ABIO_06 | Programa manejo de combustibles y sustancias químicas                                                               |
|          | PMA_ABIO_07 | Programa de manejo de explosivos y voladuras                                                                        |
|          | PMA_ABIO_08 | Programa de manejo de señalización                                                                                  |
|          | PMA_ABIO_09 | Programa de manejo del paisaje                                                                                      |
|          | PMA_ABIO_10 | Programa de manejo del Cianuro                                                                                      |
| Biótico  | PMA_BIO_01  | Programa y protocolos para el manejo y salvamento de especies de fauna                                              |
|          | PMA_BIO_02  | Programa de remoción de la cobertura vegetal                                                                        |
|          | PMA_BIO_03  | Programa de ahuyentamiento y rescate de peces                                                                       |
|          | PMA_BIO_04  | Programa de restauración, rehabilitación y recuperación de áreas intervenidas                                       |
|          | PMA_BIO_05  | Programa de protección y conservación de especies vegetales y faunísticas con grado de amenaza, endémicas o vedadas |
|          | PMA_BIO_06  | Programa de conservación de ecosistemas naturales y de la oferta de servicios ecosistémicos                         |
| Social   | PMA_SOC_01  | Programa de manejo de atención, información y participación comunitaria                                             |
|          | PMA_SOC_02  | Programa de contratación de mano de obra local                                                                      |
|          | PMA_SOC_03  | Programa de manejo de contratación de bienes y servicios                                                            |
|          | PMA_SOC_04  | Programa de capacitación y educación a la comunidad                                                                 |
|          | PMA_SOC_05  | Programa de capacitación y educación a los trabajadores                                                             |
|          | PMA_SOC_06  | Programa de Reasentamiento                                                                                          |
|          | PMA_SOC_07  | Programa de manejo de apoyo a la gestión institucional pública y privada                                            |
|          | PMA_SOC_08  | Programa de adquisición de predios y servidumbres                                                                   |
|          | PMA_SOC_09  | Programa de manejo de la presión migratoria                                                                         |
|          | PMA_SOC_10  | Programa de afectación a terceros                                                                                   |
|          | PMA_SOC_11  | Programa para el fomento del patrimonio cultural                                                                    |
|          | PMA_SOC_12  | Programa para prevención y promoción en salud                                                                       |
|          | PMA_SOC_13  | Programa de arqueología preventiva                                                                                  |

## 9. Plan de compensación

El Plan de Compensación, diferente al establecido en el Programa de Reasentamiento, está enfocado a la compensación biótica por intervención de la cobertura vegetal. En la Figura 24 se muestra la secuencia de la metodología usada para la definición de dicho plan.

Figura 24. Flujograma general de metodología para definir la compensación ambiental.



Fuente: Gramalote Colombia Limited

La compañía diseñó una estrategia de compensación; aplicando el “Manual para la asignación de compensación por pérdida de biodiversidad” (MADS, 2012), e integrando otras estrategias por medio de financiación de esquemas de pago por servicios ambientales hídricos (PSA).

De acuerdo a los factores de compensación, definidos en el manual, para las coberturas que serán intervenidas por el proyecto, se determinó que se debe compensar aproximadamente 3.000 Ha.

En el marco del Manual de compensaciones, la compañía podrá desarrollar la compensación por pérdida de biodiversidad realizando acciones de conservación, creando, ampliando o saneando áreas protegidas públicas o privadas, así mismo, generando acuerdos de conservación voluntarios y/o realizando acciones de restauración ecológica de áreas intervenidas, tal como lo indica el manual de compensación.

Por otro lado, la compensación de los impactos que son persistentes y permanentes y que no se ajustan a las metodologías expuestas en el manual (ecosistemas acuáticos), se podría compensar por medio de financiación de esquemas de pago por servicios ambientales hídricos (PSA).

Como resultado del ejercicio de evaluación ambiental, se pudo concluir que la totalidad de los impactos identificados sobre el medio socioeconómico, tienen asignadas medidas de atención directa, ya sean de carácter preventivo, correctivo, de mitigación o sustitución, razón por la cual el Plan no incluye medidas de compensación para ninguna de las dimensiones que integran dicho medio (demográfica, espacial, económica, cultural, arqueológica y política).

## 10. Plan de cierre

Gramalote ha establecido un plan de cierre que incluye una estrategia para desactivar efectivamente cada una de las áreas del proyecto y rehabilitar las áreas que pudieran haber sido afectadas por las actividades de la operación una vez que cesen las labores. Durante el tiempo de vida del proyecto se llevarán a cabo actualizaciones del plan de cierre conceptual de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia del Ministerio.

Con fundamento en lo anterior, la planificación del desarrollo minero ha incorporado la visión del cierre de la mina permitiendo preparar anticipadamente las actividades de reconfiguración, readecuación, rehabilitación y recuperación de las áreas intervenidas por el Proyecto, de tal manera que permitan su articulación con el paisaje y los usos del suelo de la región.

El cierre incluye la implementación de medidas tales como el desmantelamiento de las instalaciones, estabilización física, química y rehabilitación de los suelos afectados en el proceso de minería, estabilización química de las aguas

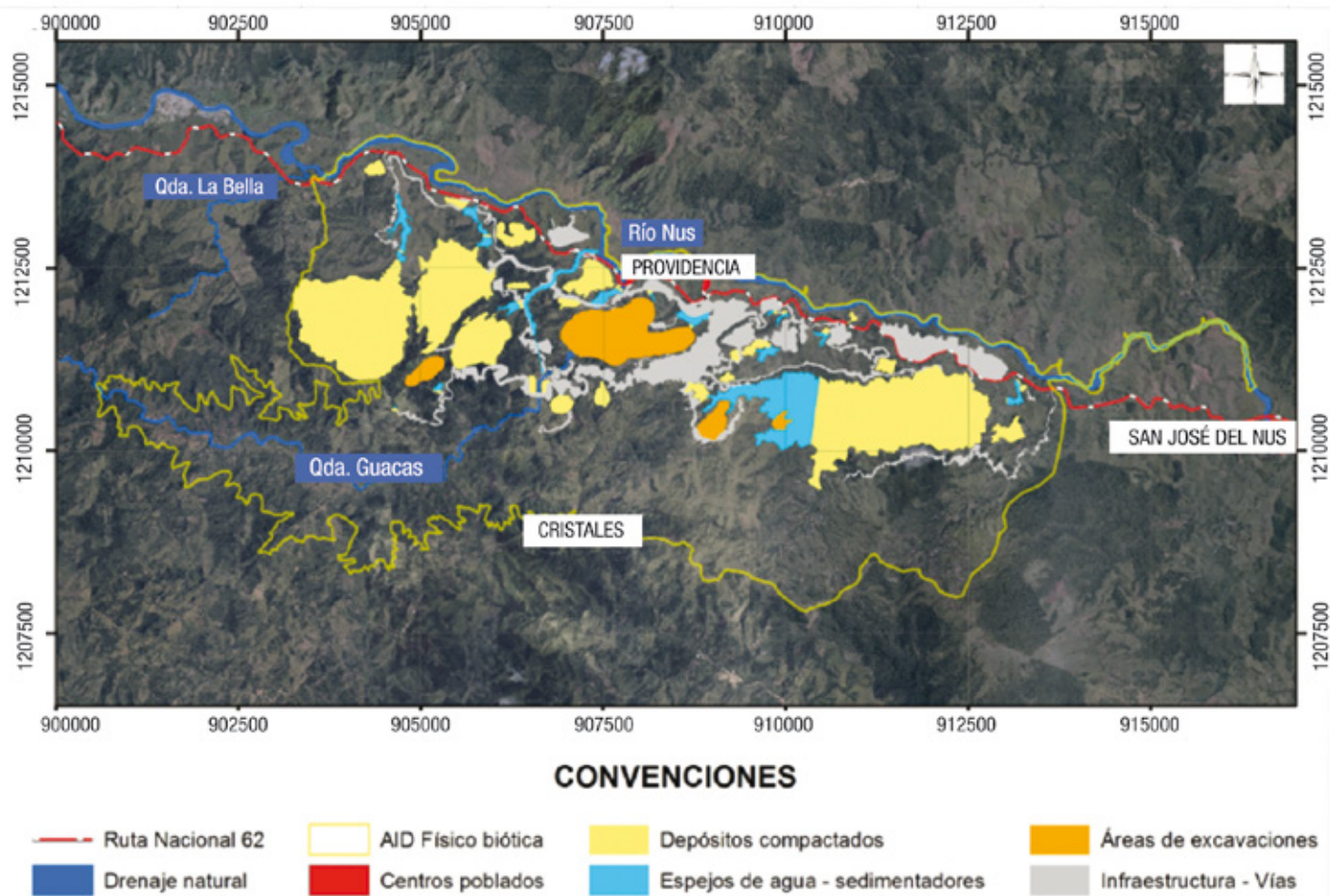
involucradas en las actividades y procesos mineros y la revegetalización de áreas intervenidas por la actividad.

Con fundamento en lo anterior, se ha definido un plan de cierre conceptual que presenta: el plan de cierre inicial, el programa de cierre progresivo, el programa de cierre temporal, el plan de cierre final y las actividades de post cierre.

Adicionalmente, en la Figura 25 se presenta gráficamente la condición final del área del proyecto y en la Figura 26 se muestra la propuesta de readecuación, reconfiguración, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por el proyecto y la condición final presentada por el proyecto, con el objetivo de mejorar el capital ambiental de la región y que el legado neto del proyecto sea positivo.

Se estima que la inversión necesaria para el plan de cierre asciende a la suma aproximada de 97.785 millones de pesos.

Figura 25. Condición final del área del proyecto



Fuente: Integral S.A.

Figura 26. Propuesta de readecuación, reconfiguración, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas



Fuente: Integral S.A.

Dada la dinámica del proyecto minero y en ajuste a la legislación vigente, el plan de cierre será actualizado cada cinco años, adicionalmente y en cumplimiento del estándar interno de la compañía, en la última actualización del plan de cierre se presentarán la propuesta concertada con la comunidad relacionada con la definición del uso final del territorio e integración económica del territorio rehabilitado y los resultados de la concertación con la Autoridad Minera para la reversión gratuita al estado de los bienes del proyecto a los que les aplique esta figura legal.

## 11. Plan de inversión del 1%.

Teniendo en cuenta que el proyecto contempla la intervención de fuentes hídricas superficiales para el abastecimiento de las necesidades que su proceso productivo demanda en las diferentes etapas (reasentamiento, montaje de equipos e infraestructura, operación y abandono, cierre y post cierre), y adicionalmente requiere de este recurso para otros usos (consumo humano, recreación), la compañía ha estructurado el plan de Inversión del 1% de conformidad

con lo establecido en el Decreto 1900 de 2006 y se estima que el monto por este concepto asciende a la suma de 11.785 millones de pesos.

Considerando que las inversiones deben ser realizadas en la cuenca hidrográfica intervenida por el proyecto objeto de licencia ambiental, y que la destinación de los recursos está dada por el área que aporta cada municipio al proyecto, se reconoce que dicha inversión se deberá realizar en la cuenca de la quebrada Guacas y sus afluentes, dado que las obras del Proyecto se ubican en esta cuenca, en jurisdicción del municipio de San Roque.

## Definición de proyectos para la inversión del 1 %.

A continuación se presentan los proyectos que pueden ser desarrollados con los recursos de la inversión forzosa del 1% en el área de influencia y que fueron el resultado del proceso de concertación con la Corporación Regional del área de influencia (Cornare).

Tabla 3. Proyectos definidos para la Inversión 1% EIA en COP

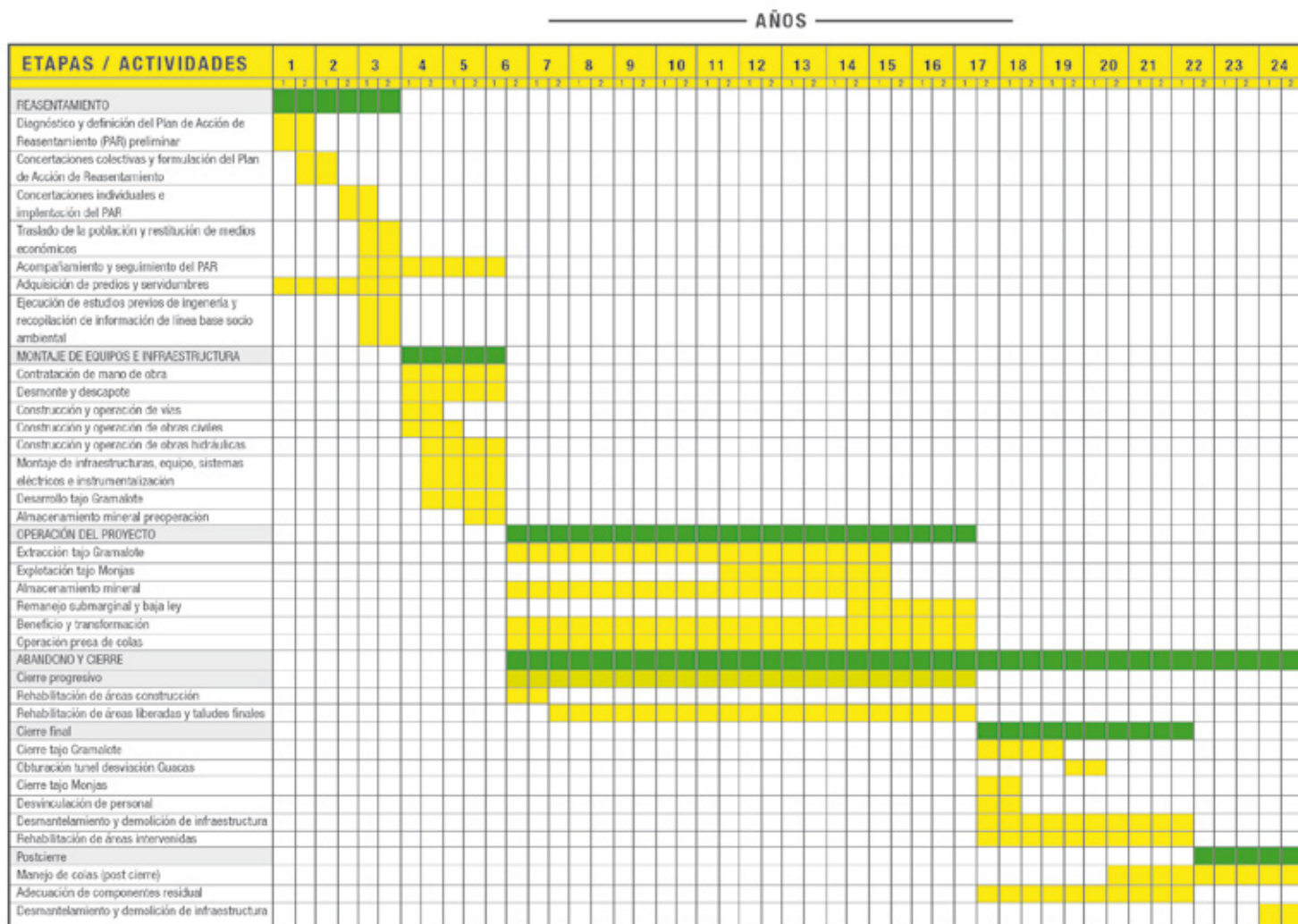
| Proyecto                                                                                                           | Objetivo                                                                                                                                                                                                                                     | Tiempo de Ejecución | Costo (\$) Pesos Colombianos | Población beneficiada                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conservación y restauración de la cobertura vegetal, para facilitar la sucesión natural                            | Aportar a la conservación de la cobertura vegetal existente , mediante la implementación de un sistema de compensación articulado a la estrategia BanCO2 - "Un Banco de Servicios Ambientales Comunitarios" desarrollada por CORNARE en 2013 | 21 años             | \$ 9.334.000.000             | Familias que vivan en áreas en cobertura boscosa presentes en las veredas del AID, así como en los predios con cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca de la quebrada Guacas, 518 Has de bosque protegido |
| Implementación de pozos sépticos en viviendas que realizan vertimientos a fuentes de agua o directamente al suelo. | Dotar de pozos sépticos a las comunidades rurales que actualmente realizan vertimientos de aguas residuales a fuentes de agua o directamente al suelo.                                                                                       | 6 años              | \$ 943.000.000               | 589 familias                                                                                                                                                                                                      |
| Promotoría ambiental (articulado con el Programa Nacional de "Promotoría Ambiental Comunitaria")                   | Instaurar procesos regionales conducentes a crear espacios de sensibilización y movilización de la sociedad civil en torno a los procesos de planificación y gestión del desarrollo regional ambiental                                       | 21 años             | \$ 1.508.000.000             | Población del AID del proyecto                                                                                                                                                                                    |

Fuente: Gramalote Colombia Limited

## 12.Cronogramas de ejecución del proyecto y el PMA

En la Figura 27 se presenta el cronograma del Proyecto.

Figura 27. Cronograma general de operación del Proyecto



Fuente: Integral S.A. 2013



AngloGold Ashanti Colombia, como operador del Proyecto Gramalote, está comprometido con la construcción de relaciones exitosas y de beneficio mutuo con las comunidades cercanas y sus grupos de interés a lo largo de todo el ciclo minero. A partir de este compromiso, se han promovido valores como la seguridad, el cuidado y la protección del medio ambiente, el trato digno y respetuoso, la responsabilidad por los actos propios, además de iniciativas para lograr que las comunidades vecinas mejoren sus condiciones de vida debido a la presencia del Proyecto, garantizando siempre una actuación transparente y responsable.

---





# RESUMEN EJECUTIVO

---

Estudio de impacto **ambiental** 2015

PROYECTO MINERO GRAMALOTE TM 14292

[www.anglogoldashanti.com.co](http://www.anglogoldashanti.com.co)

