

**PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO
PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL
CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.**

**LUIS GREGORIO MACHADO - JORGE HERNÁN OSPINA
NATHALIA ANDREA HENAO - FABIÁN DARÍO MARÍN**



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MEDELLÍN
2010**

**PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO
PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL
CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.**

**LUIS GREGORIO MACHADO - JORGE HERNÁN OSPINA
NATHALIA ANDREA HENAO - FABIÁN DARÍO MARÍN**

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Gestión Ambiental**

**Asesor
Juan Pablo Valencia
Biólogo Marino**



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERIA
MEDELLÍN
2010**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, Enero 2010

NATHALIA ANDREA HEANO

A mis padres y hermanos por su apoyo,
Confianza y sacrificios en todos los momentos difíciles,
Y siempre me animaron a seguir adelante.

FABIAN MARIN

A mi familia por su apoyo constante,
A mis padres, por su compañía y comprensión

JORGE HERNAN OSPINA

A mi familia por su apoyo constante,
A Erika, por su compañía y comprensión

LUIS GREGORIO MACHADO

A mi familia por su apoyo constante,
A mi Esposa July Bibiana y a mi madre Mary Camargo,
Por su compañía y comprensión

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a todos aquéllos que brindaron sus experiencias, comentarios, sugerencias y opiniones para el desarrollo de este trabajo, en particular al Biólogo Juan Pablo Valencia Especialista en Minería y Medio Ambiente, que siendo el asesor temático proporcionó un mejor enfoque a la investigación y aportó toda su experiencia en la metodología de la investigación y siempre se prestó para la solución de dudas e inquietudes; al personal de la empresa B2GOLD, que brindó información básica de sus actividades y posibilitó el acompañamiento de los investigadores en el desarrollo de sus actividades; al Departamento de Toxicología del Hospital San Vicente de Paul, quien en convenio con la compañía B2GOLD nos proporcionaron la información en relación a los muestreos de concentración de mercurio en la población del Corregimiento de Providencia; a la Universidad de Antioquia que proporcionó el espacio y los medios para llegar a mostrar estos resultados; finalmente a nuestras familias que siempre nos brindaron su voz de aliento y apoyo durante el proceso y a todas aquellas personas que de una u otra forma lo hicieron posible.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO	2
1.1. LOCALIZACION	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. OBJETIVOS	7
2.1 GENERAL	7
2.2 ESPECÍFICOS	7
3. MARCO TEÓRICO	8
3.1 CARACTERISTICAS DEL MERCURIO	8
3.1.1 Mineralizaciones del Mercurio	8
3.1.2 Acumulación en el Ambiente	9
3.1.3 Mercurio en Humanos	11
3.1.4 Utilización del Mercurio en los Procesos Mineros	12
3.1.4.1 Descripción del sector minero Gramalote	13
3.1.5 Comportamiento del Mercurio en los Ambientes Acuáticos	15
3.1.6 Bioacumulación del Mercurio	16
3.1.6.1 Formas químicas del mercurio	17
3.1.6.2 Biometilación.	17
4. ALCANCES O IMPACTOS ESPERADOS	19
5. ESTADO DEL ARTE	20

6. NORMATIVIDAD AMBIENTAL DEL MERCURIO	24
6.1 AGUA	24
6.2 SUELOS	24
6.2.1 Límite Natural de Mercurio en el Suelo	24
6.3 SALUD PÚBLICA	25
6.3.1 Límites Permisibles	25
7. METODOLOGÍA	28
7.1 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN EL MEDIO ACUÁTICO	28
7.1.1 Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales B2GOLD	28
7.1.1.1 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo	28
7.1.2 Programa de Monitoreo Pasivos Ambientales para el Componente Acuático	37
7.1.2.1 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo	37
7.1.3 Etapa de Campo	41
7.1.4 Etapa de Laboratorio	42
7.1.5 Etapa de Gabinete o Análisis de Resultados	42
7.2 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN LOS SEDIMENTOS	42
7.2.1 Etapa de Campo	43
7.2.2 Etapa de Laboratorio	44
7.2.3 Etapa de Gabinete o Análisis de Resultados	44
7.3 BIOACUMULACION DE MERCURIO EN ORGANISMOS ACUATICOS	45
7.3.1 Análisis de Resultados	45
7.4 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN LA POBLACIÓN	46

7.4.1 Ubicación y Descripción de las Zonas Influenciadas por los Quemadores de Oro	46
7.4.2 Plan de Recolección de la Información	47
7.4.3 Método de Análisis de Mercurio en Muestras Biológicas (Determinación de Mercurio en Orina de 24 Horas)	48
7.4.4 Control de Sesgos	48
7.4.5 Análisis de Resultados	48
8. RESULTADOS Y DISCUSIONES GENERALES	49
8.1 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN EL MEDIO ACUÁTICO	49
8.2 INICIDENCIA DEL MERCURIO EN EL SUELO	57
8.3 BIOACUMULACION	61
8.3.1 Universo	61
8.3.2 Región	62
8.4 ANÁLISIS DE MERCURIO EN ORINA DE 24 HORAS, DE UNA MUESTRA SELECCIONADA DE LA POBLACIÓN DEL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, EN EL MUNICIPIO DE SAN ROQUE, ANTIOQUIA.	65
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Mineralización del mercurio.	9
Tabla 6-1: Límites permisibles para las concentraciones de mercurio.	24
Tabla 6-2: Concentraciones de mercurio en suelos.	25
Tabla 6-3: Límite natural de la roca, suelos y sedimentos.	26
Tabla 7-1: Ubicación general de los sitios de monitoreo para aguas superficiales, Sector Gramalote.	29
Tabla 7-2: Estaciones de monitoreo, influenciados por las actividades mineras tradicionales. Sector de Gramalote. Corregimiento de Providencia.	37
Tabla 8-1: Resultados de mercurio registrado en las muestras de aguas superficiales, colectadas en los cuerpos hídricos ubicados en el área de influencia del sector Gramalote durante los monitoreos realizados en el periodo 2008 – 2009 (Programa de Monitoreo de Aguas, desarrollado durante la exploración de Gramalote compañía B2GOLD).	50
Tabla 8-2: Resultados de mercurio registrado en las muestras de aguas superficiales, colectadas en los cuerpos hídricos ubicados en el área de influencia minera en el sector Gramalote durante el monitoreo realizado en el 2009 (Programa de Monitoreo de Pasivos Ambientales, desarrollado por la compañía B2GOLD).	51
Tabla 8-3: Límite natural de mercurio en roca, suelo y sedimento.	57
Tabla 8-4: Resultados muestreo de sedimentos.	58
Tabla 8-5: Concentración de mercurio en sedimento.	59
Tabla 8-6. Concentración de mercurio en suelo y roca.	60
Tabla 8-7: Niveles de concentraciones de mercurio registradas en 38 muestras de orina de 24 horas, colectadas en la población del corregimiento de Providencia (Programa de Pasivos Ambientales del sector Gramalote. HUSVP – B2GOLD).	67
Tabla 8-8: Resumen de los resultados encontrados en la población de Providencia.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Mapa de ubicación general del Sector Gramalote, que cuenta con una actividad minera de más de un centenar de años.	2
Figura 1-2: Mapa de acceso a la zona Gramalote.	3
Figura 1-3: Distribución de la población en el corregimiento de Providencia.	4
Figura 1-4: Distribución por edades de la población de la zona de interés. Estudio Socioeconómico y Ambiental ANGLOGOLD ASHANTI Colombia.	4
Figura 3-1: Ciclo del Mercurio	16
Figura 3-2: Ciclo Bioquímico del Mercurio.	17
Figura 7-1: Ubicación general de los puntos de monitoreo.	30
Figura 7-2: Estaciones de monitoreo, influenciados por las actividades mineras tradicionales. Sector de Gramalote. Corregimiento de Providencia.	38
Figura 7-3: Ubicación y descripción de las zonas de influencia.	47
Figura 8-1: Distribución de mercurio en pescados. Fuente: Tadeo, 2002.	63
Figura 8-2: Niveles de mercurio ($\mu\text{g/g}$ peso húmedo) en músculos de peces de la ciénaga Mina San Cruz, Sur de Bolívar.	64
Figura 8-3. Niveles de mercurio en músculos del bajo magdalena.	64

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1: Frente de trabajo minero zona Gramalote.	13
Fotografía 3-2: Molino artesanal.	14
Fotografía 3-3: Proceso de trituración por molino de bolas.	14
Fotografía 3-4: Amalgama.	15
Fotografía 3-5: Quemadores de amalgama.	15
Fotografía 7-1: Río Nus aguas arriba de la desembocadura de la quebrada la Bella.	31
Fotografía 7-2: Río Nus después de la desembocadura de la quebrada el Topacio.	32
Fotografía 7-3: Río Nus Aguas Arriba de la desembocadura de la quebrada Guacas.	32
Fotografía 7-4: Río Nus Aguas Abajo de la desembocadura de la quebrada La Colorada.	33
Fotografía 7-5: Quebrada San Antonio.	33
Fotografía 7-6: Quebrada Guacas.	34
Fotografía 7-7: Quebrada La Colorada.	35
Fotografía 7-8: Quebrada El Balzal.	36
Fotografía 7-9: Cuerpo de agua donde está ubicado el tanque de captación para el Campamento Gramalote.	36
Fotografía 7-10: Quebrada El Balzal, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Gabriel Silva (Los Valencia).	39
Fotografía 7-11: Quebrada La Colorada, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Hernando Pulgarin.	39
Fotografía 7-12: Quebrada La Colorada, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Víctor Castaño.	40
Fotografía 7-13: Drenaje NN, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Delio Espinosa.	40

Fotografía 7-14: Llenado de los recipientes para la toma de las muestras Fisicoquímicas.	41
Fotografía 7-15: Toma de muestras de sedimentos en las estaciones de monitoreo.	43
Fotografía 7-16: a. Preparación de montaje; Tamizaje de las muestras de sedimentos.	44

ÍNDICE DE GRÁFICAS

- Gráfica 8-1:** Valores de mercurio registrados en el monitoreo realizado en julio de 2009, durante el Programa de Pasivos Ambientales desarrollado por la compañía B2GOLD. **52**
- Gráfica 8-2:** Valores de mercurio en el aguas reportados para el río Nus, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD. **53**
- Gráfica 8-3:** Valores de mercurio en el aguas reportados para la quebrada San Antonio, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD. **53**
- Gráfica 8-4:** Valores de mercurio en el aguas reportados para la quebrada Guacas, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD. **54**
- Gráfica 8-5:** Valores de mercurio en el aguas reportados para la quebrada La Colorada, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD. **54**
- Gráfica 8-6:** Valores de mercurio en el aguas reportados para la quebrada El Balzal, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD. **55**
- Gráfica 8-7:** Valores de mercurio en el aguas reportados para el drenaje donde se ubica el tanque de captación de agua para el proyecto Gramalote, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD. **56**
- Gráfica 8-8:** Valores de mercurio registrados en la orina de la población muestreada en el corregimiento de Providencia, municipio de San Roque. **68**
- Gráfica 8-9.** Resultados del mercurio en orina de la población del corregimiento de Providencia, exceptuando los mineros y quemadores que son la población más afectada. **69**

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN EL AGUA. PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES. B2GOLD 2008 – 2009.

ANEXO 2: RESULTADOS CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN EL AGUA. PROGRAMA DE PASIVOS AMBIENTALES. B2GOLD JULIO DE 2009.

ANEXO 3: RESULTADOS CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN LOS SEDIMENTOS. PROGRAMA DE PASIVOS AMBIENTALES. B2GOLD JULIO DE 2009.

ANEXO 4: CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.

ANEXO 5: RECOMENDACIONES DE LINEAMIENTOS DE ACCIÓN.

RESUMEN

El propósito general de este trabajo es la identificación del impacto ambiental ocasionado por el mercurio para una adecuada gestión ambiental de la explotación de oro tradicional en el corregimiento de Providencia en San Roque, Antioquia.

Para desarrollar los objetivos propuestos, se utilizó la revisión bibliográfica, la entrevista con expertos y la observación directa, lo cual permitió evidenciar fortalezas, debilidades y fallas que sirvieron de base para realizar un diagnóstico de la situación actual y a partir de éste formular las estrategias a implementar.

Con el avance de la investigación se logró determinar que los nuevos esquemas normativos en Colombia, no han brindado unas adecuadas herramientas para el manejo y la disposición del mercurio dentro de la actividad minera, dejando al gremio minero la libertad de tomar las acciones, que no siempre son las mejores para el medio ambiente y que terminan dejando un gran pasivo ambiental en la zona de explotación.

Los primeros capítulos de éste trabajo definen el marco normativo y algunas terminologías de tipo técnico, enmarcando la investigación en lo estipulado por la legislación colombiana y mundial, posteriormente se relacionan algunas experiencias en otras zonas del departamento que permiten identificar el panorama actual y las posibilidades de gestión de los excedentes de mercurio provenientes del beneficio de oro en el corregimiento de Providencia, municipio de San Roque, más adelante se realiza el diagnóstico de la situación actual, en donde se identifican los problemas que genera el mercurio sobre algunos elementos del medio ambiente tales como: agua, sedimentos, bioacumulación y población en el corregimiento de Providencia.

Finalmente y como eje central se plantean líneas de trabajo proporcionando una idea de cómo se pueden direccionar los planes, programas y proyectos para dar como resultado un adecuado manejo de los excedentes de mercurio provenientes del beneficio de oro en el corregimiento de Providencia.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la actividad minera en diversas regiones del país, viene generando grandes cantidades de mercurio provenientes del beneficio del oro, y que por sus características se han convertido en una dificultad en la gestión ambiental que, progresivamente, viene asumiendo grandes dimensiones para la mayoría de los municipios en los que se adelantan actividades mineras

Con las nuevas exigencias ambientales y el fortalecimiento de la conciencia ambiental se hace necesario hoy en día realizar una adecuada planificación sobre los residuos que dejan las diferentes actividades que realizamos como seres humanos en busca del desarrollo y en este caso particular del mercurio proveniente de la actividad minera la cual debido a la falta de una buena planificación ha dejado considerables pasivos ambientales sobre las zonas en las que se desarrolla.

El mercurio es un residuo con características especiales dado su volumen y su composición fisicoquímica, implicando que su manejo y disposición final deba hacerse de manera adecuada y no como se viene practicando actualmente. Se pretende entonces evitar el mal manejo de este tipo de residuo el cual provoca la contaminación tanto de la atmósfera como del subsuelo, por tal razón es de fundamental importancia Identificar y describir el comportamiento del mercurio en el ambiente, utilizado en las actividades mineras que se desarrollan en el sector de Gramalote.

Los resultados obtenidos en este estudio permitirán diagnosticar la problemática ambiental ocasionada por el inadecuado uso de este en la minería tradicional del oro en el sector Gramalote, lo anterior se realizará teniendo en cuenta la evaluación de factores ambientales, tales como: concentraciones de Hg en el agua, suelo, roca, sedimentos y en la población humana; así mismo, de igual forma este diagnostico servirá de soporte a estudios posteriores cuyo objeto sea el planteamiento de soluciones a la problemática ambiental ocasionada por la mala utilización de este ion.

En Colombia la falta de conocimiento en cuanto al manejo de este tipo de residuos como el mercurio, el cambio en la conciencia ambiental y la normatividad, deben incitar a los municipios a buscar y establecer las acciones a implementar para la gestión adecuada del mercurio dentro de la actividad minera. Los entes implicados para este análisis deben comenzar a evaluar aspectos institucionales, legales, económicos, financieros, técnicos, socio-culturales, de salud y medio-ambiente como áreas necesarias para llevar a cabo la adecuada gestión de este tipo de residuo.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. LOCALIZACIÓN

El municipio de San Roque, se encuentra localizado al nordeste del departamento de Antioquia. La cabecera municipal se ubica a una distancia aproximada de 121 Km de Medellín capital Antioqueña, presenta una elevación sobre el nivel del mar de 1.475 m.s.n.m., una extensión total de aproximadamente 441 Km² y una temperatura promedio de 21 °C. San Roque limita por el Norte con los municipios de Yolombó y Cisneros; por el Oriente con Maceo y Caracolí; por el Sur con San Carlos, San Rafael y Alejandría; y por el Occidente con Santo Domingo. El municipio se encuentra dividido administrativamente en tres corregimientos (Cristales, San José del Nus y Providencia) y 54 veredas (**Figura 1-1**).

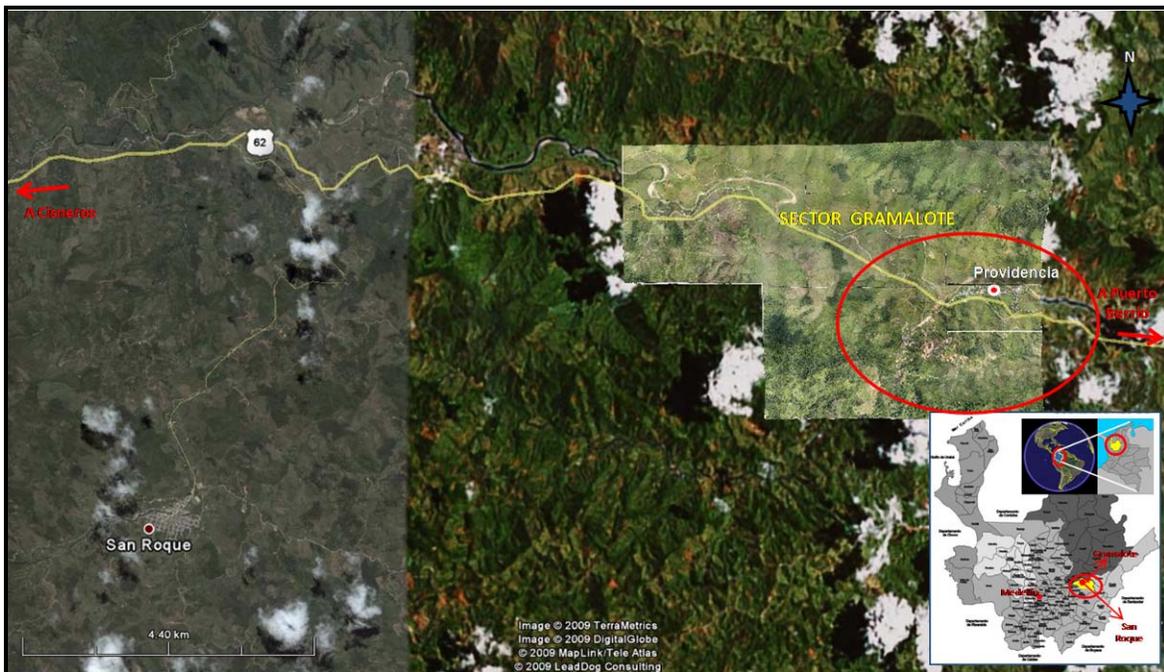


Figura 2-1: Mapa de ubicación general del Sector Gramalote, que cuenta con una actividad minera de más de un centenar de años.

El sector de Gramalote se encuentra ubicado dentro de la cuenca del río Nus, en inmediaciones del corregimiento de Providencia, por lo que se convierte en una población de gran importancia para la actividad aquí desarrollada. Este poblado se localiza al noreste del municipio de San Roque, donde se ha venido consolidando en la franja que está entre la troncal y el río Nus, lindando con el municipio de Yolombó (**Figura 1-1**). La conformación de este corregimiento, se originó por múltiples factores, entre ellos la explotación de oro por parte de los pobladores de la zona, los cuales extraen el mineral de las minas de veta y del río Nus. Además influyó su desarrollo en la estación del ferrocarril y posterior construcción de la troncal de Medellín - Puerto Berrío.

Para llegar al municipio de San Roque, se debe recorrer desde Medellín, que es la ciudad más cercana al sector Gramalote y capital del departamento de Antioquia, aproximadamente 121 Km. Saliendo desde Medellín por el municipio de Bello, es necesario tomar la vía que conduce a la costa atlántica colombiana, pasando cerca de los municipios de Copacabana y Girardota. Sin embargo, no se debe continuar por la vía al mar, si no que se debe tomar el desvío que conduce al municipio de Barbosa, para continuar por la troncal que se dirige al municipio de Puerto Berrío. Ya ubicados en Barbosa se continúa por esta vía hasta llegar al municipio de Cisneros, desde allí a 9 Km aproximadamente se encuentra una desviación a mano derecha, que conduce al casco urbano de San Roque.

Para llegar al sector de Gramalote, después de Cisneros en vez de tomar la desviación que conduce al casco urbano de San Roque, se debe continuar por la troncal que se dirige a Puerto Berrío, hasta llegar al corregimiento de Providencia, ubicado aproximadamente a 16 Km desde esta desviación, en cuyos alrededores se vienen desarrollando las actividades mineras en el sector conocido como Gramalote (**Figura 1-2**).



Figura 1-2: Mapa de acceso a la zona Gramalote.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector conocido como Gramalote se localiza en jurisdicción del corregimiento de Providencia; en esta zona se observa la mayor presión por parte de la minería tradicional; no obstante, en los otros dos corregimientos del municipio, Cristales y San José del Nus, también se ven marcada una influencia indirecta debido a esta actividad.

De acuerdo a la información obtenida mediante el estudio socio económico desarrollado por la empresa AngloGold Ashanti en el año 2004, los asentamientos humanos influenciados por la minería tradicional antes mencionados, exhiben una población de 4.756 personas. Si se tiene en cuenta que la población total de San Roque, según datos de la misma Alcaldía es de 21.891 personas, se observa que esta zona representa el 21,75 % de la población total del municipio. La población reportada dentro de los corregimientos analizados se encuentra distribuida de la siguiente manera; en el corregimiento de Providencia se presentan 2.134 personas, en San José del Nus 1.800 personas y por último en el corregimiento de Cristales se registraron 822 personas.

En la **Figura 1-3**, se muestra la distribución de la población en el corregimiento de Providencia.

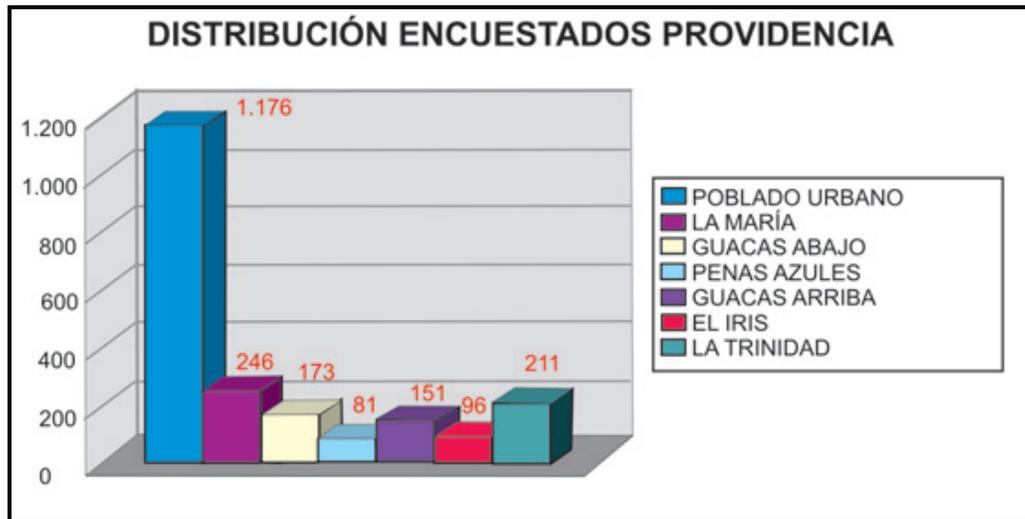


Figura 1-3: Distribución de la población en el corregimiento de Providencia.

En concordancia con la tendencia nacional en la que el 49,04 % de la población corresponde a hombres y el 50,96 % son mujeres, se observa que de acuerdo al estudio desarrollado por AngloGold Ashanti (2004), para un total de 4.756 personas registradas, el 49,64 % son hombres y el 50,6 % son mujeres.¹

En la **Figura 1-4**, se presenta la distribución poblacional por edades en la zona de interés.

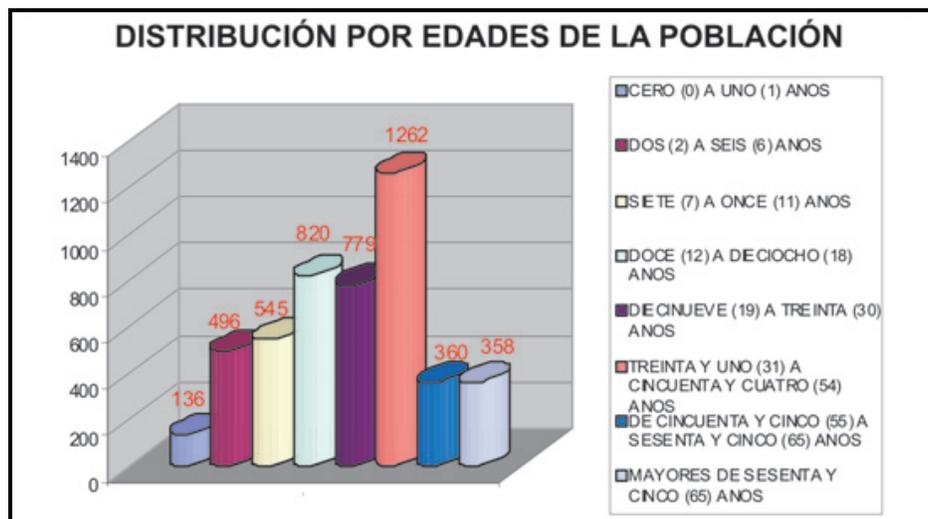


Figura 1-4: Distribución por edades de la población de la zona de interés. Estudio Socioeconómico y Ambiental ANGLOGOLD ASHANTI Colombia.

¹ Oficina del SISBEN del Municipio de San Roque Antioquia.



San Roque es un municipio con una economía de subsistencia, es decir los productores no alcanzan a producir los requerimientos mínimos que la comunidad demanda y por consiguiente, deben abastecerse de bienes básicos en el área urbana del municipio o de las localidades vecinas.

El 80 % de la población está dedicada a la agricultura y a la ganadería, aportando el 76 % del producto interno bruto del municipio, la estructura económica la da el sector primario, la cual está conformada por la agricultura, la ganadería, piscicultura y la minería.

Los principales productos del municipio son: el café, la caña panelera, el plátano, yuca, maíz, frijol y otros que ocupan una menor área en el territorio.

La minería es un factor importante para la economía del municipio, actualmente esta actividad está resurgiendo dentro de la dinámica económica del municipio; puede asegurarse que en todo el territorio de San Roque existe oro en el subsuelo, principalmente en los aluviones de los ríos Nus y Nare. Ninguna quebrada ha escapado a la actividad de los mineros, que utilizan técnicas de mazamorreo; dragado y monitoreo en condiciones antitécnicas, causando graves daños al medio ambiente. La Minería aurífera, es la causante de las mayores afecciones medio ambientales, centradas principalmente en el cauce del río Nus y algunas quebradas, entre la que se destaca Guacas.

Dentro de las zonas de actividad minera del municipio cabe destacar el corregimiento de Providencia, que es una llanura aluvial del río Nus. La minería se posiciona como el primer reglón de la economía en este sector y cada vez va adquiriendo mayor importancia, ya que son más de 100 años en la práctica de esta actividad en la zona. La minería artesanal en Providencia ha tenido una densa concentración, lo que sumado a la práctica de lavado hidráulico de saprolito en tajo abierto, el método de minería artesanal más extendido en este sector y al desarrollo de la minería de veta y de aluvión, en donde el dragado de cauces causa alteraciones importantes en la calidad del agua, al involucrar grandes concentraciones de mercurio y cianuro, que no solo contamina agua y suelos sino que generan patologías graves en la población involucrada, demuestra el mal manejo del ejercicio minero desarrollado en la actualidad.

Debido al manejo inadecuado de la actividad minera en el presente, es necesario buscar lineamientos que permitan un adecuado ordenamiento de los recursos, por medio de la planificación de la actividad minera en el mediano y largo plazo, definiendo políticas de intervención y manejo que conlleven a una optimización de la producción, una minimización de los daños ambientales, así como una recuperación de los terrenos y cauces afectados como base de un desarrollo sostenible de la región; para ello es necesario establecer una zonificación que permita definir unidades de áreas de reserva, recuperación y desarrollo minero.

Otro factor importante es el carácter de la población minera itinerante, que generalmente no se establece en un sitio, generando una ausencia de apego y sentido de pertenencia, por lo cual la alteración ambiental causada no es importante para ellos; al partir se deja en el lugar una cultura diferente y una gran cantidad de hijos y madres solteras.



La minería del oro es uno de los procesos extractivos que genera mayor cantidad de problemas ambientales, en parte por la utilización de mercurio y cianuro (UNEP, 1999); pues se calcula que por cada kg de oro, se arrojan 5 Kg de mercurio al medio ambiente (MMA – UNIANDES), de los cuales gran parte llega a las fuentes de agua. El uso inadecuado del mercurio, principalmente en la minería del oro, produce contaminación ambiental significativa, afectando las aguas, el aire, la tierra, los vegetales, los animales y por último, la salud humana (Cobaleda, 2006).

Como en muchos de los municipios del país, donde se realiza la explotación artesanal del oro, en el municipio de San Roque, no se cuenta con las tecnologías y prácticas adecuadas para el procesamiento de este metal, que impacten en menor magnitud el medio ambiente, desatendiendo lo dispuesto por la normatividad ambiental colombiana en temas como la extracción y beneficio del oro.

Debido a esta situación de uso inadecuado de mercurio, surge una pregunta investigativa, enfocada en este sector del municipio de San Roque, jurisdicción del departamento de Antioquia; el cual se ha convertido en eje importante en la producción de oro, donde se utiliza mercurio para estas labores, el cual podría estar mal manejado. Teniendo en cuenta que para San Roque, el corregimiento de Providencia es la zona de mayor producción de oro de su jurisdicción y por ende se constituye en uno de los sectores que le aporta buenos dividendos al municipio; además que este metal utilizado para labores de beneficio del oro puede llegar a las aguas y contaminar su fauna acuática, así como al ambiente mediante las famosas quemas, nace la siguiente pregunta:

¿Qué conocimiento tendrá la población del corregimiento de Providencia con tantas falencias en materia sanitaria y ambiental, con respecto a los pasivos ambientales que ha podido ocasionar la utilización del mercurio en la minería de oro tradicional, que registra hoy más de un centenar de años?

Para dar respuesta a esta pregunta se pretende realizar un análisis con el objeto de determinar el grado de concentración de este metal en el medio físico (agua y sedimentos), así como en un porcentaje significativo de la población del corregimiento, para posteriormente diagnosticar el grado de incidencia en el medio, causados por la contaminación con mercurio, de acuerdo a los usos y manejo de este metal.

Los resultados de la presente investigación, pueden interpretarse como el establecimiento de una línea base, que demuestra la presencia de algunos pasivos ambientales ocasionados por la mala utilización de altas concentraciones de mercurio, por parte de la minería tradicional desarrollada en el sector; con el fin, que en un futuro esta monografía sirvan como argumento de estudios posteriores, que tenga como objeto el planteamiento de posibles líneas de acción, para dar soluciones ante la problemática ambiental observada en esta zona.



2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Identificar y describir el comportamiento del mercurio en el ambiente, utilizado en las actividades de explotación propias de la minería tradicional, desarrolladas en el corregimiento de Providencia, jurisdicción del municipio de San Roque.

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las concentraciones de mercurio presentes en el agua, suelo, roca y sedimentos, así como en la población humana del corregimiento de Providencia.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre las posibles cadenas de bioacumulación de mercurio en el recurso íctico, en zonas aledañas a la zona de estudio.
- Identificar las fuentes de contaminación generada por la actividad minera, tales como los entables y quemadores.
- Recomendar estrategias con el fin de prevenir y mitigar las concentraciones de mercurio encontradas en el agua, en el suelo y/o en la población humana, en el área del corregimiento de Providencia.



3. MARCO TEÓRICO

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MERCURIO

El mercurio es un elemento químico cuyo símbolo es Hg, su número atómico es 80 y presenta un peso atómico de 200,59. Es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente (punto de fusión -38,4 °C o -37,46 °F) y ebulle a 357 °C (675,05 °F) a presión atmosférica. Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el plomo. Este ion y sus compuestos son muy tóxicos. El azogue forma soluciones llamadas amalgamas con algunos metales (por ejemplo, oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio).

Las fuentes primarias del mercurio son las rocas y los suelos, el mercurio natural proviene de la desgasificación de la corteza terrestre, así como por la evaporización de los océanos, la erosión, la disolución de los minerales de las rocas (debido a la penetración del agua a través de éstas por tiempo prolongado) y las emisiones volcánicas, producen una distribución natural de este elemento hacia los diferentes medios aéreo, terrestre y acuático, En cada uno de estos medios el mercurio interacciona con los seres vivos entrando a formar parte de la biosfera. A su vez entre los diversos medios se establece un equilibrio entre pérdidas y ganancias que sirve para establecer el balance del mercurio en la naturaleza.

En el ciclo global los vapores de mercurio circulan a partir de los continentes, fruto entre otros de la desgasificación de la corteza terrestre, hasta los océanos. La aportación más importante hacia la atmósfera proviene de la evaporación terrestre del mercurio metal (unas 18.000 T/año) y del medio acuático (entre 2.000 y 9.000 T/año). A este balance del mercurio hacia la atmósfera, hay que añadir el emitido por la actividad volcánica (20 T/año), que si bien es una cantidad inferior a la aportada por otras fuentes, puede tener un importantísimo papel en zonas delimitadas del planeta. Durante el ciclo, los vapores ascienden por evaporación y caen por precipitación con la lluvia. La cantidad de mercurio que se encuentra en los océanos es muy grande (fundamentalmente mercurio natural).

Existen grandes yacimientos en zonas de actividad volcánica como son el cinturón de fuego, la cordillera del Pacífico Oriental, el Arco Mediterráneo, el Himalaya y la cordillera Meso Atlántica. Los países europeos en donde se presentan los principales depósitos de este metal son Rusia, España, Italia, Yugoslavia y Turquía; mientras tanto en el continente americano los depósitos se localizan en EEUU, México, Chile, Colombia y Perú; en Asia es China, Japón y Filipinas. España después de la ex URSS es el segundo productor de Hg y sus reservas son las más importantes del mundo (Picazo Sánchez y Fernández Vozmediano, 1995)

3.1.1 Mineralizaciones del Mercurio

El contenido total de mercurio en la litosfera está estimado en unas 10,3 Toneladas, siendo esta cantidad el 4 x 10,5 % en peso de la corteza terrestre. El mercurio se encuentra en las rocas y en los suelos terrestres en una cantidad de 0,05 ppm aproximadamente, aunque determinados

cinturones mercuríferos que se hallan en sedimentos y rocas volcánicas (generalmente cinabrio) pueden contener desde 1 a 30 ppm. La mayor parte de los yacimientos de mercurio se encuentran localizados en los cinturones orogénicos y volcánicos terciarios o cuaternarios como son el cinturón Circunpático y el cinturón Mediterráneo-Himalaya (Picazo Sánchez y Fernández Vozmediano, 1995).

Aunque aún se está procediendo a una evaluación de los niveles de mercurio en la zona del Mediterráneo, se estima que el 65 % de las reservas mundiales se encuentran en la base mediterránea, la cual no ocupa más del 1 % de la superficie terrestre. A España le corresponde aproximadamente el 70 % de las reservas de mercurio de la base mediterránea, si bien su principal yacimiento de Almadén no pertenece a la cuenca mediterránea, sino a la atlántica.

El mercurio no se haya muy extendido en la naturaleza encontrándose en parte en estado nativo (mercurio virgen), formando gotas más o menos grandes diseminadas en las masas de rocas y en minerales que contienen mercurio y en parte en combinación con otros elementos, sobre todo con el azufre (Picazo Sánchez y Fernández Vozmediano, 1995).

La combinación del mercurio con el azufre se denomina cinabrio, siendo esta forma más frecuente que en estado libre. De este mineral se obtiene el 86,2 % del mercurio. En forma de cinabrio y nativo se halla en su mayor cantidad en Idria, Camiola y Almadén (en España), en Mörsfeld y Moschellandberg (Alemania), Nevada y Utah (USA), Huancavélica (Perú), Nueva Almadén, Nueva Idria, Enriqueta, San Carlos y Redington (California, USA) y en México, Nueva Gales del Sur, Borneo, China, Japón y Rusia.

El mercurio se puede combinar con otros elementos para formar otras mineralizaciones, si bien en mucha menor proporción (**Tabla 3-1**).

Tabla 3-1. Mineralización del mercurio.

Mineralizaciones del mercurio			
Andesita	Hermesita	Montroidita	Tremannita
Arquerita	Idrialita	Monchellandsbergita	Tocomalita
Auramalgama	Iodargirita	Mosesita	Metacinabrio
Barcenita	Kalgorlita	Onofrita	Guadalcazerita
Bordosita	Kleinita	Potarita	Tiemannita
Calomel	Kongsbergita	Riolita	Magnolita
Cinabrio	Lehrbachita	Schwazita	Eglestonita
Coccinita	Leviglianita	Serpentina	
Coloradolita	Livingstonita	Terlingualita	

3.1.2 Acumulación en el Ambiente

Las condiciones del suelo generalmente son favorables a la formación de compuestos inorgánicos y orgánicos, que forman complejos con aniones orgánicos. El comportamiento complejante



controla en gran medida la movilidad del mercurio en el suelo. Gran parte del mercurio que se encuentra en el suelo está unido a la masa de materia orgánica y puede ser lixiviado por la escorrentía sólo cuando se encuentra unido a humus o suelo en suspensión.

Por esas razones, el mercurio tiene un largo tiempo de permanencia en el suelo y, por lo tanto, el mercurio acumulado en el suelo se puede seguir liberando a las aguas de superficie y otros medios durante largos períodos de tiempo, posiblemente cientos de años (Pirrone *et al.*, 2001).

El mercurio es el único metal líquido que existe en nuestro medio ambiente; este a su vez ha sido muy importante en la historia de la humanidad para usos medicinales y como materia prima para usos industriales, en los cuales su ciclo natural se ve alterado, ocasionando acumulaciones anormales en diferentes seres vivos y espacios del entorno natural, como lo son el agua, el suelo, el aire, los animales y vegetales, hasta llegar a afectar significativamente la salud humana, debido a su poder tóxico.

Los metales pesados agrupan sustancias como cadmio y mercurio, principales contaminantes dentro de este grupo de sustancias, además de otras como cromo, cobalto, cobre, molibdeno, níquel, plomo, estaño, titanio, vanadio, zinc o plata. Éstos constituyen un riesgo serio para el medio ambiente, ya que son sustancias con una gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación, por lo que los seres vivos son incapaces de metabolizarlos, generándose una contaminación por bioacumulación y un efecto multiplicador en la concentración del contaminante en la cadena trófica. Alcanzan niveles altos de toxicidad y se absorben muy eficientemente a través de las membranas biológicas por su elevada afinidad química por el grupo sulfhídrico de las proteínas.

Sin embargo, la contaminación por mercurio y otros metales pesados es muy difícil de detectar a través del monitoreo de los factores ambientales tales como la concentración de mercurio en agua, suelo y población, ya que las técnicas específicas de análisis son difíciles y costosas y solo pueden ser manejadas por laboratorios especializados y experimentados. Adicionalmente, las concentraciones en el medio acuático suelen ser más bajas que las encontradas en los sedimentos, o en las especies de fauna y flora presentes en los cuerpos de agua, por esto en ocasiones un nivel bajo de contaminación en la columna de agua no necesariamente indica contaminación baja. Los peces por representar varios niveles de la cadena alimenticia acuática, son excelentes indicadores de contaminación por metales pesados, ya que pueden bioacumular y biomagnificar a través de ella altas concentraciones de estos elementos. Ejemplo claro de esto es el mercurio, el cual es bioamplificado casi en su totalidad por los peces en forma de metilmercurio, sustancia altamente tóxica y de fácil fijación en los tejidos musculares y adiposos, convirtiéndola en elemento clave en el transporte de este metal en las cadenas alimentarias acuáticas que culminan en el consumo humano. El mercurio se acumula en sedimentos en la base de los cuerpos de agua, donde los microorganismos como bacterias que viven allí pueden convertirlo a la forma orgánica del metilmercurio, que es sacado por los gusanos y otros animales pequeños que viven en los sedimentos o por acción de las corrientes acuáticas que resuspenden las partículas. Este compuesto se acumula en los peces que comen estos animales y en los peces más grandes que comen a los peces más pequeños. De esta manera, el metilmercurio que es mucho más tóxico que otras formas de mercurio y que por su alta solubilidad en lípidos y su facilidad para atravesar



membranas se distribuye a través de todo el organismo, finalmente, se acumula en los peces a concentraciones mucho más elevadas que las presentes en el agua.

3.1.3 Mercurio en Humanos

El mercurio se ha constituido en uno de los elementos de contaminación más importantes con efectos sobre la salud pública, ya que se estableció que las personas o poblaciones expuestas a niveles bajos pueden desarrollar alteraciones en las funciones del sistema nervioso, el cuál es especialmente sensible al metilmercurio, con consecuencias neuro-fisiológicas particularmente en el desarrollo de los fetos y en los niños pequeños.

El mercurio y sus compuestos, por sus propiedades fisicoquímicas, son utilizados desde hace varios siglos en diferentes actividades humanas. Actualmente tiene cientos de aplicaciones en áreas como la industria, la agricultura, la medicina, la odontología y en particular en el beneficio del oro. Debido a que el mercurio es una sustancia natural, no se le puede eliminar por completo del ambiente, pero las concentraciones se pueden reducir si se limitan las emisiones.

Como bien se ha mencionado el mercurio se encuentra en el ambiente (general y laboral) en una gran variedad de estados fisicoquímicos distintos, con propiedades químicas y toxicológicas específicas. El metilmercurio es uno de los contaminantes importantes de los alimentos como lo demostró el desastre de Mimamata, considerándolo como una de las formas de mercurio más dañinas para el organismo puesto que se acumula en los tejidos, junto con el vapor de mercurio constituyen la fuente de exposición más importante para los seres humanos.

Actualmente es de especial interés estudiar las poblaciones donde se desarrolla el beneficio artesanal del oro, porque durante el proceso de amalgamación y quema de ésta, son emitidos vapores de mercurio al ambiente exponiendo a los trabajadores y a la población general, eliminando a su vez desechos tóxicos a los suelos y a los cuerpos de agua donde el mercurio elemental es transformado por el zooplancton y fitoplancton a metilmercurio, sustancia que de esta forma ingresa a los peces para luego llegar al hombre por la cadena alimentaria. Las poblaciones que se encuentran en cercanía a estas fuentes de contaminación y que consuman pescado estarán también en riesgo de intoxicación.

La exposición a los compuestos de mercurio puede ocurrir por diferentes vías. El mercurio metálico se absorbe muy poco por el tracto gastrointestinal (menos 0,01 %), el 80 % de los vapores de mercurio puede ingresar a la corriente sanguínea directamente a través de los pulmones para distribuirse rápidamente por todo el organismo, principalmente en cerebro y riñones donde permanece durante semanas o meses. Cuando el mercurio metálico entra al cerebro, es convertido rápidamente a una forma inorgánica que queda atrapada en el cerebro durante mucho tiempo. Este compuesto pasa al feto a través barrera placentaria en la mujer embarazada. El mercurio metálico se elimina principalmente por la orina y en menor cantidad por las heces.

Los problemas de salud causados por la intoxicación aguda con mercurio metálico y sus compuestos orgánicos se producen por la inhalación de vapores o ingestión de compuestos mercúricos. Por inhalación, se producen lesiones en la mucosa respiratoria, bronquitis y



neumonitis química. Por ingestión produce síndrome gastroentérico agudo, insuficiencia renal con anuria y uremia, colitis ulcero hemorrágica, vomito en ocasiones hemorrágico, irritación de la mucosa orofaríngea, posible irritación del esófago. La saliva se puede volver espumosa y se produce también sialorrea intensa, se producen dolores de el abdomen, diarrea abundante, la cual puede contener sangre; también se presenta deshidratación y calambres, finalmente se produce shock, hipotensión grave y taquicardia. Pasados dos o tres días se produce estomatitis mercurial, la cual se produce por que el mercurio en la saliva irrita e inflama las encías; el ácido sulfhídrico de la fermentación bacteriana produce sulfuro de mercurio negro el cual se revela como ribete gingival. Cuando ocurre la muerte, esta se presenta después de dos o tres días después de la intoxicación por mercurio (Sepúlveda *et al.*, 1997).

Teniendo en cuenta las descripciones anteriores, se puede observar que el mercurio es altamente peligroso para la salud humana, dependiendo del grado de intoxicación. Los principales síntomas que este produce son:

- Pérdida de la memoria.
- Pérdida de la concentración.
- Deficiencias en el sistema nervioso: parkinsonismo (temblor pasivo, disminución de la capacidad motora), demencia, insomnio, trastornos vegetativos, irritabilidad, ansiedad, pérdida del autocontrol.
- Disminución de la agudeza visual.
- Anemia benigna.
- Deficiencias en las articulaciones.
- Problemas gástricos: estomatitis, gastritis, faringitis, gingivitis.
- Trastornos cerebrales, retraso mental, malformaciones genéticas.

Existen métodos confiables y precisos para medir los niveles de mercurio en el organismo utilizando muestras de orina, al comparar estos resultados con los efectos en salud es posible establecer la relación con la exposición mercurial. La determinación de mercurio en orina evalúa la exposición a vapores de mercurio y/o compuestos inorgánicos.

3.1.4 Utilización del Mercurio en los Procesos Mineros

La Amalgamación es uno de los procesos más importantes en la recuperación de oro en la minería de los metales preciosos, dada la afinidad electrónica del oro con el mercurio forma una aleación física denominada amalgama. Esta propiedad es la utilizada para capturar pequeñas partículas de oro, las cuales por su tamaño no presentan buena respuesta para la concentración gravimétrica, sin el mercurio las partículas extremadamente finas o con formas laminares serían arrastradas por las corrientes de agua creadas en el lavado, produciendo desperdicios de metal y disminuyendo considerablemente el rendimiento de las minas. Para la amalgamación es importante que el grano de oro se encuentre libre y limpio de incrustaciones de óxidos y minerales y que su tamaño oscile entre 2 y 0,02 milímetros.

En la minería aluvial en donde el metal ya se encuentra en estado libre y bastante limpio de impurezas, al pasarlo por el canalón el oro es atrapado y amalgamado; es de anotar, que parte del

mercurio es arrastrado por el flujo hacia las fuentes de agua. En el caso del beneficio de minerales filonianos, el mercurio se agrega en los molinos y al final de estos en placas electro plateadas, sobre las cuales el metal se adhiere formando una película.

En la zona objeto, existe molinos o barriles de bolas (cocos) que sirven para moler y amalgamar simultáneamente. La amalgama formada se recupera y se somete a temperaturas que oscilan entre 350 °C y 600 °C, el mercurio a estas temperaturas es evaporado y va a parar directamente al suelo y a la atmósfera.

Las pérdidas de mercurio generadas en el procesamiento de un grano de oro son muy diferentes, no solo por la tecnificación de la explotación y del beneficio sino por el control en planta y por la actitud del minero (López, 1998).

En términos generales se tiene:

- Pérdidas por derrames involuntarios y evaporación: 0,1 gramos.
- Pérdidas por arrastre en el flujo: 1,3 gramos.
- Pérdidas por calcinación de la amalgama: 1,4 gramos.
- Total pérdidas: 2,8 gramos.

Es decir se pierde 2,8 gramos de mercurio por cada gramo de oro recuperado, estas pérdidas se aumentan en minas de grandes flujos de agua (explotaciones aluviales de mediana minería) y disminuyen en operaciones mineras que realizan destilación de amalgamas (retorteados) y amalgamación en circuitos cerrados. El minero de subsistencia de aluviones utiliza el método gravimétrico (clasificadora-saranda) y /o mercurio (método de amalgamación); luego las mayores pérdidas están en los renglones de la pequeña y mediana minería (López, 2002).

3.1.4.1 Descripción del sector minero Gramalote

La fase de explotación es realizada por mineros tradicionales de la región, el proceso consiste en extraer el material aurífero de veta mediante el método de monitoreo o chorros de presión los cuales cumplen la función de fragmentar y arrancar el material de peña depositado y acumulado en pequeñas colinas o elevaciones que marcan una actividad constante. Otro de los métodos utilizados es el de fracturamiento manual (martillo y porra) (**Fotografía 3-1**).



Fotografía 3-1: Frente de trabajo minero zona Gramalote.

El proceso de beneficio y transformación se lleva a cabo en pequeños entables ubicados a lo largo de todo el sector conocido como Gramalote.

La etapa de beneficio y transformación de los minerales, consiste en un proceso de separación, el cual consta de dos procedimientos; 1. Lavado, en el cual se elimina el lodo y material orgánico presentes en algunos minerales y 2. Conminución, por medio del cual se realiza la reducción de tamaño del material (molienda y trituración), esta disminución del tamaño se realiza mediante la utilización de los llamados molinos californianos y/o molinos de bolas, cuyo objeto es el de triturar el material que se extrae de la mina (**Fotografía 3-2**).



Fotografía 3-2: Molino artesanal.

La recuperación de material aurífero es realizada mediante procesos químicos como la cianuración y la amalgamación. Los molinos de bolas tienen la función de pulverizar el material fino en una solución de mercurio la cual se encarga de atrapar las partículas de oro y concentrarlas en lo conocido como amalgama (**Figura 3-3**).



Fotografía 3-3: Proceso de trituración por molino de bolas.

La amalgama es llevada a los quemadores tradicionales para separar el oro del mercurio, generando emisiones que significan no solamente el deterioro ambiental si no un problema de salud pública, ya que estos quemadores se encuentran en el casco urbano del corregimiento de Providencia (**Fotografía 3-4 y 3-5**)



Fotografía 3-4: Amalgama.



Fotografía 3-5: Quemadores de amalgama.

3.1.5 Comportamiento del Mercurio en los Ambientes Acuáticos

Las formas naturales predominantes del mercurio en el medio ambiente son el mercurio elemental (Hg^0) y el ión mercúrico (Hg^{+2}), adicionalmente el sulfuro de mercurio (HgS), presente por lo general en suelos y sedimentos anaeróbicos.

Cuando el mercurio de origen minero (antropogénico) alcanza los sedimentos del fondo en aguas naturales, es sometido a los siguientes mecanismos:

- Adsorción en el óxido férrico hidratado.

- Adsorción y/o intercambio iónico con las cargas terminales (iones) presentes en materiales arcillosos como la montmorillonita.
- Adsorción y/o enlace químico con materia orgánica como turba y especialmente aquella que contiene azufre.

La interacción entre los metales y algunos microorganismos involucran cambios en el estado de oxidación de los iones metálicos, es así como bacterias quimioautótrofas del hierro (*Thiobacillus ferrooxidans*), obtienen su energía a partir de la oxidación del ión ferroso a ión férrico. Algunas reducen compuestos de mercurio a mercurio elemental y otros lo oxidan.

El mercurio arrastrado a los cuerpos de agua y provenientes de las actividades mineras se fija a la capa de humus del suelo en los sedimentos que están presentes en los sistemas acuáticos, en la medida que la materia orgánica se sedimenta en el fondo, el mercurio es adsorbido y su concentración en la columna de agua disminuye.

Los sedimentos hacia el fondo se tornan mas anaeróbicos y el mercurio precipitado pasa a sulfuro mercúrico (HgS), como elemento estable, reduciendo la posibilidad de ser reintegrado a la columna de agua. En condiciones aeróbicas y cuando se reducen los niveles en las quebradas influencia de la actividad minera el HgS se puede transformar en sulfato (SO₄⁻²) que es más soluble, y el ión Hg⁺² nuevamente se encuentra disponible para ser metilado; bajo condiciones aeróbicas los compuestos inorgánicos del mercurio son metilados por los microorganismos de tipo anaerobio.

3.1.6 Bioacumulación del Mercurio

La bioacumulación de mercurio es el proceso mediante el cual este ion por su gran densidad es acumulado en los sedimentos y lodos de su hábitat natural, contaminando desde las plantas acuáticas hasta los peces de mayor tamaño, llegando finalmente a su depredador final, el hombre (**Figura 3-1**).

La biomagnificación involucra el incremento en la concentración del químico de organismo a organismo a medida que la especie aparece en niveles ascendentes de la cadena alimenticia.



Figura 3-1: Ciclo del Mercurio.

3.1.6.1 Formas químicas del mercurio

Este metal se puede presentar en varias formas, como mercurio elemental (Hg^0) conocido en el argot popular como azogue; el mercurio monovalente: ión mercurioso o mercurio (I), $(\text{Hg}-\text{Hg})^2$; mercurio divalente: ion mercúrico o mercurio (II), Hg^{2+} y las formas orgánicas (**Figura 3-2**).

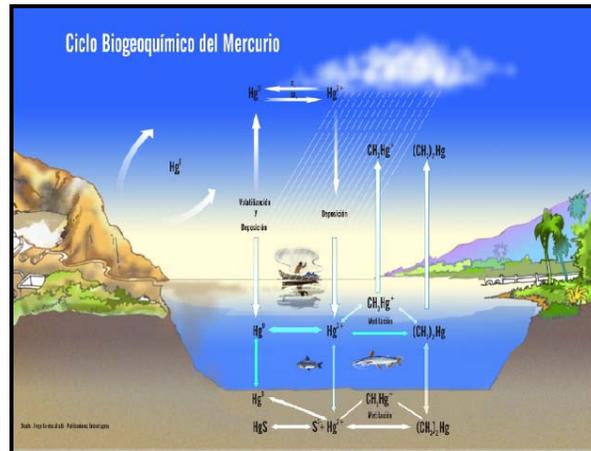


Figura 3-2: Ciclo Bioquímico del Mercurio.

3.1.6.2 Biometilación.

El cambio de la especie en forma inorgánica (Hg^{2+}) a las formas metiladas (CH_3Hg y $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$) es el primer paso importante en los procesos de bioacumulación. La metilación es realizada principalmente en los sedimentos de las aguas oceánicas y cuerpos de aguas continentales. También se realiza en compartimentos acuáticos carentes de oxígeno, como en lagos en sus capas superficiales de sedimentos. Las bacterias también son responsables de la degradación del metilmercurio, que produce mercurio elemental (Hg^0). El metilmercurio (mmHg) es capaz de alcanzar concentraciones espectaculares en el tejido muscular de las especies de las cadenas alimentarias.

El consumo de peces contaminados con metilmercurio es la principal fuente de exposición a este metal y es considerado como una amenaza para la salud humana.

“Los peces pueden servir como organismos “centinela” para indicar la exposición potencial de la población humana a contaminantes químicos en el agua, como el mercurio (Al-Sabti *et al.*, 1994; Belpaeme *et al.*, 1996; Dashwood y Bailey, 1998; Ferrao *et al.*, 2001; Godet, 1996; Southworth *et al.*, 1995)” (Peñaloza *et al.*, 2003).

Las fuentes de contaminación se pueden determinar cómo:

- Natural
- Antropogénicas: 2.000 a 6.000 toneladas año.



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



Una vez el metilmercurio es liberado por los microorganismos, entra en contacto con la biota acuática a través de una rápida difusión, donde es fuertemente unido a sus proteínas. El metilmercurio es bioacumulado y biomagnificado por las especies de la cadena alimenticia. De esta forma, las especies depredadoras contienen niveles de mercurio mucho más altos que las especies no depredadoras.



4. ALCANCES O IMPACTOS ESPERADOS

Basándose en la información obtenida en el estudio, se determinará cuales de las fuentes hídricas de la zona de Gramalote están contaminadas por la utilización de mercurio durante la explotación tradicional de oro, además de realizar muestreos en diferentes escenarios para establecer la concentración de mercurio presente en la zona.

Este diagnóstico permitirá conocer el comportamiento y la movilidad del mercurio emitido al ambiente por los procesos de beneficio y extracción de oro realizados en la zona de Gramalote, lo anterior se realizará teniendo en cuenta la evaluación de factores ambientales, tales como: concentraciones de Hg en el agua, suelo, roca, sedimentos y en la población humana; así mismo, este trabajo en un futuro podría servir como guía o línea base, para lograr establecer acciones, directrices y lineamientos a implementar, tales como: caracterización de materias primas, procesos (beneficios, quemas), gestión de residuos y remediación; para mejorar su gestión durante dicho proceso productivo y así minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente y la población circundante.

Otro de los alcances esperados lo constituye la idea del establecimiento de una línea base sobre la incidencia del mercurio en el sector Gramalote, que permita servir de soporte a estudios posteriores cuyo objeto sea el planteamiento de soluciones a la problemática ambiental ocasionada por la mala utilización del mercurio de la minería tradicional.



5. ESTADO DEL ARTE

Primero fueron los indígenas quienes se dedicaron a la minería aurífera, disponiendo para ello de instrumentos de piedra y madera, y de algunas hierbas utilizadas en el labrado de dicho metal. Luego fueron los españoles los que se dedicaron a extraer todo el mineral que encontraron, utilizando los primeros molinos de piones y de arrastre en el beneficio del oro, los primeros para pulverizar los minerales de veta y los segundos para amalgamar el oro de las jaguas o arenas producto de la pulverización.

En Colombia no se ha levantado sistemáticamente información sobre los efectos y el impacto ocasionado por la minería aurífera. Sin embargo, es conocido que cada aprovechamiento ejerce efectos muy particulares sobre el medio ambiente, los cuales dependen del tipo de depósito, su mineralogía, los métodos específicos y los procedimientos empleados. A pesar de la falta de datos, algunas instituciones han realizado bases de datos sobre los efectos de la minería del oro a cielo abierto (aluvial) y subterránea (Rodríguez y Álvarez, 1992), sobre su inventario (GTZ *et al.*, 1992; Ministerio del Medio Ambiente *et al.*, 1999; INGEOMINAS, 1999), así como sus aspectos geoquímicos y ambientales (Prieto, 1997).

Una de las problemáticas ambientales más importantes en el país se refiere al uso indiscriminado de precursores químicos en actividades ilícitas, el uso de metales pesados como mercurio en actividades mineras, el vertimiento de aguas servidas y otro tipo de compuestos relacionados con actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas. Lo anterior, ha llevado a que la contaminación química en especial por metales pesados, constituya una de las más peligrosas para los ecosistemas acuáticos y las especies presentes en ellos. Los peces tienen la capacidad de almacenar en su organismo una concentración mayor de estos compuestos en comparación con la presente en el medio, por lo que son un indicador importante de la contaminación, pero también esto implica que su consumo se puede convertir en un problema de salud (Mancera y Rodríguez, 2006). Sin embargo, es escaso el conocimiento que se tiene en el país de la problemática generada por la disposición en los cuerpos de agua de metales pesados y su impacto sobre el recurso íctico, el deterioro de ecosistemas y la salud humana.

En Colombia se han realizado varios estudios desde la década de los 70. Se inició con una tendencia en conocer el estado de las concentraciones de metales pesados en aguas y sedimentos, posteriormente en peces y más recientemente en vegetación acuática y en mineros que aprovechan el oro de aluvión y de beta, así como en pescadores que aprovechan el recurso pesquero en las aguas de los diferentes ríos. Estudios pioneros fueron realizados por investigadores del desaparecido Instituto de Investigaciones Tecnológicas IIT, con el auspicio de Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología Francisco José de Caldas COLCIENCIAS y el apoyo de la industria nacional. Vale la pena citar los aportes de dichas investigaciones: Evaluación de la contaminación industrial (Cardeñosa *et al.*, 1973), investigación sobre el contenido de mercurio (Galiano-Sedano, 1976 y 1977), estudios sobre la contaminación de residuos industriales (Galiano-Sedano, 1979), en aguas de los ríos colombianos (Mancera y Rodríguez, 2006).



Idrovo y sus colaboradores en el año 2001, desarrollaron un trabajo en la región de la Orinoquia colombiana donde determinaron que el crecimiento de la minería aurífera en los últimos 15 años, ha generado además un problema de salud pública, debido a varios factores como el uso del mercurio durante el proceso de amalgamación del oro, la contaminación del ecosistema y la exposición de la población de la región. Los resultados de la investigación indicaron un ambiente laboral precario y falta de conocimiento del riesgo ecológico. Situaciones similares se presentan en otras regiones de Colombia, tales como Chocó, Bolívar, Santander y Caldas.

En otras zonas del país como la Amazonía, no se han realizado estudios tendientes a determinar la concentración de metales pesados, sin embargo, existen zonas puntuales que deben presentar serios problemas de contaminación por mercurio debido a que existe una importante actividad de minería de oro de carácter artesanal en varios de sus ríos, ejerciéndose una presión importante sobre los cuerpos de agua y los recursos hidrobiológicos presentes. Una correcta evaluación de las presiones ecológicas que el hombre impone sobre los ecosistemas naturales requiere un mejor entendimiento sobre la interacción de los distintos contaminantes y los componentes de dichos ecosistemas. El conocimiento del proceso cíclico de los metales pesados en los ecosistemas naturales consiste en identificar los reservorios de estos elementos y determinar los mecanismos y vías de transformación, así como, establecer las tasas de renovación entre los distintos reservorios (Mandelli, 1976).

El mayor aporte de contaminantes se da por procesos mineros, particularmente por extracción de oro en la zona nororiental del departamento de Antioquia; estos procesos requieren el uso de mercurio metálico que es incorporado al ecosistema hídrico por deposición atmosférica, luego de la combustión con amalgama oro-mercurio y por la descarga directa de los desechos de la explotación artesanal de oro. El río Magdalena es utilizado para el abastecimiento de agua de un gran número de ciudades y además recibe las aguas del río Bogotá cuyas concentraciones de metales pesados están por encima de los niveles máximos permitidos y de afluentes de un parque industrial diversificado, que comprende industrias de equipos eléctricos, curtiembres, metalúrgicas, manufactureras, petroquímicas, entre otras. Adicionalmente, este río tiene problemas por la aplicación excesiva de plaguicidas y fertilizantes (CEPIS, 2001) que llegan por arrastre hasta sus aguas (Cala, 2001), registra la problemática por presencia de mercurio en peces de los ríos Magdalena y Meta. (Cala y Södergren, 1995), presentan un resumen sobre la contaminación por metales pesados, enfatizando especialmente los efectos nocivos del mercurio.

El Nordeste Antioqueño se ha caracterizado desde la colonia por su gran producción minera y es después del Bajo Cauca la segunda Subregión productora de oro en Antioquia. En la zona denominada del alto Nordeste la minería ha sido durante siglos la más importante fuente de ingresos para la población y se ha constituido en factor determinante del proceso de poblamiento subregional.

En sus comienzos se utilizó el mercurio en el proceso de beneficio en la minería desde los siglos XVII y XVIII, como único proceso de recuperación de metales preciosos, antes del advenimiento de la cianuración. Hoy, la amalgamación y la cianuración siguen siendo los procesos más comunes en el beneficio del mineral aurífero debido a que estos procesos son los que presentan la eficiencia más alta, correspondiente a 85 % mercurio y 90 % cianuro; adicionalmente asociado a estos



procesos está una problemática minero-ambiental de gran trascendencia, como en el caso de los municipios de Remedios y Segovia, principalmente.

En la Subregión se encuentran explotaciones tanto auríferas de veta y de aluvión como de materiales de construcción y material calcáreo, utilizado principalmente en la industria cementera. Para el caso de la pequeña minería predominante, casi siempre obedece a la experiencia del minero y no a trabajos exploratorios, ni a un diseño, planeamiento, ordenamiento y manejo ambiental adecuado.

Cabe mencionar la gran importancia de la Compañía Frontino Gold Mines Limited, la cual ha estado presente en la región durante 130 años. Aunque desarrollada de una manera más tecnificada (con estudios geológicos y planeamiento minero), persiste la problemática ambiental, resaltándose el aporte de unas 500 toneladas diarias de residuos sólidos a la quebrada La Cianurada. Sin embargo, se proyecta un manejo ambiental con la implementación del relleno hidráulico como alternativa a la disposición de los residuos sólidos, producto del beneficio del mineral aurífero de esta compañía.

Los municipios con mayor participación en la producción de oro dentro de la Subregión son en su orden, Segovia, Remedios, Amalfi, San Roque y Anorí, que en conjunto producen el 99 % del oro que se extrae del Nordeste. En el resto de municipios la producción aurífera no es significativa.

La explotación y el beneficio del mineral se realizan mediante sistemas tradicionales con tecnologías que resultan inadecuadas ambientalmente y de baja rentabilidad para la pequeña y mediana minería, tanto en la explotación de veta como de aluvión. La explotación artesanal de las vetas, realizada por pequeños y medianos mineros, no sigue ningún tipo de planeamiento minero que permita una adecuada explotación. Esta minería artesanal, sin posibilidades de inversión y renovación tecnológica, termina ocasionando daños sin posibilidades de restauración posterior, desestabilizando los suelos y dilapidando recursos, que a la postre afectan negativamente la rentabilidad de las pequeñas empresas.

No obstante el desarrollo de la minería artesanal se encuentra paralizado debido a las carencias de tecnología y capacitación técnica, todo lo contrario a lo que sucede con la gran minería, ya que hay alrededor de más 30 multinacionales, tales como la Frontino Gold Mines en Segovia y algunas otras empresas como la Antoro Resources Inc. y Procoloro Resources Inc, B2GOLD, AngloGold que se encuentran explorando actualmente, y que anuncian resultados exitosos en dichas actividades, en las minas de Vallejo, Mona I y II, y Mefafal ubicadas en la localidad de Remedios.

En la minería de aluvión predomina la utilización de maquinaria pesada para el dragado y la extracción del material (retroexcavadoras, dragas) como también los sistemas de lavado de barrancos y el barequeo o mazamorreo. Este último sistema es desarrollado por pequeños mineros organizados espontáneamente y se asocia a la remoción de grandes cantidades de tierra por retroexcavadoras al servicio de medianos y grandes mineros, los cuales compran o rentan tierras que terminan degradadas por la explotación. La “aceptación” por parte de las empresas mineras de presencia de mazamorreros, no ha estado exenta de conflictos.



Los sector de explotación minera se constituyen en la más importante alternativa de generación de empleo en varias regiones de Antioquia y en éstos cifran sus expectativas laborales la mayoría de los habitantes de dichas regiones, no sólo por los empleos directos que genera, sino también porque se convierte en dinamizador temporal de la economía local.

La utilización de químicos como el mercurio y el cianuro para el beneficio del oro contribuye de manera importante en el deterioro de las aguas y en la afectación y extinción de la fauna íctica. Es el caso de la quebrada La Cianurada en Segovia, la cual ha adquirido una coloración totalmente gris al recibir los lodos provenientes del proceso de beneficio por cianuración de la compañía Frontino Gold Mines y de otros procesos de la pequeña minería.

El ruido de los molinos utilizados para el beneficio, que funcionan las 24 horas del día, es otro contaminante importante en los sitios donde se ubican. Además, la quema de amalgamas dentro del proceso de separación oro-mercurio, ocasiona la volatilización del último elemento, lo cual es altamente contaminante y perjudicial para la salud humana. No obstante que la quema de la amalgama en las retortas impide que el mercurio se volatilice y permite su recuperación para reincorporarlo al beneficio, los mineros no utilizan esta práctica por la demora adicional que implica, entre otras. Se carece también de medidas de protección en salud ocupacional para quienes se dedican a esta actividad.

El río Nus tiene sus orígenes en el municipio de Santo Domingo pasando por Cisneros, los corregimientos de Providencia y San José del Nus, y culminando su recorrido en el municipio de Caracolí desembocando en el río Nare. Dentro de sus baluartes más reconocidos son la despensa hídrica para la producción agrícola y pecuaria de la región que atraviesa y en tiempos pasados una gran reserva aurífera. Su deterioro y el de sus afluentes se ha evidenciado en los dos últimos años por sus significativas crecientes que han ocasionado inundaciones en los cascos urbanos que recorre provocando daños materiales y pérdidas de vidas humanas. La frontera ganadera que se ha apoderado de sus orillas y la minería por dragado y aluvión dejan huella de generación en generación.

Por lo anterior, el tema a considerar esta marcado por el deterioro de la fauna acuática presente en esta arteria del Nordeste y Magdalena Medio Antioqueño. Ubicando de manera atenta la mirada en dos especies que han sido consideradas culturalmente como las de mayor importancia en el río por su sabor y abundancia en la cuenca: el Bocachico y el Bagre. Estas especies juegan un papel importante como bioindicadoras de sustancias toxicas y la disminución en su población, es evaluada por intervenciones antrópicas como la minería (Hurtado, 1913). De igual forma, siguen siendo el plato preferido de los ribereños sin saber que sustancias toxicas como el mercurio se han depositado en su carne y en qué cantidad, teniendo en cuenta que puede ser perjudicial para la salud humana.

Por la presencia de empresas mineras de explotación a cielo abierto, existe el gran interés de analizar esta situación para dar un diagnóstico a la comunidad y tranquilizar de alguna forma la incertidumbre ambiental que se tiene por desconocimiento histórico de datos que puedan conllevar a conclusiones acertadas, y sobre todo a soluciones inteligentes y ambientalmente viables para la producción minera de la región, generando bienestar y desarrollo sostenible en la comunidad.

6. NORMATIVIDAD AMBIENTAL DEL MERCURIO

6.1 AGUA

En la **Tabla 6-1** se presentan los límites permisibles para las concentraciones de mercurio establecidos por el Decreto 1594 del Ministerio de Salud en el que se destacan límite de preservación de flora y fauna y agua para consumo humano, estos límites fueron utilizados como referencia para el análisis de los resultados.

Tabla 6-1: Límites permisibles para las concentraciones de mercurio.

LÍMITES PERMISIBLES DECRETO 1594/84 - MINISTERIO DE SALUD					
ART 38	ART 39	ART 40	ART 41	ART 42	ART 45
Recurso Humano y Doméstico		Uso Agrícola	Uso Pecuario	Uso Recreo Contacto primario	Preservación de Flora y Fauna
Tratamiento convencional	Solo Desinfección				Agua Fría Dulce
0,002	0,002	-	0,01	-	0,01

En Colombia la normatividad ambiental en cuanto a contaminación por mercurio la fija el Decreto 1594 del 1984 y adicionalmente se cuenta con los niveles máximos permisibles de acuerdo a los criterios de calidad de agua para potabilización, estipulados en la Resolución 2115 del 4 de julio de 2007, emitida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT); sin embargo, es importante mencionar que debido a que las muestras analizadas son tomadas directamente del medio natural, por lo que se denominan aguas crudas; no se debe tener en cuenta los niveles máximos permisibles, estipulados en la Resolución 2115/2007, por lo que esta norma asume un tratamiento previo de las aguas antes de su consumo. de manera informativa se compara con la Resolución 2115 del 4 de julio de 2007, emitida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), la cual determina los criterios de calidad de agua para consumo humano. Internacionalmente existen dos entidades que se han encargado de investigar sobre las concentraciones de Metilmercurio nocivas para el ser humano.

6.2 SUELOS

6.2.1 Límite Natural de Mercurio en el Suelo

Para el establecimiento de la discusión se tendrá en cuenta el Límite Natural Del Mercurio. En la actualidad no existe un criterio unificado sobre el límite natural de los suelos y/o concentraciones límites a partir de las cuales un suelo pueda considerarse contaminado para un determinado elemento, por tal motivo para la discusión se decidió tomar algunas teorías sobre la definición de límites natural del mercurio en el suelo.

1. Según autores como Picazo Sánchez y Fernández Vozmediano en 1995 y Von Burg en el mismo año, en estudios realizados con el apoyo de universidades españolas, determinan que el valor promedio de Mercurio en la corteza terrestre es muy bajo igual a (0,05 ppm – 0,08 ppm) (50 - 80 ppb).

2. Según estudios realizados por Von Burg, 1995, las menas más ricas de mercurio pueden llegar a contener hasta 2,5 % de mercurio por masa (25 ppm). Los depósitos menos concentrados tienen al menos 0,1 % de mercurio por masa (que viene siendo 1 ppm).

Por lo tanto cualquier valor que esté por encima de 1 ppm, puede considerarse anómalo.

3. Según los planteado en el National Library of Medicine, Toxicology Information System, del H.S.D.B. (Hazardous Substances Data Bank), en 1997; se han hecho mediciones de la concentración de mercurio en distintos tipos de suelo y esto se refleja en la **Tabla 6-2**.

Tabla 6-2: Concentraciones de mercurio en suelos.

SUELOS		
Suelo y Depósitos Glaciales		
Suelos Normales	20 - 150 ppb	0,02 - 0,15 ppm
Morenas Normales arcillas, Glaciales, arena, etc.	20 - 100 ppb	0,02 - 0,10 ppm
Suelos, morenas, etc. cerca de depósitos de mercurio , depósitos de sulfuro etc.	hasta 250 ppb	hasta 0,25 ppm
Capas de Suelo Normal		
Húmica	60 - 200 ppb	0,06 - 0,2 ppm
B	30 - 140 ppb	0,03 - 0,14 ppm
C	25 - 150 ppb	0,025 - 0,15 ppm
Capa de suelo cerca de Depósitos de Mercurio		
Húmica	200 - 1800 ppb	0,2 - 1,8 ppm
B	140 - 605 ppb	0,14 - 0,605 ppm
C	150 - 554ppb	0,15 - 0,554 ppm

4. Prater y Anderson (1977) establecieron para el diagnostico ambiental de la concentración de mercurio en los sedimentos una clasificación para los ambientes no contaminados con concentraciones menores que 1,0 µg mercurio/g de la muestra.

5. Según Pfeifer en 1989 los sedimentos de los ríos no contaminados tienen una concentración 0,3 µg mercurio total/g de la muestra.

6. Según Von Burg en 1995, en sus estudios realizados las muestras de sedimentos de corriente en zonas sin mineralización de Mercurio arrojan comúnmente valores menores a 1 ppm.

Teniendo como base estas seis teorías sobre la definición del límite natural del mercurio en la corteza terrestre, se establecieron rangos de concentración de Hg para el suelo con el fin de determinar el grado de incidencia de este metal en el sector Gramalote. En la **Tabla 6-3**, se exponen los rangos establecidos dentro de los que se destaca Limite Natural para suelos, roca y sedimento (0.05 ppm -0.1 ppm) con estos límites se pretende establecer la variabilidad en detalle de las concentraciones de mercurio (**ver tabla 7-4**)

Tabla 6-3: Límite natural de la roca, suelos y sedimentos.

TIPO DE MUESTRA	RANGO PARA MERCURIO	
	LIMITE NATURAL	RANGO (ppm)
ROCA, SUELO, SEDIMENTO	< LN	0 - 0.05
	LN	0.05 - 0.1
	>LN	0.1 - 0.99

6.3 SALUD PÚBLICA

La EPA (Environmental Protection Agency) define la RfD (Reference Dose o nivel de exposición que no causa efectos adversos en la salud) como 0,1 microgramos por kilogramo de peso del cuerpo por día, con el fin de proteger a los fetos humanos de desarrollar efectos perjudiciales y la FDA (The Food and Drug Administration) que define la ADI (Acceptable Daily Intake o nivel de ingestión diaria aceptable) establece como 0,47 microgramos por kilogramo de peso del cuerpo por día con el fin de proteger al adulto promedio que es capaz de tolerar los niveles más altos de metilmercurio (0.1 ug/Kg/día de la EPA y 0.47 ug/Kg/día de la FDA).

6.3.1 Límites Permisibles

La FDA de EEUU fijó un máximo permisible de 0,5 ppm en los alimentos; la OMS en 1971, fijó para la ingesta semanal 0,3 mg de Hg metálico y 0,2 mg de metilmercurio; y en España el límite permisible para alimentos es de 1 ppm.

- **Normatividad y límites permisibles de mercurio establecidos a nivel internacional**

En relación a inhalación e ingestión de mercurio:

Una exposición a 28 mg/m³ es considerada peligrosa. Neumonitis química puede ocurrir a niveles que excedan 1 mg/m³



* **ACGIH TLV-TWA**

La ACGIH es una asociación con sede en USA que agrupa a más de 3000 profesionales de la Higiene del Trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades de todo el mundo. Los valores que establece la ACGIH se denominan "Threshold Limit Values" (TLV) y se basan exclusivamente en criterios científicos de protección de la salud. Estos valores TLV son sólo unos límites recomendados, pero gozan de un elevado prestigio en el mundo de la Higiene Industrial. Normalmente, cuando se citan los valores TLV de USA sin más especificación se está haciendo referencia a los valores propuestos por la ACGIH. La ACGIH publica anualmente una relación de valores permisibles en el ambiente de trabajo (TLV) para agentes físicos y químicos. Estos valores son sólo unos límites recomendables y como tales deben ser interpretados y aplicados. Se han establecido exclusivamente para la práctica de la Higiene Industrial.

* **TLV-TWA**

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos

La ACGIH TLV – TWA establece el límite recomendado para ambiente ocupacional es $0,05 \text{ mg/m}^3$ para 8 horas.

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) ha propuesto un MRL (nivel de riesgo mínimo).

- para inhalación crónica de $0,00006 \text{ mg/m}^3$
- La ingestión de 10-60 mg/Kg puede ser letal
- La ingestión diaria crónica de $10 \text{ } \mu\text{g/Kg}$ está asociada con efectos neurológicos y efectos reproductivos.

* **RfD (EPA): $0,3 \text{ } \mu\text{g/Kg/día}$**

Nivel de exposición que no causa efectos adversos en la salud para USA) establece en relación a la presencia de niveles altos de mercurio en sangre y orina.

- En personas sin exposición ocupacional el Hg en sangre total es $< 2 \text{ } \mu\text{g/l}$ y Hg en orina es $< 10 \text{ } \mu\text{g/l}$
- Efectos neurológicos ocurren con niveles de mercurio en orina $> 100\text{-}200 \text{ } \mu\text{g/L}$. Gastroenteritis y necrosis tubular aguda se observa con niveles de mercurio $> 50 \text{ } \mu\text{g/l}$, Los síntomas han sido asociados con niveles de mercurio $> 20 \text{ } \mu\text{g/l}$.



7. METODOLOGÍA

De acuerdo con las expectativas fijadas por los objetivos específicos esta investigación será de tipo aplicada, debido a que el objetivo fundamental es identificar el impacto ambiental ocasionado por el mercurio proveniente de la explotación de oro en la minería tradicional a partir de información primaria por medio de monitoreo realizados en la zona y secundaria por medio de diagnóstico realizado por el hospital san Vicente de Paul, para determinar la incidencia de la intoxicación de mercurio en un grupo de personas expuestas, en el corregimiento de Providencia, municipio de San Roque.

7.1 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN EL MEDIO ACUÁTICO

7.1.1 Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales B2GOLD

La compañía B2Gold conociendo la importancia del cuidado de los recursos hídricos en nuestro país, implementa como una de sus prioridades, el estudio y seguimiento de las fuentes de aguas, que se encuentran presentes en el área de influencia de cada uno de sus proyectos de exploración minera, mediante un programa de monitoreo de aguas, el cual para el sector de Gramalote se vienen realizando desde el año 2008 hasta la fecha, con el fin de identificar y conocer el comportamiento general de los cuerpos de agua, para así implementar medidas de cuidado y control de los recursos naturales.

Este programa de seguimiento y control establecido para el recurso hídrico, en el área de influencia del proyecto exploratorio, se basa en la evaluación de la calidad de nueve cuerpos de agua (río Nus, nacimiento de agua sector La Trinidad, drenaje de captación de agua campamento Gramalote y las quebradas La Trinidad, El Topacio, San Antonio, Guacas, Colorada y Balzal), que potencialmente pueden verse influenciadas por las perforaciones programadas en la zona. El monitoreo se basa en la colección de muestras para la determinación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos, en 19 estaciones de monitoreo ubicados en los cuerpos de agua, potencialmente influenciados por las actividades de exploración minera adelantada por la compañía.

Para la presente investigación se tendrá en cuenta la información reportada en cuatro monitoreos realizados durante el segundo semestre del año 2008 y el primero de 2009, teniendo presente únicamente las concentraciones de mercurio presentes en la columna de agua, registradas en 14 estaciones de muestreo, distribuidas en seis corrientes hídricas localizadas específicamente en el área de influencia del sector Gramalote (río Nus, drenaje donde se ubica el tanque de captación de agua del campamento y las quebradas San Antonio, Guacas, La Colorada y El Balzal).

7.1.1.1 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo

Determinar claramente los puntos donde se lleva a cabo los monitoreos de aguas superficiales, es de suma importancia. Estos sitios de muestreo deben ser escogidos de acuerdo a su

representatividad, con respecto a las actividades desarrolladas durante los procesos de exploración minera, la importancia de estas fuentes para la comunidad, el comportamiento general del cuerpo de agua (corrientes intermitentes o continuas) o cualquier otra condición que permita caracterizar el comportamiento general hídrico de la zona y además ayuden a determinar en algún momento cambios en las condiciones normales de estas fuentes.

Para el presente estudio se tendrá en cuenta las concentraciones de mercurio registradas en 14 estaciones de muestreo localizadas en el sector de Gramalote, cuya codificación y ubicación se presenta en la **Tabla 7-1** y en la **Figura 7-1**.

Tabla 7-1: Ubicación general de los sitios de monitoreo para aguas superficiales, Sector Gramalote.

CÓDIGO B2GOLD	DESCRIPCION DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	COORDENADAS		ELEVACION m.s.n.m
		NORTE	ESTE	
G100	Río Nus, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Bella.	721942	505233	848
G101	Río Nus, después de la desembocadura de la quebrada El Topacio	722051	506857	839
G102	Río Nus, aguas arriba de la desembocadura de la Quebrada Guacas	720407	509688	830
G103	Río Nus, aguas abajo desembocadura Quebrada La Colorada	720240	511381	839
G500	Parte alta de la quebrada San Antonio	719970	508569	843
G501	Parte baja de la quebrada San Antonio	720411	509179	835
G600	Parte alta Quebrada Guacas, Sector La Tupía	719211	509114	931
G601	Parte baja Quebrada Guacas sector La Batea, debajo del puente de la vía ppal.	720334	509810	853
G700	Parte alta Quebrada La Colorada, 100 m arriba del entable del señor Fabio Gálviz	719308	509445	930
G701	Parte media Quebrada La Colorada, después del entable del señor Víctor Cataño	719615	510021	887
G800	Parte alta Quebrada El Balzal, antes del entable del señor Gabriel Silva	718910	509826	874
G801	Parte baja Quebrada El Balzal, en el paso de la batea en concreto (puente)	719528	510369	859
G802	Aguas debajo de la confluencia de las Quebradas La Colorada y El Balzal.	719712	510502	844
G900	Drenaje donde se ubica el tanque de captación, Campamento de Gramalote	720109	510229	842

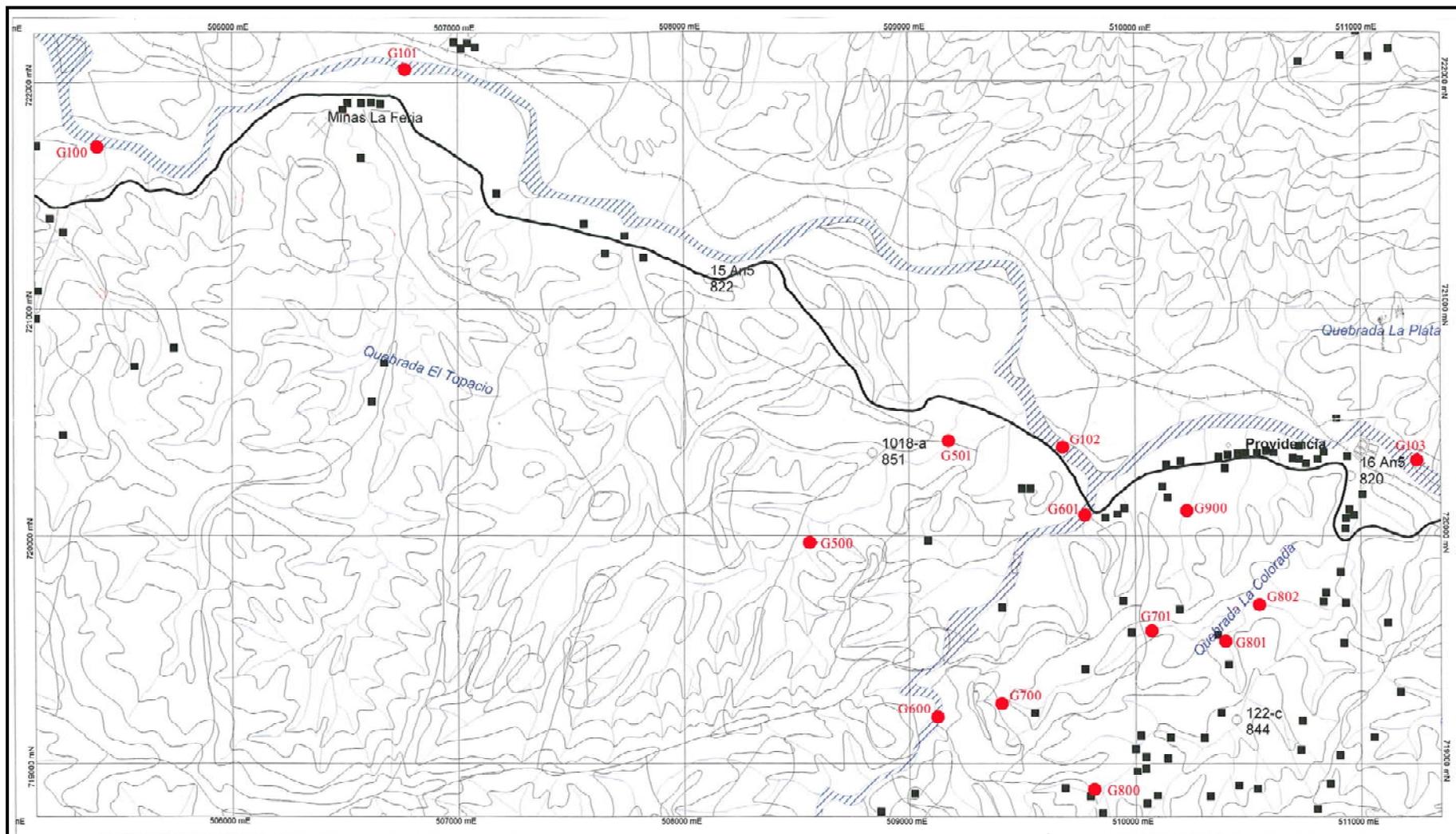


Figura 7-1: Ubicación general de los puntos de monitoreo.

A continuación se presenta una breve descripción de la zona, de cada una de la estaciones de monitoreo.

- **Río Nus**

El río Nus nace, en el municipio de Santo Domingo, a 2.000 metros sobre el nivel del mar, vertiendo sus aguas, después de un recorrido de 96 kilómetros, al río Samaná Norte, en el municipio de Caracolí, a 150 m.s.n.m. El área de la cuenca es de, aproximadamente, 828 km², con una orientación general Oeste-Este, con una disminución notoria del relieve montañoso según nos acercamos al valle del Magdalena. El río Nus transcurre por una cuenca intramontana, de drenajes normalmente cortos (González Alonso, 1998). Esta fuente hídrica se encuentra localizada sobre la parte norte del sector Gramalote, cruzando el área de interés, es considerada como el río principal, ya que en el desembocan todos los demás afluentes de importancia en la zona. Este cuerpo de agua se encuentra bordeando el costado norte del municipio de San Roque, es considerado un ecosistema de carácter lótico. En sus riberas presenta grandes extensiones de pastos, empleados como potreros para la ganadería, lo cual es predominante en la mayoría del recorrido de esta corriente. Sus aguas normalmente son caudalosas y turbias, con sustratos pedregosos y arenosos. Su ancho oscila en su trayectoria aproximadamente entre 15 y 25 metros en algunos sitios.

Dentro del río Nus, se ubicaron cuatro estaciones de monitoreo las cuales se relacionan a continuación: aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Bella, después de la desembocadura de la quebrada El Topacio, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Guacas y aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Colorada; los cuales permiten generar una idea del comportamiento general del cuerpo de agua y la posible incidencia en el sector Gramalote.

✦ ***Río Nus, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Bella***

El sitio de monitoreo se localiza cerca a un playón de arena, formado por antiguos desbordamientos del río, dentro de este arenal el ganado toma el sol durante largos periodos del día. En este sitio la profundidad aproximada en algunos lugares puede alcanzar de 1 hasta 1,5 metros. El sustrato es predominantemente rocoso con algunos parches de arena (**Fotografía 7-1**).



Fotografía 7-1: Río Nus aguas arriba de la desembocadura de la quebrada la Bella.

✦ **Río Nus, después de la desembocadura de la quebrada El Topacio**

En las riberas del río en este lugar se forman taludes, observándose procesos erosivos en sus orillas. Las aguas normalmente se encuentran turbias y prevalece el sustrato arenoso. En algunos sitios dentro de la corriente se forman bancos de arena y rocas. En los alrededores del cauce, se observan grandes extensiones planas destinadas a la ganadería (**Fotografía 7-2**).



Fotografía 7-2: Río Nus después de la desembocadura de la quebrada el Topacio.

✦ **Río Nus, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Guacas**

En este sitio de muestreo se observan sustratos rocoso – arenosos, con una profundidad promedio de 50 cm aproximadamente y un ancho aproximado entre 20 y 25 metros en algunos sectores. En sus alrededores se presentan zonas de potreros destinados a la ganadería. Se presentan corrientes moderadas y aguas algo turbias (**Fotografía 7-3**).



Fotografía 7-3: Río Nus Aguas Arriba de la desembocadura de la quebrada Guacas.

✦ **Río Nus, aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Colorada**

Este lugar se encuentra localizado en inmediaciones de corregimiento de Providencia, por lo que dicho sitio se ve influenciado por las descargas de las aguas vertidas de este poblado. Además se observan en las riberas de este cuerpo de agua zonas destinadas a la ganadería. El agua en el momento del muestreo se encontraba muy turbia y presentaba olor a materia fecal, ocasionado según algunos pobladores de la zona, al lavado de algunas marraneras (producción porcina) ubicadas en el corregimiento (**Fotografía 7-4**).



Fotografía 7-4: Río Nus Aguas Abajo de la desembocadura de la quebrada La Colorada.

- **Quebrada San Antonio**

La ganadería también es predominante en esta zona, por lo que en las riberas de esta fuente hídrica, se presenta vegetación normalmente de pastos y maleza, la cual en algunos sitios llega hasta encontrarse inmersas por debajo del agua. Se presentan aguas cristalinas con poca corriente, de fondos arenosos y un ancho que varía en algunos lugares entre 1 a 3 metros aproximadamente (**Fotografía 7-5**).



Fotografía 7-5: Quebrada San Antonio.

- **Quebrada Guacas**

La quebrada Guacas antes de llegar a esta zona baja en el sector de Providencia, ha recibido las descargas de múltiples tributarios, entre ellos unos de los cuerpos de aguas más importantes de la región como lo es la quebrada San Roque, generando aguas caudalosas y lechos anchos de 15 a 20 metros aproximadamente o en algunos lugares hasta mayores. Las fuertes corrientes sumadas a la geomorfología de la zona, forman lugares donde se constituyen saltos de agua, como el caso de La Cascada en Providencia, la cual se encuentra localizada en las inmediaciones de los puntos de monitoreo y es aprovechada por una pequeña hidroeléctrica que funciona en el lugar (Alcaldía San Roque, 2004). En general en los alrededores de esta corriente se presenta vegetación arbórea y arbustiva dispersa y zonas de pastos, se observan fondos rocosos y arenosos y aguas cristalinas; sin embargo, en algunas ocasiones, debido a las múltiples descargas aguas arriba y al comportamiento climático presente en la época de monitoreo, se ostentan aguas turbias con un leve color amarilloso; cabe anotar que en las zonas bajas de este afluente, esta turbidez se incrementa aun más por el vertimiento de aguas sin tratamiento alguno, utilizadas en los entables de beneficio para la extracción del oro, que lleva a cabo la pequeña minería en esta zona (*Fotografía 7-6*).



Fotografía 7-6: Quebrada Guacas.

- **Quebrada La Colorada**

Esta zona se ve influenciada directamente por las actividades de la pequeña minería, donde se realizan movimiento de sedimentos, por descapote con chorro de agua a presión, o trasportando el material a los molinos y entables para el beneficio del oro de veta y/o aluvión ubicados en el sector. En el sitio de muestreo localizado en la parte alta de la quebrada La Colorada, se observa un cauce pequeño de sustrato rocoso y arenoso, con poca corriente y profundidad; sus aguas son cristalinas y en sus riberas se exhibe vegetación de tipo arbórea y arbustiva. Mientras tanto en la estación de monitoreo situada en la parte media de este afluente, se encuentra inmediatamente aguas abajo de un vertimiento de agua, proveniente de una pequeña planta de beneficio y transformación, donde se lleva a cabo la extracción del oro. Se observa una alta sedimentación, generando un nivel de agua muy bajo, de aproximadamente de 10 a 20 cm y unas aguas muy

turbias de coloración amarillosa, debido a la descarga del material sobrante proveniente de estos molinos y entables. En sus alrededores se presentan vegetación arbórea poco abundante. Cabe mencionar, que está quebrada de manera natural presenta una corriente pequeña de poco caudal, sin embargo, este flujo de agua es incrementado sustancialmente, debido a que los mineros informales de la zona, toman agua desde la quebrada Guacas, la cual es transportada por medio de un canal artificial hasta los diferentes entables de beneficio y transformación, y luego de ser utilizadas son vertidas directamente a la quebrada La Colorada sin habersele efectuado ningún tratamiento previo, como se menciona anteriormente (**Fotografía 7-7**).



Fotografía 7-7: Quebrada La Colorada.

- **Quebrada El Balzal**

La quebrada El Balzal también se encuentra en la misma zona influenciada por la pequeña minería, donde se exhiben en sus inmediaciones también pequeñas plantas de beneficio y transformación para la extracción del mineral. Además se desarrollan en sus alrededores actividades relacionadas con los molinos utilizados en el proceso de transformación de la panela y los cultivos de caña de azúcar. En la estación de muestreo localizada en la parte alta de este cuerpo de aguas se presentaron aguas cristalinas, fondos arenosos y rocosos de poca profundidad (G800); mientras que en los lugares ubicados en la parte baja de este afluente (G801) y después de la confluencia de las quebradas La Colorada y El Balzal (G802), se observaron aguas turbias de coloración amarillosa con poca profundidad, atribuido a las diferentes actividades de la minería informal desarrolladas en esta zona (**Fotografía 7-8**).

- **Drenaje ubica tanque de captación, compañía B2GOLD**

En este cuerpo de agua se ubica el tanque de captación de agua, la cual es utilizada en algunas de las actividades desarrolladas en la casa donde opera el personal de la compañía (no es utilizada para el consumo humano).

En los alrededores de este afluente se exhiben pastos enmalezados, los cuales se encuentran incluso inmersos en el agua. Esta fuente hídrica presenta aguas cristalinas, pero con un caudal muy

leve, por lo tanto sus aguas presentan poco movimiento, pareciendo en algunos momentos casi estancada; además no se ostenta un cauce específico, por lo que aparenta en muchos lugares, tratarse de una charca en vez de un riachuelo. El fondo es lodoso – arenoso, con algunas rocas dispersas, las cuales junto con el material vegetal sumergido, se encuentran cubiertos de sedimentos y de un material mohoso (**Fotografía 7-9**).



Fotografía 7-8:Quebrada El Balzal.



Fotografía 7-9: Cuerpo de agua donde está ubicado el tanque de captación para el Campamento Gramalote.

7.1.2 Programa de Monitoreo Pasivos Ambientales para el Componente Acuático

La compañía B2GOLD en aras de determinar el grado de afectación generado por el desarrollo de la minería tradicional en el sector de Gramalote con antecedentes de más de 100 años atrás y determinar el grado de concentración del mercurio sobre el medio, en el corregimiento de Providencia estableció un programa de monitoreo para aguas.

Para ello, durante el 29 de julio del año 2009, se colectaron muestras de aguas superficiales en las principales zonas de influencia de la actividad minera tradicional desarrollada en el sector del cerro de Gramalote; con el fin de identificar las concentraciones de mercurio presentes en las corrientes hídricas influenciadas directamente por estas actividades, ya que en esta región se viene presentando una intensa explotación del recurso aurífero por parte de la minería tradicional o informal, la cual genera una fuerte presión sobre este recurso, al utilizar grandes concentraciones de mercurio en los entables de beneficio y transformación para la extracción del mineral, que posteriormente son vertidas sin ningún tratamiento previo directamente a los cuerpos de agua.

7.1.2.1 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo

Para ello se tomaron muestras de aguas en cuatro estaciones de monitoreos, las cuales se localizaron estratégicamente debajo del vertimiento de las aguas utilizadas durante el beneficio del mineral, de los cuatro entables más importantes y de mayor capacidad de transformación en el sector. En la **Tabla 7-2 y Figura 7-2**, se presenta la ubicación de cada uno de los puntos monitoreados.

Tabla 7-2: Estaciones de monitoreo, influenciados por las actividades mineras tradicionales. Sector de Gramalote. Corregimiento de Providencia.

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	MUNICIPIO /DEPARTAMENTO	FECHA	HORA	PARÁMETRO EVALUADO
B1	Quebrada El Balzal, Aguas Abajo Entable Sr. Gabriel Silva (Los Valencia).	18 N 509887 718943	San Roque /Antioquia	29/07/09	08:55	Mercurio en Columna de Agua y Sedimentos
C1	Quebrada La Colorada, Aguas Abajo Entable Sr. Hernando Pulgarin.	18 N 509857 719451			10:15	
C2	Quebrada La Colorada, Aguas Abajo Entable Sr. Víctor Castaño.	18 N 510021 719615			11:30	
G1	Drenaje NN Aguas Abajo Entable Sr. Delio Espinosa.	18 N 509434 719729			14:40	

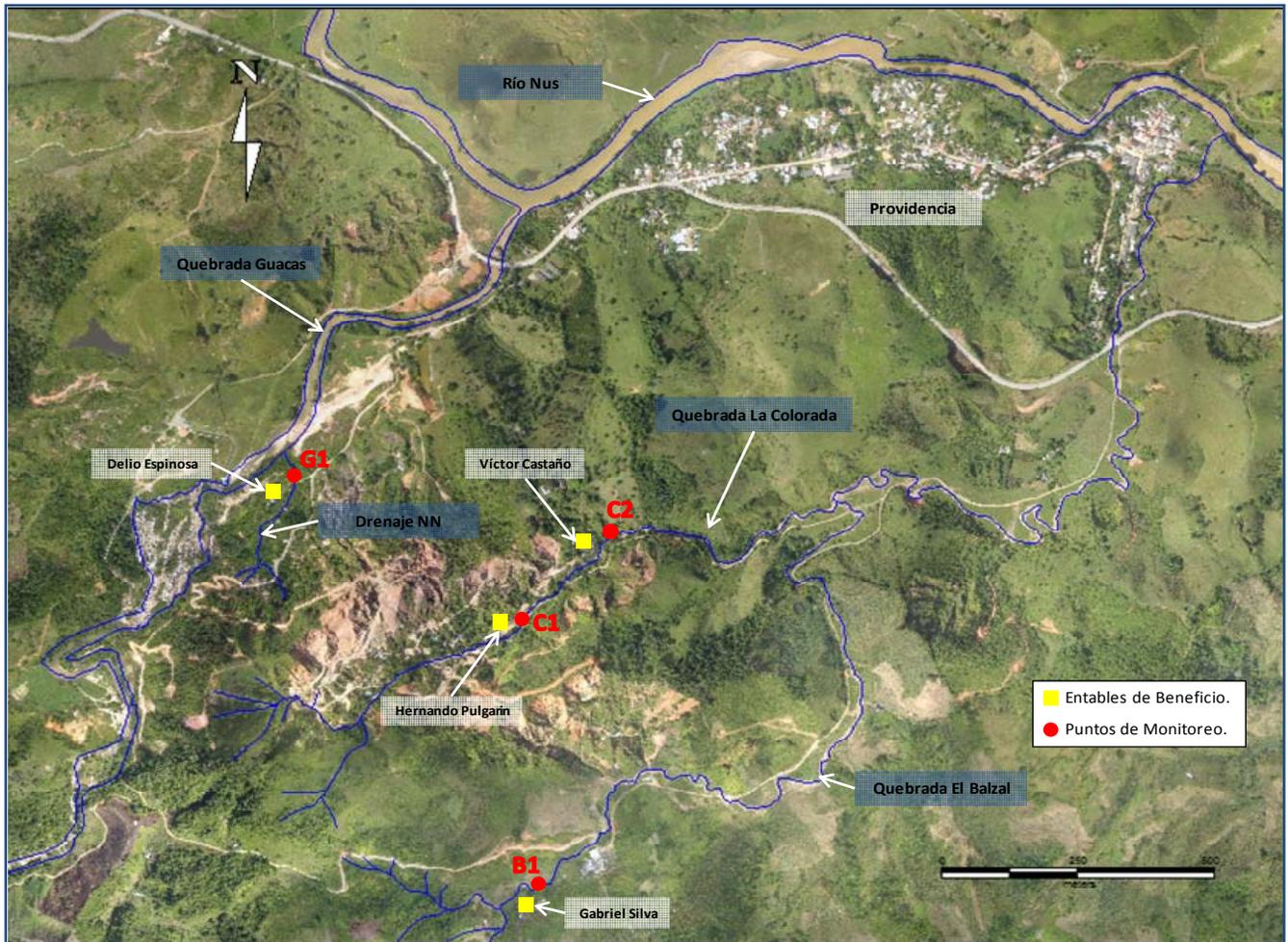


Figura 7-2: Estaciones de monitoreo, influenciados por las actividades mineras tradicionales. Sector de Gramalote. Corregimiento de Providencia.

- **Quebrada El Balzal, aguas abajo entable Sr. Gabriel Silva (B1)**

Este sitio de muestreo se encuentra localizado aproximadamente 5 metros aguas abajo, del sitio donde vierten las aguas empleadas en los procesos de extracción del oro, del entable de beneficio y transformación del señor Gabriel Silva, o también conocido como el entable de los Valencia. En esta planta aproximadamente se cuenta con 12 molinos o cocos de bolas, en los cuales se realiza el beneficio del mineral por medio de la amalgamación con mercurio, además de contar con dos piscinas pequeñas de cianuración para hacer el proceso de extracción más eficiente. Las aguas utilizadas en este proceso son vertidas directamente a la quebrada El Balzal, la cual se caracteriza por exhibir fondos arenosos y lodosos de poca profundidad y leve caudal, además se percibe una coloración de las aguas grisácea ocasionada por la descarga de los residuos del proceso de beneficio, ya que se observa claramente como aguas arriba de este punto de vertimiento se presentan aguas cristalinas (**Fotografía 7-10**).



Fotografía 7-10: Quebrada El Balzal, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Gabriel Silva (Los Valencia).

- **Quebrada La Colorada, aguas abajo entable Sr. Hernando Pulgarin (C1)**

Esta estación de muestreo se encuentra localizada en la quebrada La Colorada, aguas abajo del sitio de vertimiento del entable del señor Hernando Pulgarin. Esta planta de beneficio es una de las más grandes y tecnificadas de la zona, la cual cuenta con aproximadamente 16 molinos de bola para la extracción del oro con mercurio y una piscina de cianuración. Además indirectamente también en este sitio se puede considerar la influencia generada por otros entables, localizados en la parte alta del cerro Gramalote, los cuales también vierten sus aguas a la quebrada La Colorada. Este cuerpo hídrico exhibe una considerada corriente de sus aguas y una alta sedimentación, lo cual genera un nivel de agua muy bajo, además de exhibir aguas muy turbias de coloración amarillosa, ocasionada por los procesos extractivos desarrollados en estos lugares (**Fotografía 7-11**).



Fotografía 7-11: Quebrada La Colorada, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Hernando Pulgarin.

- **Quebrada La Colorada, aguas abajo entable Sr. Víctor Castaño (C2)**

El último entable localizado en la parte baja del sector El Retiro, aledaño a la quebrada La Colorada es el perteneciente al señor Víctor Castaño; esta planta se encuentra constituida por cuatro molinos de bola los cuales son utilizados en el beneficio del oro por medio del mercurio, la cual deposita los residuos empleados en este proceso directamente en este cuerpo de agua. Al igual que en la estación de monitoreo mencionada anteriormente, en este sitio se observan aguas turbias de coloración amarillosa, una alta concentración de partículas suspendidas y una elevada sedimentación (**Fotografía 7-12**).



Fotografía 7-12: Quebrada La Colorada, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Víctor Castaño.

- **Drenaje NN, aguas abajo entable Sr. Delio Espinosa (G1)**

El entable de beneficio perteneciente al señor Delio Espinosa, consta de seis molinos o cocos de bola y una piscina de cianuración; este se encuentra ubicado en el sector denominado como La Cascada (Guacas) y vierte las aguas utilizadas en el proceso de extracción del mineral, en el cauce de un drenaje artificial construido por los mineros tradicionales de la zona, con el fin de descargar los residuos generados por esta actividad a la quebrada Guacas. Este drenaje se caracteriza por presentar aguas con una corriente moderada y turbias cuando se presentan descargas de estos entables, además de exhibir un sustrato rocoso lodoso (**Fotografía 7-13**).



Fotografía 7-13: Drenaje NN, aguas abajo del Entable de Beneficio y Transformación de oro del Señor Delio Espinosa.

7.1.3 Etapa de Campo

Los métodos que se llevan a cabo para la toma y análisis de las muestras de agua, tanto en el programas de monitoreo de aguas superficiales, como en el programa de pasivos ambientales, adelantados por la empresa B2GOLD, se encuentran fundamentados en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 21 (2005) y el protocolo de procedimientos para los Programas de Monitoreo de Calidad de Agua, desarrollado por la empresa B2GOLD en el 2008.

Con el fin de coleccionar las muestras de agua, se realiza un desplazamiento hasta las estaciones de monitoreo, ya ubicados en el sitio se procede a destapar únicamente el recipiente que va a ser llenado, evitando que se contamine la tapa, boca e interior de los envases, se procede entonces a la colección de la muestra y a adicionar los reactivos para su preservación (**Fotografía 7-14**).



Fotografía 7-14: Llenado de los recipientes para la toma de las muestras Físicoquímicas.

Para la colección de las muestras de agua, se aseguró que la boca de los recipientes se encontrará en contra del sentido de la corriente, con el fin de evitar que entren al recipiente sedimentos u otros elementos ajenos al cuerpo de agua removidos en el momento de la toma.

Una vez coleccionadas las muestras, se rotulan y registran en formatos de campo incluyendo fecha y hora de muestreo, responsable de la toma, origen y estado de las mismas y otras observaciones pertinentes y se almacenan en una nevera de icopor.

Todos los procedimientos para la toma, preservación, almacenamiento y transporte de las muestras, se realizan teniendo en cuenta el Protocolo de Procedimientos de Monitoreo de Aguas, desarrollado por B2GOLD para este tipo de muestreos (B2GOLD, 2008).

Las muestras de agua son enviadas al laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad de Antioquia, localizado en la ciudad de Medellín para su posterior análisis.



7.1.4 Etapa de Laboratorio

La etapa de laboratorio es una de las más importantes por cuanto se obtienen los resultados fisicoquímicos. Las muestras fueron analizadas por el laboratorio **INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL (UdeA)**, ubicados en la ciudad de Medellín.

La concentración de mercurio en el agua es determinado por medio del método analítico 3112 Absorción Atómica tomado del “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APPHA). Los resultados son reportados por parte del laboratorio en microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$); sin embargo, para un mejor análisis de las concentraciones registradas se realiza una conversión de los datos, para determinar su concentración en miligramos por litro (mg/L).

7.1.5 Etapa de Gabinete o Análisis de Resultados

La evaluación de los resultados de mercurio entregados por el laboratorio, consiste en una comparación con los criterios establecidos en el Decreto 1594/84 del Ministerio de Salud, hoy Ministerio de la Protección Social, con el fin de comparar las concentraciones de mercurio presentes en los cuerpos de agua analizados, con los niveles máximos permisibles de acuerdo con el uso del recursos establecido en la normatividad ambiental colombiana.

Además se realiza un análisis gráfico descriptivo, por medio del programa office EXCEL, con el fin de identificar el comportamiento de este ion en las fuentes hídricas de interés en la zona de Gramalote.

7.2 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN LOS SEDIMENTOS

Como se menciono anteriormente, la compañía B2GOLD adelanta un programa de monitoreo de pasivos ambientales, presentes en la zona de interés del sector Gramalote, con el fin de identificar el impacto producido por la minería tradicional desarrollada en esta zona. Para ello, este programa pretende determinar las concentraciones de mercurio presentes en los sedimentos de las corrientes hídricas influenciadas directamente por estas actividades, puesto que este tipo de minería genera una fuerte presión sobre el recurso, al verter directamente sin ningún tratamiento previo elevadas concentraciones de mercurio, utilizado en los entables para el beneficio y transformación del oro; a esto sumado que este metal no es fácilmente degradable y a que las formas de mercurio cuando entran a los cuerpos de agua se depositan en el fondo, este ion puede permanecer en las fuentes hídricas durante mucho tiempo, deteriorando la calidad del recurso.

Durante el 29 de julio del año 2009, como se menciono anteriormente, se colectaron también muestras de sedimentos, en cuatro estaciones de monitoreos, localizadas estratégicamente abajo del vertimiento de las aguas utilizadas durante el beneficio del mineral, de los cuatro entables más importantes y de mayor capacidad de transformación en el sector; con el fin de identificar las concentraciones de mercurio en los sedimentos (**Tabla 2 y Figura 2**).

7.2.1 Etapa de Campo

Como es conocido, en todo proceso analítico, la toma de muestras es fundamental. Las muestras de sedimentos en cuencas fluviales, generalmente son heterogéneas, generando que en ocasiones cuando no es tomada una porción de muestra significativa, los análisis difícilmente corresponderán con el promedio de la composición real de los sedimentos (Usero *et al.*, 1997). Por ello es de suma importancia tener en cuenta principalmente las características físicas del medio, de los equipos de muestreo, el tipo de análisis, etc. (CTGREF, 1980; Rapin, 1980). Debido a las características de los cuerpos de agua muestreados, como el tipo de sedimentos y la baja profundidad de sus cauces, la toma de las muestras se realizó empleando una pala o palin, con el cual fueron colectadas varias porciones de sedimentos en diferentes puntos del cauce, con el fin de tomar una muestra compuesta homogénea del lugar y se depositaron en bolsas grandes de polipropileno (**Fotografía 7-15**).



Fotografía 7-15: Toma de muestras de sedimentos en las estaciones de monitoreo.

Las determinaciones del contenido de metales pesados no se realizan en los sedimentos totales, sino en su fracción menor a $63 \mu\text{m}$, ya que en este tamaño se concentran prácticamente la totalidad de la materia orgánica y de los metales pesados (Förstner y Salomons, 1980; Förstner y Wittmann, 1981; Sakai *et al.*, 1986) y es considerada la fracción químicamente activa; debido a ello, simultáneamente a la toma de las muestras, se debe preparar un montaje para tamizar el material colectado. Este montaje se basó en sujetar firmemente una bolsa grande de polipropileno por debajo de uno de los extremos de un tamiz de $200 \mu\text{m}$; posteriormente, se deposita lentamente los sedimentos colectados, para que puedan ser tamizados en húmedo, quedando la fracción de interés de la muestra en la bolsa dispuesta en el montaje (**Fotografía 7-16**).

Debido a que la muestra es tamizada en húmedo, esta presenta un excedente de agua el cual debe ser eliminado sin perder el material; por tal motivo, luego de tener la fracción de interés de las muestras se adiciona una solución floculante (Flocol), con el fin que los sedimentos se dispongan en el fondo de la bolsa y pueda ser así removido el excedente de agua.



Fotografía 7-16: a. Preparación de montaje; Tamizaje de las muestras de sedimentos

Ya eliminada el agua sobrante, la muestra de sedimentos es depositada en una bolsa pequeña, la cual se introduce posteriormente en un recipiente plástico duro, el cual es sellado completamente, con el fin de impedir el derrame y la pérdida del material. Por último el recipiente es debidamente rotulado y enviado al laboratorio para su respectivo análisis.

7.2.2 Etapa de Laboratorio

Las muestras fueron analizadas por el laboratorio **ALS COLOMBIA LTDA (ALS CHEMEX)**, ubicados en el parque Agroindustrial Perú - Funza Cundinamarca.

La concentración de mercurio en los sedimentos es determinado por medio del método analítico Digestión Agua Regia/ICP-MS (Espectrometría de Masas con Fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo), la cual es una técnica de análisis inorgánico que es capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos y se caracteriza por registrar límites de detección bajos, que hace de ésta técnica ideal para el análisis de elementos traza. Los resultados son reportados por parte del laboratorio en partes por millón (ppm).

7.2.3 Etapa de Gabinete o Análisis de Resultados

La evaluación de los resultados entregados por el laboratorio, consistirá en un análisis gráfico descriptivo, a partir del establecimiento del límite natural y como conclusión se realizarán tres mapas temáticos que ilustren las concentraciones de Hg en roca, suelo y sedimento teniendo la ubicación y la cantidad de muestras recolectadas en el sector Gramalote. Estos mapas se realizarán con el programa Mapinfo, con el fin de identificar el comportamiento del mercurio en los sedimentos de las fuentes hídricas de interés en la zona de Gramalote; además de identificar y comparar las concentraciones de este ion en todo el sector.

Así mismo, se tendrán en cuenta para la discusión, las concentraciones de mercurio presentes en algunas de las muestras de roca, suelos y sedimentos, colectadas durante la etapa de muestreo de



exploración geológica desarrolladas en la zona, por las empresas B2GOLD y AngloGold Ashanti; con el objeto de identificar las posibles causas de contaminación en la zona.

7.3 BIOACUMULACION DE MERCURIO EN ORGANISMOS ACUATICOS

Con el ánimo de identificar y comprender, los impactos generados sobre la fauna íctica, debido a la contaminación por mercurio generada por la actividad minera tradicional, se pretende realizar una revisión bibliografía de varias investigaciones desarrolladas sobre la bioacumulación, teniendo en cuenta que la ubicación de los estudios ofrezcan similitudes propias a las encontradas en la zona de estudio en el corregimiento de Providencia, estableciendo así un marco comparativo.

Se tendrá en cuenta dos estudios básicamente que poseen similares características y cuyo agente detonante de la contaminación es el mismo (el desarrollo minero); además en estos estudios se realiza el análisis detallado de dos de las especies más comunes en el sector Gramalote (Bocachico y Bagre) las cuales se ven afectadas por la contaminación con mercurio.

1. “Efectos Tóxicos de la Exposición Aguda de *Prochilodus magdalenae*, a Cloruro de Mercurio” realizado por Jaime Palacio, Néstor Jaime Aguirre Y Janeth Barrera.
2. “Genotoxicidad del Cloruro de Mercurio en Dos Especies Ícticas (*Prochilodus magdalenae* (Bocachico) y *Oreochromis Sp.* (Tilapia))” realizado por Mercedes Peñaloza, Mauricio Camargo y Jaime Palacio, de la Universidad de Antioquia.
3. “Programa de Desarrollo Sostenible de la Región de La Mojana” realizado por Jesús Tadeo en el área de Toxicología Ambiental.
4. “Contaminación por Mercurio” realizado por Regine Maury Brachet (LEESA-Université Bordeaux I/CESAC-Université Toulouse III (AIEA Monaco)), y publicado en la Revista Mundo Científico N° 242, de Barcelona (España).

7.3.1 Análisis de Resultados

Para la obtención de la información se evaluara los datos bibliográficos y se establecerá un marco comparativo que permita determinar previo establecimiento de variables, que es lo que está ocurriendo en la zona de estudio.

Este sector Gramalote permitirá establecer una caracterización significativa en cuanto a problemas de salud humana relacionados con el uso y manejo de mercurio y el consumo de pescado proveniente de las zonas mineras; esta se realizará teniendo en cuenta la evaluación de factores ambientales, socio-económicos, culturales y alimentarios, enfocando en este último, el consumo de pescado.

Los resultados obtenidos servirán para organizar la información existente, sobre estos acontecimientos, priorizar los problemas, validar la hipótesis planteada, sobre los efectos del mercurio en la salud humana, generar la información básica y pertinente, para estudiar en un futuro muy a fondo los problemas que puede ocasionar el mercurio y dar luz verde a nuevas



investigaciones que puedan demostrar el impacto en la salud y en el ambiente, causado por el uso de mercurio.

Finalmente posterior al análisis de los resultados presentados en el presente estudio, se realizara una descripción del comportamiento del mercurio en los diferentes procesos de bioacumulación y biomagnificación tanto en el concepto regional, como en otras partes del mundo (universo), información que puede servir como punto de partida para estudios posteriores en los cuales se involucre información primaria.

7.4 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN LA POBLACIÓN

La compañía B2GOLD en aras de determinar el grado de afectación generado por el desarrollo de la minería tradicional en el sector Gramalote con antecedentes de más de 100 años atrás y determinar el grado de concentración del mercurio sobre el medio, estableció un convenio entre la compañía y el Hospital Universitario San Vicente de Paul, para realizar un programa de muestreo con el objeto de determinar la incidencia de la intoxicación por mercurio, en un grupo de pobladores elegidos al azar, que habitan en la zona urbana del corregimiento de Providencia y que potencialmente pueden verse afectadas por los vapores de mercurio emitidos en las casas en donde se ubican los quemadores de amalgama de mercurio.

Para ello, durante los días 4 al 6 de diciembre de 2009, se colectaron las muestras de orina de este grupo de habitantes del corregimiento en forma aleatoria, con el fin de identificar las concentraciones de mercurio presentes en la población influenciada por las emisiones de mercurio, ya que en esta región se viene presentando una intensa explotación del recurso aurífero por parte de la minería tradicional o informal, la cual genera una fuerte presión sobre este recurso, al utilizar grandes concentraciones de mercurio en los entables de beneficio y transformación para la extracción del mineral, que posteriormente son separadas en el proceso de quema, emitiendo altas concentraciones de vapores de mercurio, los cuales son acumulados por las personas, ya que estos vapores debido a sus densidad no son dispersados fácilmente quedándose concentrados en el ambiente, generado un problema de salud pública importante.

7.4.1 Ubicación y Descripción de las Zonas Influenciadas por los Quemadores de Oro

Dentro del área urbana del corregimiento de Providencia, en algunos sectores se localizan unas casas en donde se practica la quema de la amalgama de mercurio, recuperada del proceso de extracción y beneficio del oro. Estos sitios son reconocidos por los pobladores como los lugares de quema o compra de oro. Los mineros luego de realizar el proceso de beneficio del mineral, obtienen una pequeña bola de amalgama, la cual llevan hasta estos quemadores, en donde evaporan el mercurio, extrayendo así el oro, el cual lo venden directamente en estos lugares.

En el área urbana del corregimiento de Providencia existen tres casa donde se ubican los quemadores de amalgama, estos son llamados de acuerdo al nombre del dueño del quemador, los cuales se relacionan a continuación; 1. William, 2. Hernando Pulgarin y 3. Esteban Cortez Cataño. El diseño maestral se enfocó en establecer el comportamiento y la concentración de mercurio en

la población, teniendo como referente los quemadores que se encuentran ubicados en el área urbana (**Figura 7-3**).



Figura 7-3: Ubicación y descripción de las zonas de influencia.

El personal médico toxicólogo, del Hospital Universitario San Vicente de Paul, hizo énfasis en la totalidad de la población sin clasificar, de los pacientes expuestos o no a vapores de mercurio residenciados en el corregimiento de Providencia. Este muestreo evaluó a las personas que deseaban ingresar al protocolo de investigación y cumplieran los criterios de inclusión y exclusión. El tamaño de la muestra fue de 38 pacientes y como se afirmó anteriormente de forma aleatorio, que cumplieran con los parámetros de inclusión, como presentar dentro del rango de edades de mayores de 18 y menores de 60 años, y que den su consentimiento informado. No fueron tenidos en cuenta los pacientes que toman medicamentos de manera rutinaria para otros padecimientos, embarazadas lactantes, menores de edad, incapacidad de decidir y personas que no pudieran garantizar el procedimiento de toma de muestra de orina de 24 horas.

7.4.2 Plan de Recolección de la Información

Todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión y que firmaron y aceptaron el consentimiento, se les realizó una historia clínica completa. Se recolectaron una muestra de orina 24 horas, en un día, la cual se recolectó en recipientes plástico previamente lavado con ácido nítrico al 10 %, suministrados por el laboratorio y se les midió el volumen urinario, a la cual se le extrajo una alícuota que fue transportada refrigerada, destinada a su análisis en el laboratorio.

La información obtenida fue recolectada en un formulario que se llevara de manera individual para cada paciente.



Para facilitar el proceso de captación de los pacientes, se realizó una reunión informativa y comunicación escrita del municipio de San Roque y del hospital local

7.4.3 Método de Análisis de Mercurio en Muestras Biológicas (Determinación de Mercurio en Orina de 24 Horas)

Las muestras recolectadas fueron procesadas en el laboratorio del departamento de farmacología y toxicología de la facultad de medicina en la universidad de Antioquia en donde se realizó el análisis por medio espectrofotometría de absorción atómica con vapor frío método estandarizado y aceptado mundialmente para el análisis del mercurio.

Para procesar las muestras se hace una digestión fuerte de estas con ácidos, el mercurio es liberado por reducción y los vapores son arrastrados por una corriente de aire hasta una celda colocada en el paso de un haz luminoso producido por una lámpara de mercurio. La concentración es proporcional a la absorbancia obtenida. Los resultados se expresan en microgramos por litro.

7.4.4 Control de Sesgos

Para lograr resultados mucho más precisos y confiables, el laboratorio tuvo en cuenta varios aspectos, con el fin de controlar los sesgos de medición y análisis. Los sesgos se manejaron de la siguiente manera:

- Sesgo de la información del instrumento; todos los exámenes complementarios fueron realizados en el laboratorio de toxicología de la facultad de medicina de la Universidad de Antioquia.
- Los análisis de concentraciones urinarias de mercurio, fueron realizados por la misma persona de laboratorio, según el método mencionado, previamente estandarizado.
- Sesgo en las observaciones; la elaboración de la historia clínica y los formatos de cada paciente, fueron realizados por un médico.
- Sesgo en la selección; la selección de los pacientes intoxicados fue hecha de manera aleatoria.

7.4.5 Análisis de Resultados

La evaluación de los resultados entregados por el laboratorio, consistirá en un análisis gráfico descriptivo, a partir del un valor de referencia de niveles de mercurio en orina en población no expuesta, menor de 35 microgramos por litro.

8. RESULTADOS Y DISCUSIONES GENERALES

8.1 INCIDENCIA DEL MERCURIO EN EL MEDIO ACUÁTICO

El análisis del mercurio en la columna de agua, comprende inicialmente la presentación de los resultados y la comparación con los criterios de calidad según la normatividad vigente. En los **Anexos 1 y 2**, se indican los resultados obtenidos de mercurio para los cuerpos de agua superficiales ubicados en el sector Gramalote, potencialmente influenciados por las actividades de minería tradicional desarrollada en la zona.

Estos resultados son comparados con los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico de acuerdo con el uso del recurso, según lo estipulado en la legislación ambiental vigente (Decreto 1594 del 26 de junio de 1984). Es importante mencionar que las muestras analizadas son tomadas directamente del medio natural, por lo que se denominan aguas crudas; por lo tanto, no se tendrá en cuenta los niveles máximos permisibles de acuerdo a los criterios de calidad de agua para potabilización, estipulados en la Resolución 2115 del 4 de julio de 2007, emitida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), por lo que esta norma asume un tratamiento previo de las aguas antes de su consumo; por lo tanto, si las concentraciones registradas en estos cuerpos de agua sobrepasan el límite máximo permisible estipulado en la Resolución 2115/07, no se puede determinar por ello algún nivel de contaminación en estos cuerpos de agua, ya que muchas fuentes hídricas en su estado natural, presentan valores que pueden ser más altos que los niveles aptos para su potabilización.

Es elemental para determinar los criterios de calidad del agua, conocer la actividad desarrollada en el área y el uso que se le da al recurso hídrico. La zona se caracteriza por una intensa actividad de la pequeña minera para la extracción del oro, donde las principales formas de organización y explotación son el Barequeo y Matraqueo, basado en la minería artesanal de aluvión, en donde se recoge el oro por gravedad empleando una batea o un cajón; así mismo se observa la minería con motobombas (monitoreo) y dragas, movilizándolo el sedimento, bien sea por descapote, con chorro de agua a presión (motobombas), o succionando directamente del lecho del río (dragas) y por último la minería de molinos y entables para el beneficio del oro de veta y/o aluvión, donde es removido el material para ser transportado a los sitios donde están localizadas las pequeñas plantas de beneficio y transformación, para llevar a cabo la extracción del mineral por medio de la utilización de grandes concentrados de mercurio y/o cianuro, que posteriormente son vertidos directamente a las fuentes hídricas de la zona (González Alonso, 1998) esta actividad en una de las fuentes de la economía más importantes en la zona (Alcaldía San Roque, 2004).

Así mismo la zona se caracteriza por ostentar tierras destinadas a la ganadería extensiva con la consiguiente destrucción del bosque natural. A actividades agropecuarias, fundamentadas básicamente en el desarrollo de cultivos de caña de azúcar y pancoger; donde se observan molinos utilizados en la extracción del néctar de la caña, para la elaboración de la panela, la cual es una fuente económica importante en la zona (Alcaldía San Roque, 2004)



En la **Tabla 8-1**, se presentan los resultados de las concentraciones de mercurio registradas en las muestras de agua colectadas en las estaciones de monitoreo dispuestas en las fuentes hídricas más relevantes de la zona de interés. (Programa de Monitoreo de Aguas, desarrollado durante la exploración minera adelantada por la compañía B2GOLD en el sector de Gramalote) (**Anexo 1**).

Tabla 8-1: Resultados de mercurio registrado en las muestras de aguas superficiales, colectadas en los cuerpos hídricos ubicados en el área de influencia del sector Gramalote durante los monitoreos realizados en el periodo 2008 – 2009 (Programa de Monitoreo de Aguas, desarrollado durante la exploración de Gramalote compañía B2GOLD).

PROGRAMA DE MONITOREO AGUAS REALIZADO POR LA COMPAÑÍA B2GOLD 2008 - 2009							
FUENTE	Cód. Estación	Unidad	ago-08	nov-08	mar-09	jun-09	
Rio Nus	Aguas Arriba desembocadura Quebrada La Bella	G100	mg/L Hg	0,000682	0,0013	< 0,000488	< 0,000488
	Aguas Arriba desembocadura Quebrada El Topacio	G101	mg/L Hg	< 0,000488	0,00185	< 0,000488	< 0,000488
	Aguas Arriba desembocadura Quebrada Guacas	G102	mg/L Hg	0,00093	0,00309	< 0,000488	< 0,000488
	Aguas Arriba desembocadura Quebrada La Colorada	G103	mg/L Hg	< 0,000488	0,00393	< 0,000488	< 0,000488
Quebrada San Antonio	Parte alta Qda. San Antonio	G500	mg/L Hg	< 0,000488	0,00223	< 0,000488	< 0,000488
	Parte baja Qda. San Antonio	G501	mg/L Hg	< 0,000488	0,00175	< 0,000488	< 0,000488
Quebrada Guacas	Parte alta Qda. Guacas	G600	mg/L Hg	< 0,000488	0,00189	< 0,000488	< 0,000488
	Parte baja Qda. Guacas	G601	mg/L Hg	< 0,000488	0,00189	< 0,000488	< 0,000488
Quebrada La Colorada	Parte alta Qda La Colorada	G700	mg/L Hg	0,001197	0,00149	< 0,000488	< 0,000488
	Parte media Qda La Colorada	G701	mg/L Hg	0,00364	0,00826	0,00825	< 0,000488
Quebrada El Balzal	Parte alta Qda El Balzal	G800	mg/L Hg	0,001766	0,00673	0,0229	< 0,000488
	Parte baja Qda El Balzal	G801	mg/L Hg	0,00223	0,0117	0,00221	< 0,000488
	Confluencia Quebradas Colorada-Balzal	G802	mg/L Hg	0,001354	0,0202	0,0177	< 0,000488
Drenaje Tanque de Captación Gramalote	Tanque de captación Campamento Gramalote	G900	mg/L Hg	< 0,000488	< 0,000488	< 0,000488	< 0,000488

En la **Tabla 8-2**, se presentan los resultados de las concentraciones de mercurio registradas en las muestras de agua colectadas aguas abajo de los puntos de descarga de los principales entable mineros de la zona de interés. (Monitoreo de Pasivos Ambientales, desarrollado por la compañía B2GOLD) (**Anexo 2**).



Tabla 8-2: Resultados de mercurio registrado en las muestras de aguas superficiales, colectadas en los cuerpos hídricos ubicados en el área de influencia minera en el sector Gramalote durante el monitoreo realizado en el 2009 (Programa de Monitoreo de Pasivos Ambientales, desarrollado por la compañía B2GOLD).

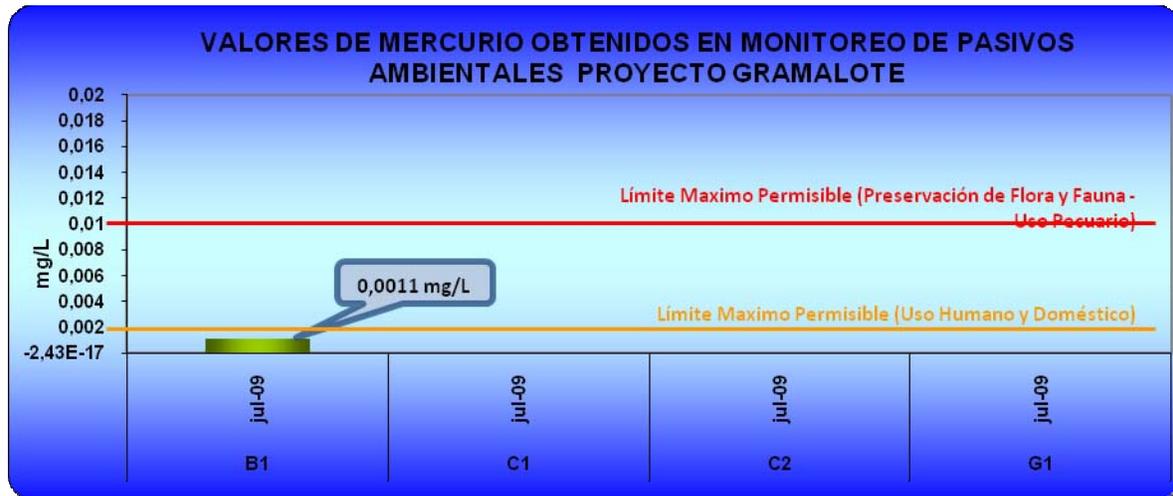
PROGRAMA DE MONITOREO PASIVOS AMBIENTALES REALIZADO POR LA COMPAÑÍA B2GOLD - 2009				
FUENTE		Cód. Estación	Unidad	Julio
Quebrada El Balzal	Quebrada El Balzal, Aguas Abajo Entable Sr. Gabriel Silva (Los Valencia).	B1	mg/L Hg	0,0011
Quebrada La Colorada	Quebrada La Colorada, Aguas Abajo Entable Sr. Hernando Pulgarin.	C1	mg/L Hg	< 0,000245
	Quebrada La Colorada, Aguas Abajo Entable Sr. Víctor Castaño.	C2	mg/L Hg	< 0,000245
Drenaje NN, sector La Cascada	Drenaje NN Aguas Abajo Entable Sr. Delio Espinosa.	G1	mg/L Hg	< 0,000245

El mercurio es un metal traza que se encuentra en la litosfera fundamentalmente como sulfuros y en algunas minas bajo forma elemental como líquido. Este metal accede al medio hídrico a través de emisiones volcánicas y sobre todo ligado a efluentes residuales procedentes de la producción de cemento, quema de combustibles, fabricación de baterías, así como la producción de hidróxido sódico y cloro; además algunos pesticidas que contienen mercurio en sus formulaciones. Varias formas de mercurio ocurren naturalmente en el ambiente. Algunos microorganismos (bacterias y hongos) y procesos naturales pueden transformar al mercurio en el ambiente de una forma a otra. El compuesto de mercurio orgánico más común que generan los microorganismos y los procesos naturales a partir de otras formas es el metilmercurio. Los niveles de Hg en aguas no contaminadas no suelen superar el microgramo por litro, sin embargo, estos niveles pueden incrementarse notablemente en aguas contaminadas.

Cabe destacar que en la mayoría de los cuerpos de agua monitoreados, tanto en el Programa de Monitoreo de Aguas superficiales 2008-2009 y el Programa de Monitoreo Pasivos Ambientales 2009 realizados por la Compañía B2GOLD, se observaron concentraciones que están por debajo del límite de detección de la técnica analítica utilizada y son valores relativamente bajos; cabe aclarar que en algunas estaciones de monitoreo específicas (Quebradas La Colorada y El Balzal) se registraron niveles un poco más elevados. No obstante, así los niveles se encuentren en algunos sitios bajos y en otros altos, el menor registro o la sola figuración de algunas trazas de mercurio, demuestra que hay presencia de este metal en las fuentes hídricas del área influenciadas por la actividad minera desarrollada en la zona, ya que debido a que el mercurio por su densidad se deposita en el fondo de los cuerpos de agua, muchas veces cuando no se presenta resuspensión durante la toma de las muestras, puede que no se registren concentraciones altas, sin embargo la sola presencia de este ion en algunas muestras indican la incidencia de este metal en la columna de agua.

Los resultados de los muestreos de agua para el Programa de Monitoreo de Pasivos Ambientales, en estas mismas fuentes no arrojaron valores en tres de las cuatro estaciones de monitoreo, según el límite de detección del método utilizado. El único valor registrado se ubicó en la estación B1 (quebrada El Balzal aguas abajo del entable del señor Gabriel Silva (Los Valencia)); lo anterior

tendría explicación de acuerdo a las condiciones en las cuales se desarrollo el muestreo, se puede presumir que en las estaciones C1, C2, G3 (quebrada La Colorada aguas abajo del entable del señor Hernando Pulgarín; quebrada La Colorada aguas abajo del entable del señor. Víctor Castaño y el drenaje NN aguas abajo del entable del señor Delio Espinosa, respectivamente), en el momento de la colecta de la muestra no se presentaban fenómenos de resuspensión, entre otros factores como vertimientos, condiciones climáticas o alteraciones de la corriente (**Gráfica 8-1**).

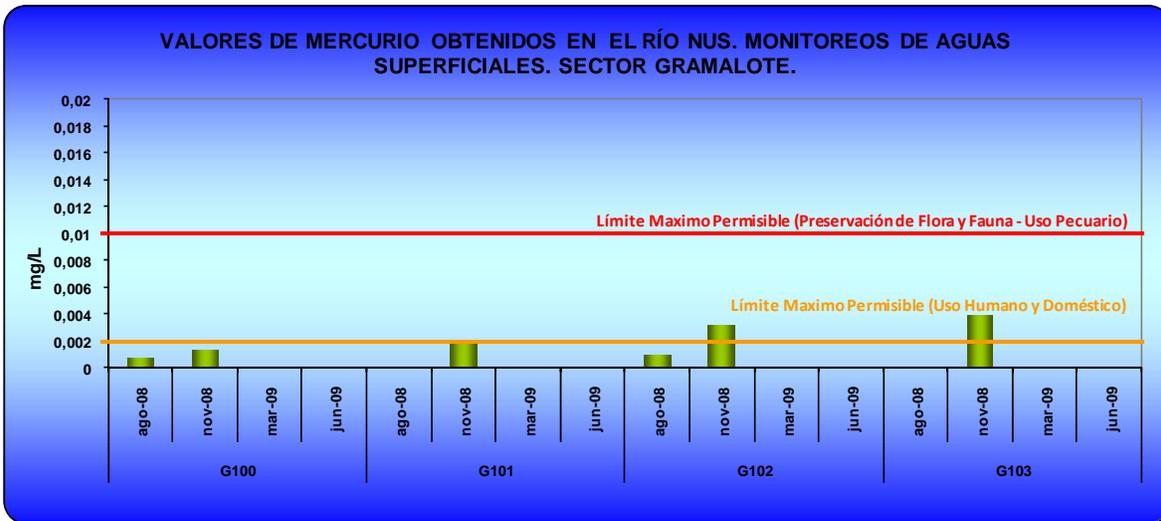


Gráfica 8-1: Valores de mercurio registrados en el monitoreo realizado en julio de 2009, durante el Programa de Pasivos Ambientales desarrollado por la compañía B2GOLD.

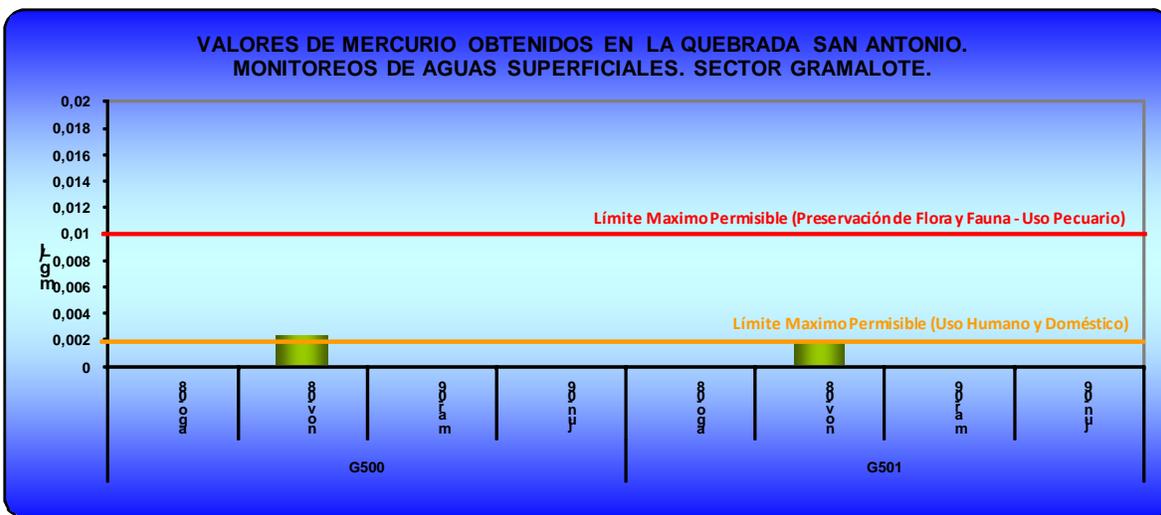
A continuación se presentan los resultados de mercurio reportados durante los monitoreos desarrollado en el marco del Programa de Monitoreo de Aguas para el proyecto Gramalote, desarrollado por la compañía B2GOLD, durante el segundo semestre del año 2008 y el primero de 2009, en las corrientes hídricas ubicadas en el sector de Gramalote.

En el río Nus de manera general se observa que durante el monitoreo desarrollado en el mes de noviembre de 2008, se presenta un leve incremento en las concentraciones de este ion en el agua, posiblemente debido al comportamiento climatológico presentado durante este periodo; se registran valores que superan el límite máximo para el uso humano y domestico en los sitios de muestreo ubicados en inmediaciones de las desembocaduras de la quebrada guacas y el rio Nus (G102 y G103); lo que se presume es que el mercurio que se encuentra acumulado en el fondo de las quebradas es resuspendido (**Gráfica 8-2**).

En la quebrada San Antonio de igual forma que en el río Nus, se observa un leve incremento en las concentraciones de Hg en el agua justo en los resultados de los monitoreos realizados en el mes de noviembre del 2008, lo que reafirma que el comportamiento climatológico tuvo una fuerte incidencia en los resultados de estos monitoreos (fenómeno de resuspensión); En la quebrada San Antonio se registran valores que superan levemente el límite máximo para el uso humano y domestico particularmente estación localizada aguas arriba de este cuerpo de agua (G500) (**Gráfica 8-3**).

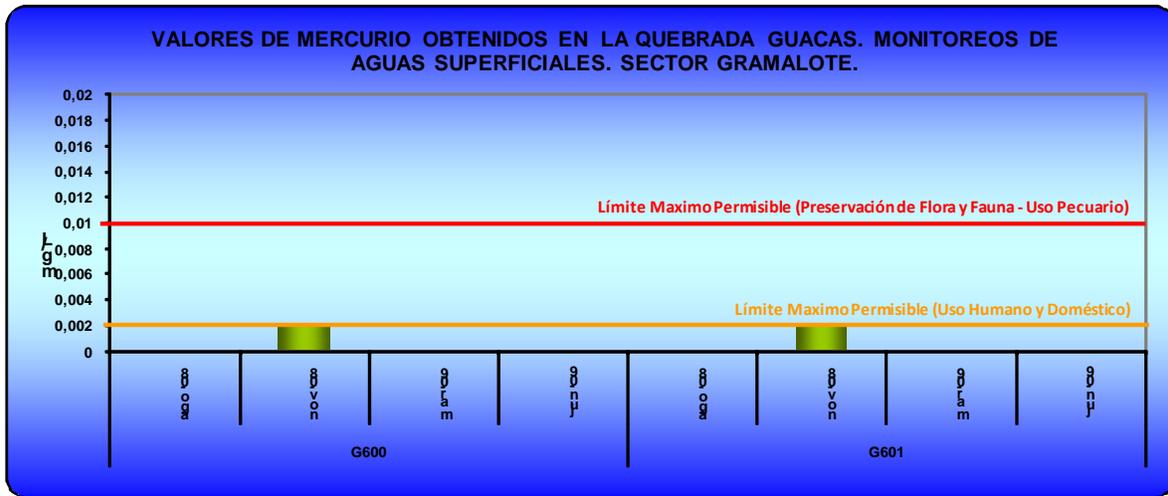


Gráfica 8-2: Valores de mercurio en el aguas reportados para el río Nus, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD.



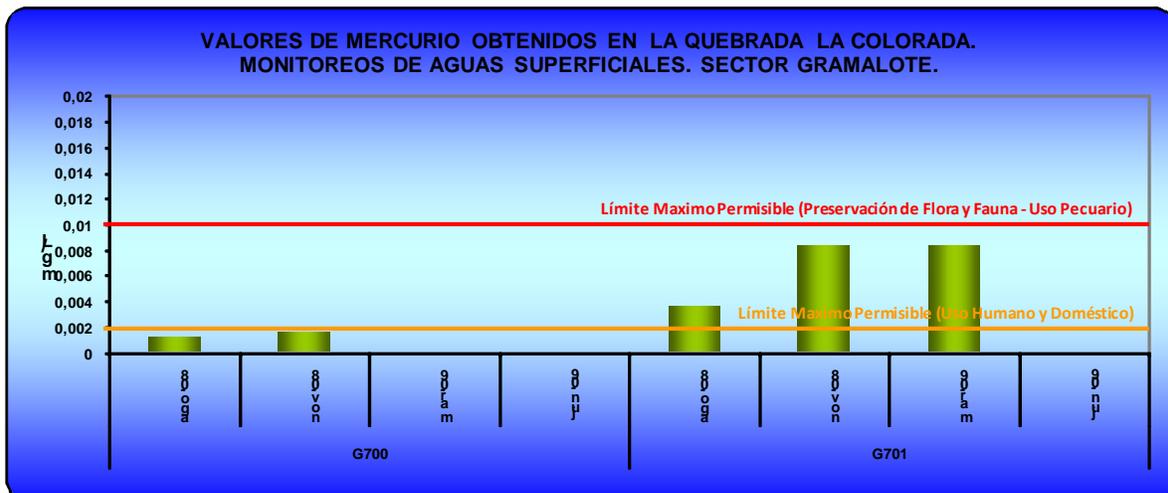
Gráfica 8-3: Valores de mercurio en el aguas reportados para la quebrada San Antonio, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD.

La quebrada Guacas por su lado es uno de los drenajes más importantes de la zona, las estaciones de monitoreo (G600 y G601) ubicadas en esta no registraron valores; el mercurio se encontró en cantidades poco representativas con valores que están por debajo de 0,002 mg/L, que no superan el límite máximo para el uso humano y domestico, de acuerdo al Decreto 1594/84, estos valores se registran en el mes de noviembre del 2008; valores que tienen explicación gracias a la caudalosa quebrada Guacas que sirve de medio disolvente y por otra parte a las pequeñas cantidades de Hg que logran sedimentarse para posteriormente ser resuspendidas por efecto de las lluvias que se registran en esta época del año (**Gráfica 8-4**).



Gráfica 8-4: Valores de mercurio en las aguas reportados para la quebrada Guacas, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD.

La quebrada La Colorada es uno de los más importantes drenajes del sector pues circunda la mayor parte de los entables mineros de la zona Gramalote, esta se constituye en un pequeño nacimiento el cual se ve enriquecido por cada uno de las descargas y/o vertimientos de los entables mineros que a su vez traen el agua para el uso industrial de la quebrada Guacas. En la Quebrada la Colorada se presentaron algunos de los valores más altos registrados en los monitoreos realizados en la zona, (0,0035; 0,008 y 0,0081 mg/L); los cuales superan el límite máximo para el uso humano y domésticos (Decreto 1494/84), estos se registran en los meses de agosto y noviembre del 2008 y marzo del 2009; lo anterior tendría explicación ya que la quebrada La Colorada es el drenaje receptor de los vertimientos mineros y por tal motivo se asume que hay una mayor concentración de mercurio en la columna de agua, por otra parte el Hg acumulado en el fondo del lecho es resuspendido con gran facilidad por la actividad que se desarrolla en la zona (Gráfica 8-5).



Gráfica 8-5: Valores de mercurio en las aguas reportados para la quebrada La Colorada, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD.

En general las estaciones ubicadas aguas abajo de la influencia de los entables mineros se observan las concentraciones más elevadas de mercurio, atribuido directamente a la minería desarrollada en la región, ya que en estos entables no se realiza un tratamiento previo de las aguas antes de ser vertidas a estas corrientes hídricas. Pero es de resaltar que aguas arriba de estos entables se observaron concentraciones de mercurio, también atribuido a la actividad minera, debido a que todo el sector de El Retiro se observa influencia de esta actividad.

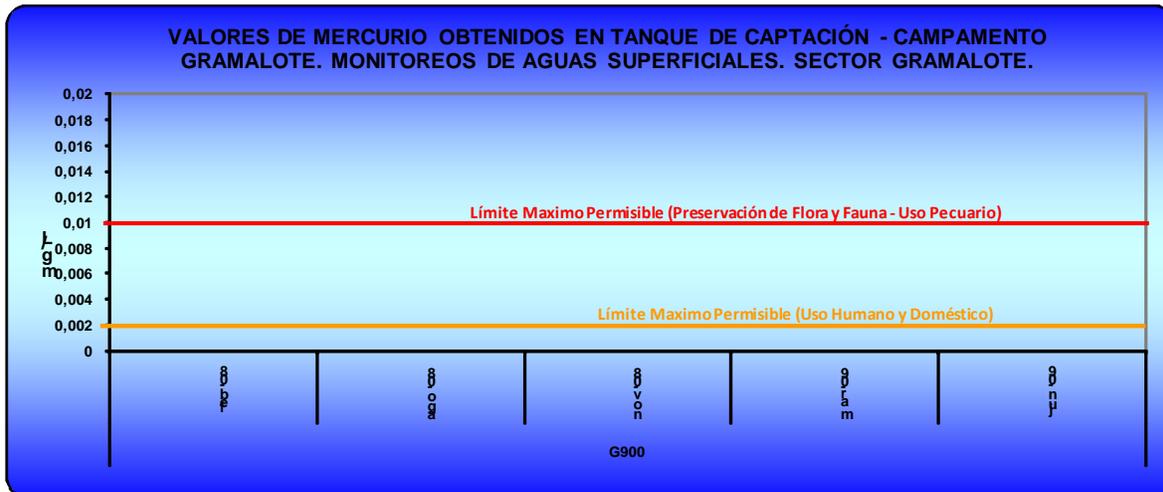
La quebrada El Balzal es otro de los importantes drenajes del sector, el cual bordea el sector oriental de la zona minera Gramalote, en esta tiene lugar una gran parte de la actividad minera, existen varios entables y frentes de explotación; El Balzal al igual que la quebrada La Colorada sirve de drenaje receptor de los vertimientos mineros; además este drenaje resulta intervenido constantemente por los mineros y cañicultores quienes transitan constantemente por este.

El Balzal es el drenaje que registra los valores más altos de mercurio en inmediaciones del entable del señor Valencia (G800) ubicado aguas arriba de la zona de mayor influencia minera, se presentan niveles altos, debido al paso de caballos o mulas que transportan caña al trapiche ubicado en este sector, las cuales remueven los sedimentos al pasar por este sitio, resuspendiendo el mercurio depositado en el fondo de este cuerpo de agua. Entre tanto, en las estaciones (G801 y G802), esta última zona de confluencia de la quebrada la colorada con la quebrada El Balzal los registros están en 0,011; 0,017; 0,0202 y 0,0229 mg/L, valores que superan ampliamente el límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna y uso pecuario (Decreto 1494/84) con lo cual se puede afirmar que este drenaje posee la incidencia de mercurio más elevada en cuanto a valores se refiere, lo que tendría explicación en la presencia de un gran entable en donde se manipula gran cantidad de mercurio el cual es vertido a esta quebrada sin ningún tratamiento previo, además del constante tráfico sobre el mismo drenaje y el desarrollo de la actividad minera en general (**Gráfica 8-6**).



Gráfica 8-6: Valores de mercurio en el aguas reportados para la quebrada El Balzal, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD.

En todos las estaciones de monitoreo se registraron concentraciones de este ion en el agua, excluyendo la ubicada en el afluente donde se localiza el tanque de captación para el campamento de la compañía B2GOLD (G900), que fue la única en donde se encontraron niveles de este ion en cantidades imperceptibles para su análisis según la técnica utilizada ($< 0,000488 \text{ mg/L}$ ó $< 0,488 \text{ } \mu\text{g/L}$) (**Gráfica 8-7**).



Gráfica 8-7: Valores de mercurio en el aguas reportados para el drenaje donde se ubica el tanque de captación de agua para el proyecto Gramalote, durante el Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales desarrollado por la compañía B2GOLD.

El mercurio en el agua, presenta una distribución temporal, donde las mayores concentraciones se registraron en la época de lluvia y las menores en la época secas. Lo anterior puede ser explicado bajo la base de que el mercurio se encuentra asociado principalmente a la materia particulada suspendida en los cuerpos de agua, la cual es mantenida en la columna de agua mediante procesos de la corriente, ocasionados por la condiciones climatológicas, procesos de resuspensión ocasionado principalmente por efecto de las lluvias (Roses *et al.*, 1975; Förstner y Wittmann, 1981; Mantoura, 1981; Wallace *et al.*, 1982)

En algunas estaciones como las ubicadas en la partes bajas de las quebradas como es el caso del Balzal (G801 y G802) y La Colorada, se presentaron los niveles más elevados de este ion en el agua, los cuales se encuentran por encima de los límites permisibles para la preservación de la flora y fauna y para su uso en actividades pecuarias (Decreto 1594/84), atribuidos principalmente al desarrollo de la pequeña minería en la región, probablemente debido a que las formas de mercurio cuando entran a los cuerpos de agua se depositan en el fondo, en donde puede permanecer durante mucho tiempo.

En términos generales la mayoría de valores encontrados sobre las columnas de agua del sector no son significativos exceptuando casos puntuales como los resultados obtenidos en las estaciones ubicadas en las quebradas La Colorada y El Balzal, en donde se registraron valores un poco más elevados. No obstante así los niveles se encuentren en algunos sitios bajos, esto demuestra que existe incidencia del mercurio en las fuentes hídricas del área, pues como se sabe el agua es un

gran agente disolvente y el mercurio es un metal demasiado denso lo que nos ofrece un corto tiempo de exposición sobre la columna de agua. Por tal motivo se podría afirmar que La incidencia del mercurio en el agua del sector Gramalote está fundamentada por las bajas concentraciones registradas.

8.2 INICIDENCIA DEL MERCURIO EN EL SUELO

Las condiciones del suelo generalmente son favorables a la formación de compuestos inorgánicos y orgánicos, que forman complejos con aniones orgánicos. El comportamiento complejante controla en gran medida la movilidad del mercurio en el suelo. Gran parte del mercurio que se encuentra en el suelo está unido a la masa de materia orgánica y puede ser lixiviado por la escorrentía sólo cuando se encuentra unido a humus o suelo en suspensión.

Por esas razones, el mercurio tiene un largo tiempo de permanencia en el suelo y, por lo tanto, el mercurio acumulado en el suelo se puede seguir liberando a las aguas de superficie y otros medios durante largos períodos de tiempo, posiblemente cientos de años (Pirrone *et al.*, 2001).

Como se menciona anteriormente, debido a que no existe una normatividad para Colombia, con respecto a los límites máximos permisibles de mercurio en los suelos y/o sedimentos, se definió un límite natural del mercurio en la corteza terrestre, basado en algunas teorías, donde se establecieron rangos de concentración de este ion para el suelo con el fin de determinar el grado de incidencia de este metal en el sector Gramalote. En la **Tabla 8-3**, se exponen los rangos establecidos dentro de los que se destaca Limite Natural para suelos, roca y sedimento (0,05 ppm - 0,1 ppm); con estos límites se pretende establecer la variabilidad en detalle de las concentraciones de mercurio en el sector Gramalote (**Tabla 8-3**).

Tabla 8-3: Límite natural de mercurio en roca, suelo y sedimento.

TIPO DE MUESTRA	RANGO PARA MERCURIO	
	LIMITE NATURAL	RANGO (ppm)
ROCA, SUELO, SEDIMENTO	< LN	0 - 0.05
	LN	0.05 - 0.1
	>LN	0.1 - 0.99

Los sedimentos representan un verdadero registro histórico de la contaminación a través de la determinación de la concentración de mercurio en las diferentes capas de los perfiles.

Las características biológicas y fisicoquímicas de los sedimentos provocan no solamente la mineralización y acumulación del mercurio y los procesos de intercambio químico en la interface agua sedimento si no también puede provocar la removilización del mercurio volviéndolo disponible para la cadena trófica.

Teniendo en cuenta lo anterior se tomaron muestras de sedimento que representan una mezcla y un promedio de los materiales superficiales de las corrientes de la zona, las cuales suministraron información geoquímica de validez, con la cual se hizo una estimación de la concentración, variabilidad y movilidad del mercurio en los suelos erosionados en los drenajes del sector.

En la **Tabla 8-4**, se presentan los resultados de las concentraciones de mercurio registradas en las muestras de sedimento colectadas en el muestreo geológico realizado por la compañías mineras AngloGold Ashanti y B2Gold y el Programa de Monitoreo de Pasivos Ambientales realizado por B2Gold, en las estaciones de monitoreo dispuestas en los puntos de descarga de los entables más importantes de la zona de interés (**Anexo 3**).

Tabla 8-4: Resultados muestreo de sedimentos.

MUESTREOS	CODIGO	Hg (PPM)	CARACTERISITCAS
Muestreos Geológico	2016425	0,0800	
	2056634	0,2900	
	2056635	0,8500	
	2016422	0,0200	
	2016423	0,0700	
	2016424	0,2400	
	2017551	0,2700	
	2020763	0,3100	
	2056657	0,1200	
	2020761	0,0300	
	2056654	0,2300	
	2020760	0,1200	
	14000532	0,0700	
	14000533	0,0600	
Monitoreo Pasivos Ambientales	238960	99,9	B1 (El Balzal)
	238961	18,3	C1 (El Retiro 1)
	238962	24,9	C2 (El Retiro 2)
	238963	0,25	G1 (La Cascada)

Las altas concentraciones de mercurio en la zona son originadas por causas netamente antropogénicas como lo es el beneficio minero y la actividad minera en general. Como sustento de esta afirmación se observa que las concentraciones más elevadas de mercurio en las diferentes estaciones evaluadas se encuentran en la zona con mayor actividad minera del sector (cerro Gramalote) sobre las quebradas La Colorada y El Balzal (**Tabla 8-4**); esta situación tendría explicación al establecer que los desechos mineros producto de la etapa de beneficio son vertidos directamente a estas fuentes (**Anexos 4**).

Después de analizar los resultados en general se pudo determinar que las mayores concentraciones de mercurio se encuentran en los sedimentos de las corrientes que se ven directamente influenciadas por la actividad minera desarrollada en el sector (B1, C1, C2, G1).

Las altas concentraciones del mercurio en las muestras de sedimentos de corriente indican que este metal por su gran densidad permanece muy poco tiempo sobre la columna de agua y tiende a decantarse rápidamente acumulándose en el lecho de las quebradas. EL mercurio es retenido fuertemente por la materia orgánica y los sulfuros del suelo, lo que sugiere una baja movilidad del metal pesado.

El mercurio tiende a adherirse a partículas finas cuyos procesos de transporte están asociados principalmente a la transferencia física de este tipo de partículas suspendidas en el agua, las cuales son diseminadas a lo largo y ancho del lecho.

Al observar la dinámica del agua de cada uno de los drenajes que circundan los molinos o entables, se presume que el transporte de las partículas finas que contienen el Hg está controlado por la erosión producida durante las lluvias entre otros eventos, situación que nos permite explicar el porqué en la diferencia de los resultados obtenidos entre el muestreo geológico y el muestreo de pasivos ambientales cuya respuesta estaría orientada a la ubicación de las estaciones (Pasivos Ambientales: justo en los puntos de descarga de las labores mineras más importante).

En conclusión las mayores concentraciones de mercurio en sedimentos se registran en los sitios localizados aguas abajo de la influencia de los entables mineros, debido a los vertimientos de las aguas con mercurio sin ningún tratamiento previo a las corrientes de la zona, debido a esto las concentraciones de Hg superan ampliamente el límite natural establecido para este estudio, ingresando en el rango de las zonas altamente contaminadas; posteriormente se presume que aquellas partículas finas con niveles más bajos de mercurio son arrastradas por la dinámica natural de los drenajes diseminándolas a lo largo y ancho de su cauce (**Tabla 8-5**).

Tabla 8-5: Concentración de mercurio en sedimento.

TIPO DE MUESTRA	RANGO PARA MERCURIO			
	LIMITE NATURAL	RANGO (ppm)	Numero de Muestras	% MUESTRA
SEDIMENTO	< LN	0 – 0,05	4	25
	LN	0,05 – 0,1	4	25
	>LN	0,1 – 0,99	8	50
TOTAL			16	100

Los sedimentos de la corriente de agua representan un receptáculo de las sustancias en el ambiente. En el caso de la contaminación por mercurio en sistemas acuáticos la casi totalidad del mercurio aproximadamente el 98 % se encuentra en los sedimentos de la corriente, mientras que en peces invertebrados y plantas acumulan solamente el 2 % del mercurio total que contamina el ambiente acuático (Pessoa Silva, 1995)

Para determinar la incidencia de mercurio en los suelos del sector Gramalote, también se tuvo en cuenta los muestreos geológicos de suelo y roca realizados por las compañías mineras AngloGold Ashanti y B2Gold, los cuales fueron desarrollados entre los años 2004 – 2009. En estos se puede observar que los suelos del sector Gramalote poseen valores bajos en cuanto a concentración de mercurio se refiere en roca y suelos; las concentraciones más significativas se encuentran asociados a procesos de sedimentación y a las capas de materia orgánica que aunque escasas y degradadas todavía existen en la zona (**Anexo 4**).

En la **Tabla 8-6**, se presentan los resultados de las concentraciones de mercurio registradas en las muestras de suelo y roca colectadas en el muestreo geológico realizado en la zona de interés del estudio (Programa de Exploración Minero).

Tabla 8-6. Concentración de mercurio en suelo y roca.

TIPO DE MUESTRA	RANGO PARA MERCURIO			
	LIMITE NATURAL	RANGO (ppm)	Numero de Muestras	% MUESTRA
ROCA	< LN	0 - 0.05	2469	96
	LN	0.05 - 0.1	62	2,41
	>LN	0.1 - 0.99	41	1,59
TOTAL			2572	100
SUELO	< LN	0 - 0.05	1365	76,09
	LN	0.05 - 0.1	359	20,01
	>LN	0.1 - 0.99	70	3,9
TOTAL			1794	100

De acuerdo a los rangos establecido para el mercurio en suelos se puede determinar que en el caso de Gramalote, el valor promedio en las muestras de suelo y roca (en superficie) está alrededor de 0,04 ppm, más bajo que el valor promedio asignado para la corteza terrestre (0,05 ppm). Sin embargo, puede encontrarse muy concentrado en algunos sectores, como se puede observar en la **Tabla 8-6** para los valores de roca (41 muestras > Límite Natural) y suelo (70 muestras > Límite Natural) esto tendría explicación debido a que el mercurio es geoquímicamente incompatible (no se mezcla con facilidad) con la mayoría de los elementos que constituyen la corteza; este podría acumularse en varios puntos por diversos factores sin llegar a mezclarse.

Para la discusión se tomo otra información como lo son las muestras de núcleo de perforación registradas en la etapa de exploración minera realizadas por las compañías anteriormente mencionadas, en donde los primeros metros tienen valores erráticos que se encuentran en promedio en el rango de los 0,05 ppm (límite natural corteza terrestre). Luego, en profundidad, estos valores decrecen totalmente, siendo el promedio por debajo de los 0,01 ppm (concentración por debajo del límite de detección de la técnica analítica utilizada). Lo que permite establecer que



el mercurio encontrado en la zona se encuentra asociado a las capas superficiales como producto de un proceso de sedimentación.

De acuerdo a lo anteriormente analizado, se puede afirmar que la zona evaluada del sector Gramalote no existe ninguna anomalía de mercurio conocida, situación que descarta el factor natural como el origen de la contaminación por Hg en la zona.

Como se mencionó anteriormente las concentraciones más elevadas se registran en los sedimentos los cuales en un 50% superan el límite establecido, dando sustento a la teoría de que la incidencia de mercurio en el medio terrestre tiene origen en las fuentes antropogénicas (actividad minera en general).

8.3 BIOACUMULACION

Después de realizar la revisión bibliográfica y de analizar los resultados se seleccionaron los siguientes estudios los cuales servirán como soporte comparativo del proceso de bioacumulación en el sector Gramalote.

1. “Efectos Tóxicos de la Exposición Aguda de *Prochilodus magdalenae*, a Cloruro de Mercurio” realizado por Jaime Palacio, Néstor Jaime Aguirre Y Janeth Barrera.
2. Genotoxicidad del Cloruro de Mercurio en Dos Especies Ícticas (*Prochilodus magdalenae* (Bocachico) y *Oreochromis Sp.* (Tilapia))” realizado por Mercedes Peñaloza, Mauricio Camargo y Jaime Palacio, de la Universidad de Antioquia.
3. “Programa de Desarrollo Sostenible de la Región de La Mojana” realizado por Jesús Tadeo en el área de Toxicología Ambiental.
4. “Contaminación por Mercurio” realizado por Regine Maury Brachet (LEESA-Université Bordeaux I/CESAC-Université Toulouse III (AIEA Monaco)), y publicado en la Revista Mundo Científico N° 242, de Barcelona (España).

Dentro del presente estudio se realizó una clasificación de la información obtenida por universo y por región.

8.3.1 Universo

Los resultados de Regine Maury Brachet, en 1999 en la Universidad de BURDEOS (Paris – Francia), demuestran por ejemplo que la especie *Hoplias aimara*, un pez carnívoro/piscívoro sedentario y abundante en los cursos de agua de Guayana Francesa (Sur América), concentra en sus músculos hasta cincuenta millones de veces más de metilmercurio que el agua, más del triple del máximo contemplado por las normas internacionales vigentes para la concentración de mercurio en peces, y estas varían según los países, como por ejemplo:

- 0,5 µg/g (peso fresco), en los continentes Norte y sudamericanos.
- 1,0 µg/g en Francia para las especies carnívoras.



En Estados Unidos, el Safety Limit (límite de seguridad) fue reducido a 0,3 µg/g en enero de 2001. Según un estudio realizado en 1994, por la Red Nacional Francesa de Sanidad Pública y del Inerm, reveló que existe contaminación neurotóxica para el hombre, por causa del mercurio; este estudio se realizó en poblaciones de Amerindios de La Guayana Francesa (Sur América), las tasas de mercurio en los organismos que viven en los cursos de agua contaminadas por acción de la minería del oro, aumenta de forma sorprendente a medida que se asciende en las cadenas alimentarias. Este fenómeno se denomina “bioamplificación” y se crea a través de transferencias acumulativas entre las presas y los depredadores. Los valores medios de mercurio total (Hg Total) en organismos acuáticos medidos en el río Leblond, aguas arriba de la represa de Petit-Saut demuestra que: “las concentraciones en los músculos de los peces piscívoros son cientos de veces mayores que las que se miden en la base de la cadena alimentaria (vegetales acuáticos o terrestres) y cuatro millones de veces mayores que las concentraciones en agua” (Brachet, 1999). El metilmercurio, por su parte sólo representa el 1 % del metal presente en el agua, pero el 95 % del que se mide en los músculos de los peces piscívoros.

A continuación se presenta las concentraciones en kilogramos de materia seca (peso seco) para los organismos, y por litro de agua, en diferentes organismos vegetales y animales:

- Vegetales terrestres ribereños: 5,000 ngHg/kg
- Vegetales acuáticos: 35,000 ngHg/kg
- Invertebrados y peces herbívoros: de 25,000 a 50,000 ngHg/Kg
- Peces carnívoros: 900,000 ngHg/Kg
- Peces piscívoros: 8´000,000 ngHg/Kg MMHg: 95%
- Agua filtrada del mercurio total: 2ngHg/litro MMHg = 1% de Hg total.

8.3.2 Región

Para Colombia según un estudio realizado por la Universidad de Antioquia en el año 2002, a una especie de pescado llamado comúnmente bocachico, cuyo título es: “Efectos tóxicos de la exposición aguda de *Prochilodus magdalenae*, a cloruro de mercurio” realizado por Palacio y colaboradores en el 2003; revela que:

“Una de las causas probables de la reducción de las poblaciones de *P. magdalenae* en la cuenca del río Magdalena es el deterioro del agua por el ingreso de residuos de origen industrial y doméstico. Sin embargo aún no existen evidencias científicas que demuestren el efecto del deterioro de la calidad del agua en Colombia sobre el estado actual de las poblaciones de la especie íctica *Prochilodus magdalenae* (bocachico)” (Palacio *et al.*, 2002). El Bocachico es una variedad de pez que se consume en la zona de estudio en lo que se refiere al municipio de Puerto Berrio.

A pesar de que *P. magdalenae* es una especie muy importante desde el punto de vista ecológico y económico en Colombia, aún no se dispone de información sobre la sensibilidad de esta especie a la contaminación química de su hábitat y particularmente a la presencia de mercurio que se usó ampliamente y aún se emplea en la minería de aluvión en Colombia (Palacio *et al.*, 2002).

Las pruebas realizadas a *P. magdalenae* con cloruro mercurio arrojaron una sensibilidad intermedia sobre las especies encontradas en la literatura mundial pero lo que es más sorprendente es que el *P. magdalenae* presente mayor tolerancia que otras especies aparentemente más resistentes a condiciones de deterioro ambiental como la tilapia (*S. mossambica*), Guppy (*P. Reticulata*). Con el fin de avanzar en el conocimiento del comportamiento ecofisiológico de *P. magdalenae* la especie íctica mas importante para el consumo humano en Colombia, es necesario continuar con el estudio de los efectos contaminantes a corto y mediano plazo en los ambientes acuáticos (Palacio *et al.*, 2002).

Otros estudios realizados similares en zonas como la Mojana y su área de influencia, es decir, Sur de Bolívar y Norte de Antioquia, arrojan resultados en donde se determinan una contaminación severa con mercurio.

A continuación en las **Figuras 8-1 a la 8-3**, se presentan el ciclo del mercurio y las diferentes concentraciones de mercurio en los músculos de las especies de pescado que tiene algún grado de incidencia con el mercurio en la zona del departamento de Bolívar y parte del departamento de Sucre (Tadeo, 2002).

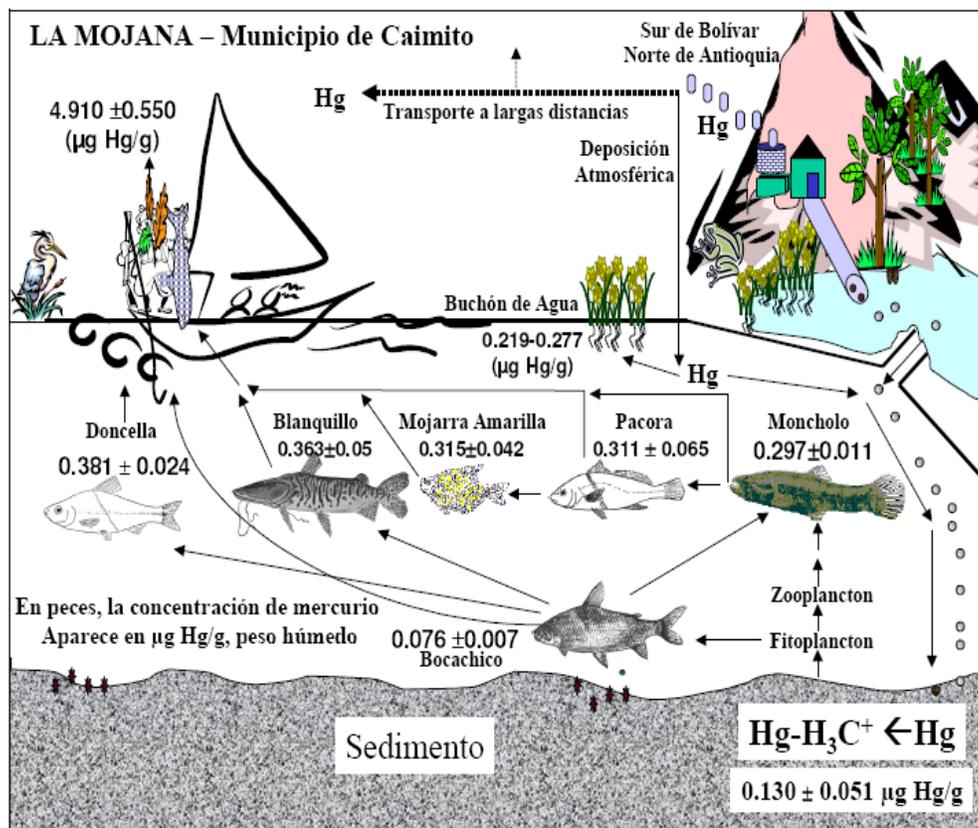


Figura 8-1: Distribución de mercurio en pescados.

Fuente: Tadeo, 2002.

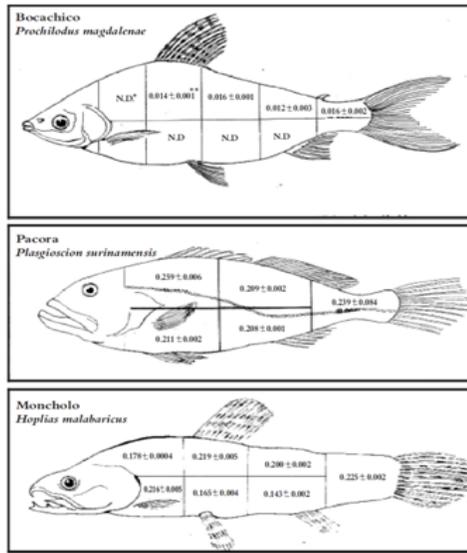


Figura 6. Niveles de mercurio ($\mu\text{g/g}$, peso húmedo) en músculo de peces de la ciénaga Mina Santa Cruz, sur de Bolívar (Colombia).
* N.D. = No Detectable. ** concentración media \pm error estándar de la media.



Figura 8-2: Niveles de mercurio ($\mu\text{g/g}$ peso húmedo) en músculos de peces de la ciénaga Mina San Cruz, Sur de Bolívar.

Fuente: Tadeo, 2002.

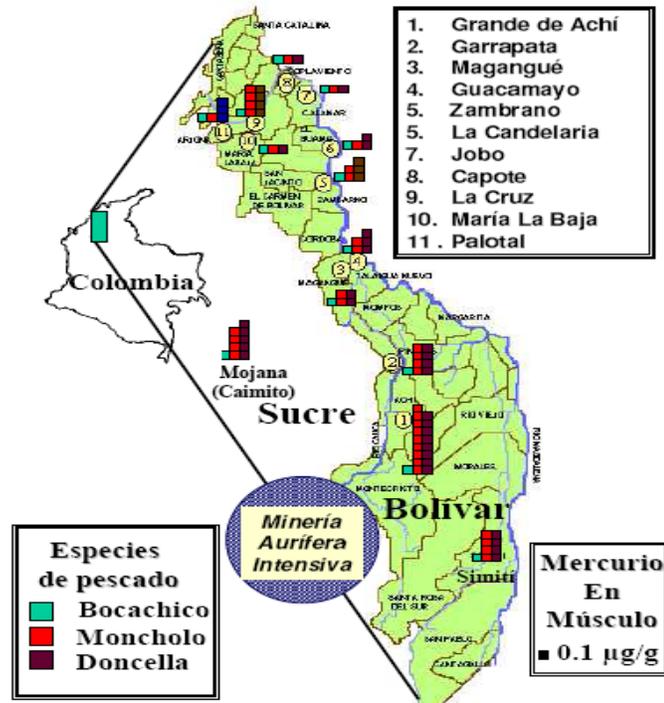


Figura 8-3. Niveles de mercurio en músculos del bajo Magdalena

Fuente: Tadeo, 2002.



Existe un riesgo toxicológico por consumo de pescado contaminado con mercurio, de acuerdo a esto la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1991) ha fijado un valor de 0,5 µg de Hg/g como contenido máximo de mercurio que deben tener los peces para consumo humano.

No obstante, la existencia de un nivel de mercurio en peces catalogado como seguro, no garantiza la inocuidad de este alimento porque la incorporación de mercurio depende tanto de la ingesta diaria de pescado como del contenido de mercurio en el mismo. En este sentido, el valor límite provisional propuesto para consumo tolerable semanal de mercurio es de 300 µg (Galal, 1993).

En la región de la Mojana, particularmente en el municipio de Caimito, el pescado de mayor consumo es el Bocachico (**Figura 8-2**), el cual de acuerdo con lo expuesto anteriormente, posee los niveles más bajos del metal entre las especies estudiadas.

En la Mojana, de acuerdo con lo anterior, el consumo de una porción diaria (100 gramos) de Bagre o Moncholo en la ciénaga Grande de Achí, resultaría en la ingesta de $100 \times 0,5 \times 7 = 350 \mu\text{g}$ de mercurio, muy por encima del límite propuesto para consumo semanal de mercurio. Cabe destacar que el bagre pintado y el blanquillo se constituye en una de las especies más consumidas entre la población del municipio de Puerto Berrío, zona cercana a sector Gramalote.

Lo expresado en el estudio realizado por Palacio y colaboradores en 2003, se soporta en los resultados obtenidos en el estudio de la Mojana en donde se reafirma que la especie de pescado cuyo consumo supone el menor riesgo de intoxicación por mercurio es el Bocachico. De otra parte, las especies con mayor riesgo incluyen el Bagre pintado, el Moncholo, el Blanquillo, la Doncella, la Mojarra amarilla y la Pacora.

Hasta la fecha no aparecen reportes en la literatura de efectos neurológicos asociados específicamente con contaminación por metilmercurio en los habitantes de la zona Gramalote. Es decir, no existen datos sobre la magnitud del impacto toxicológico en la población.

8.4 ANÁLISIS DE MERCURIO EN ORINA DE 24 HORAS, DE UNA MUESTRA SELECCIONADA DE LA POBLACIÓN DEL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, EN EL MUNICIPIO DE SAN ROQUE, ANTIOQUIA.

Los mineros y las personas que se encuentran aledañas a los quemadores inhalan constantemente vapores de mercurio, exponiéndose en algunos casos a agudo envenenamiento por mercurio. Investigaciones médicas han reportado concentraciones elevadas de mercurio en la orina de los mineros y miembros de sus familias, que a veces desembocan en verdaderos casos clínicos. Las duras condiciones de vida de los mineros (nutrición deficiente, falta de higiene, ausencia de atención médica, alto consumo de alcohol, etc.), dificultan el claro establecimiento de la relación entre el uso de mercurio y los problemas de salud. Es todavía más difícil aún que los mineros entiendan que el uso irracional de mercurio significa poner en riesgo la salud de las poblaciones asentadas en las inmediaciones del casco urbano. (Wotruba *et al.*, 2000).



Los resultados indican un ambiente laboral precario y falta de conocimiento del riesgo ecológico; los valores de mercurio en orina en la población muestreada en el corregimiento de Providencia fluctúa entre 1,15 y 850 $\mu\text{g/L}$, encontrándose pacientes que presentan valores por debajo del LDM (Limite de detección mínimo) y pacientes con valores muy por encima de dicho límite.

Los efectos de la exposición al mercurio depende de diferentes factores (edad, sexo, enfermedades asociadas, dosis, tiempo de exposición, tipo de compuesto entre otros) con el agravante que inicialmente dan manifestaciones leves y a veces imperceptibles y al realizar las pruebas analíticas ya se encuentran niveles de mercurio elevados en orina. La determinación de mercurio en orina evalúa la exposición a vapores de mercurio.

Los valores de referencia en nuestro medio, son los recomendados por el Instituto Nacional de Salud, entidad adscrita al Ministerio de la Protección Social de Colombia, en población no expuesta, expresados como Mercurio Total son:

- Mercurio en orina menor o igual a 50 $\mu\text{g/L}$ (microgramos por litro) según la Centro de Toxicología de Quebec (CTQ).

Los resultados se expresan en microgramos por litro, particularmente para el presente estudio el Hospital San Vicente de Paul, tomo un valor de referencia de nivel de mercurio en orina en población no expuesta menor de 35 microgramos por litro. En la mayoría de la población no expuesta de manera ocupacional, se encontró mercurio en orina menor a 10 $\mu\text{g/L}$.

Según Sepúlveda y colaboradores en 1997, aseguran que efectos neurológicos francos se aprecian con niveles urinarios de 100 a 200 $\mu\text{g/L}$, por lo cual es muy importante detectar cambios neurológicos y orgánicos en general desde el momento que se sobrepasan los niveles máximo permisibles en las personas expuestas a este riesgo.

Fueron un total de 38 pacientes a los que se les realizó análisis de mercurio en orina de 24 horas, resultando tres de ellos con niveles superiores a 35 $\mu\text{g/L}$ (máximo permisible para población expuesta), equivalente a un 8 % de la muestra poblacional analizada (**Tabla 8-7**).

En la **Tabla 8-7**, se presentan los resultados del análisis de mercurio en orina de 24 horas, de una muestra de 38 personas aleatoriamente seleccionadas de la población del corregimiento de Providencia, en la zona influenciada por la actividad minera del sector Gramalote (Programa de Pasivos Ambientales del sector Gramalote realizado por el Hospital Universitario San Vicente de Paul (HUSVP), en convenio con la compañía B2GOLD)

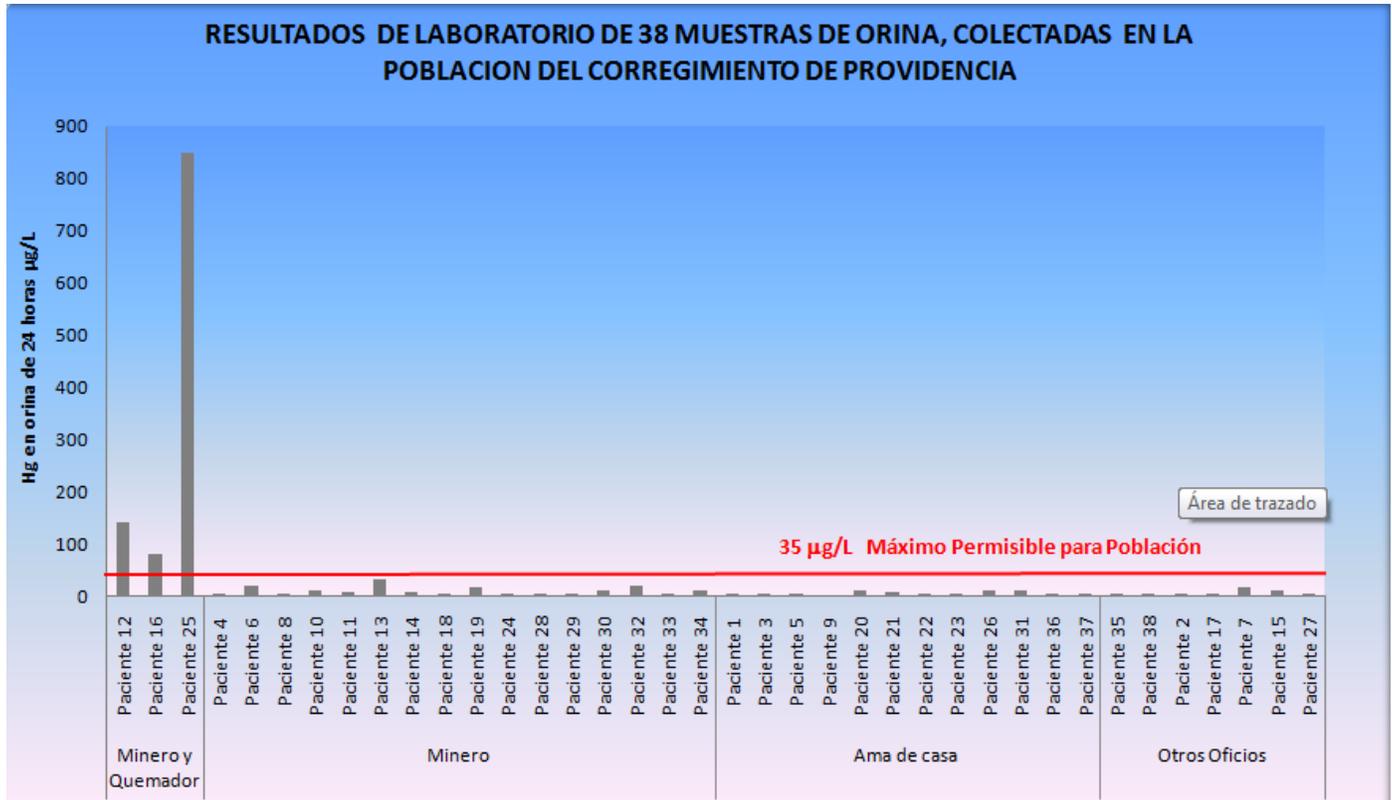
Las mayores concentraciones de mercurio en la población fueron registradas en las personas que se dedican a la minería y quema de oro (pacientes 12, 16, 25), estos registra los valores más altos de mercurio destacando el paciente 25, el cual presenta la concentración más elevada, de todas las muestras con un valor que supera ampliamente el límite máximo permisible para población expuesta (35 $\mu\text{g/L}$), lo que tendría explicación debido a la actividad que desarrollan estas personas en la cual duran varias horas manipulando grandes cantidades de mercurio y quemando estas amalgamas en sus casas, interactuando continuamente con los vapores de mercurio generado durante la quema y acumulando este metal en su organismo (**Tabla 8-8 y Grafica 8-8**).

Tabla 8-7: Niveles de concentraciones de mercurio registradas en 38 muestras de orina de 24 horas, colectadas en la población del corregimiento de Providencia (Programa de Pasivos Ambientales del sector Gramalote. HUSVP – B2GOLD).

Nº Control de Laboratorio	Identificación	Ocupación	Edad (años)	Hg en orina de 24 horas µg/L
1572	Paciente 1	Ama de casa	31	3,09
1573	Paciente 2	Estudiante	19	1,15
1574	Paciente 3	Ama de casa	48	3,1
1575	Paciente 4	Minero	49	5,2
1576	Paciente 5	Ama de casa	50	5,25
1578	Paciente 6	Minero	36	19,37
1579	Paciente 7	Oficios Varios	26	15,14
1581	Paciente 8	Minera	47	3,1
1582	Paciente 9	Ama de casa	26	Niveles No Detectados
1583	Paciente 10	Minero	39	9,03
1584	Paciente 11	Minero	36	7
1585	Paciente 12	Minero y	48	140
1586	Paciente 13	Minero	42	30,2
1588	Paciente 14	Minero	59	7
1589	Paciente 15	Vigilante	25	11,1
1590	Paciente 16	Minero y	45	81,54
1591	Paciente 17	Estudiante	19	5,2
1592	Paciente 18	Minero	45	1,15
1593	Paciente 19	Minero	57	15,14
1594	Paciente 20	Ama de casa	59	9,05
1595	Paciente 21	Ama de casa	44	7
1596	Paciente 22	Ama de casa	29	3,1
1597	Paciente 23	Ama de casa	44	3,1
1598	Paciente 24	Minero	33	5,2
1599	Paciente 25	Minero y	45	850
1600	Paciente 26	Ama de casa	37	9,03
1601	Paciente 27	Oficios Varios	23	5,2
1602	Paciente 28	Minero	32	5,2
1603	Paciente 29	Minero	45	3,1
1604	Paciente 30	Minero	34	9,03
1605	Paciente 31	Ama de casa	29	11,1
1606	Paciente 32	Minero	35	19,5
1607	Paciente 33	Minero	35	3,1
1608	Paciente 34	Minero	29	9,03
1609	Paciente 35	Comerciante	58	3,1
1610	Paciente 36	Ama de casa	43	1,2
1611	Paciente 37	Ama de casa	30	3,09
1613	Paciente 38	Comerciante	56	5,2

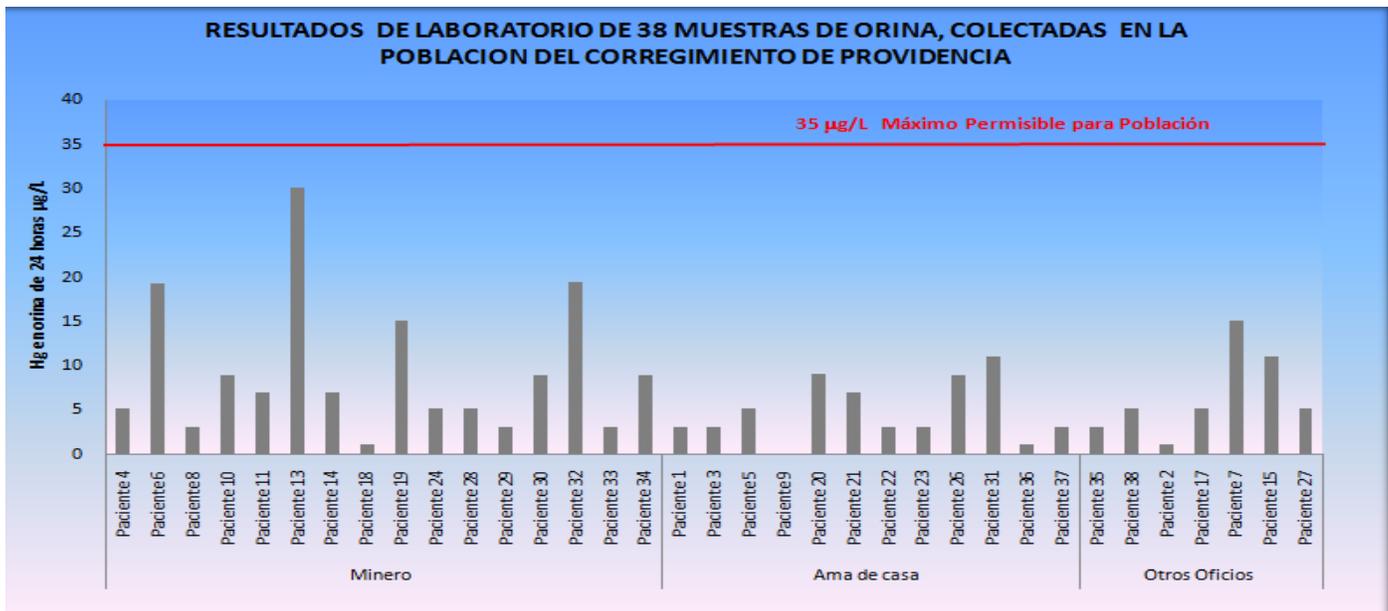
Tabla 8-8: Resumen de los resultados encontrados en la población de Providencia.

Patología	No de casos
Sin presencia de mercurio	1
Con presencia de mercurio	34
Intoxicados	3
Total	38



Gráfica 8-8: Valores de mercurio registrados en la orina de la población muestreada en el corregimiento de Providencia, municipio de San Roque.

En la **Gráfica 8-9**, se muestran las concentraciones registradas, sin tener en cuenta los tres pacientes intoxicados que superan el límite máximo permisible para población expuesta (35 µg/L), reafirmando lo planteado anteriormente en cuanto la incidencia del mercurio de mercurio en la población está fundamentada en la actividad laboral desarrollada. Otros paciente presentan valores cercanos al límite máximo permisible para población expuesta lo que tendría explicación al suponer que estas personas tiene de alguna forma relación con la actividad minera (extracción y/o quemas de oro).



Gráfica 8-9. Resultados del mercurio en orina de la población del corregimiento de Providencia, exceptuando los mineros y quemadores que son la población más afectada.

Con base en los anteriores resultados se puede afirmar que en esta población analizada existe contaminación por mercurio, pero no cuadros de intoxicación, excepto por los tres casos más representativos y que están en relación directa con la actividad laboral de quema de oro, sin el empleo de medidas adecuadas de protección y salud ocupacional, adicionalmente dichos casos oscilan entre los 40-50 años de edad.

A continuación se presenta una descripción detallada de los detalles médicos de dos de los tres pacientes con niveles significativos de mercurio en orina:

El Paciente 16, es un minero de 45 años, presenta un valor de 81,54 µg/L de mercurio en su orina, y se dedica a la minería de veta y quema de oro. Lleva 35 años en dicha actividad, realiza quema durante 2 horas por semana (HUSVP).

El otro el Paciente 25, es una persona de 45 años, presenta un valor de 850 µg/L de mercurio en su orina, tiene antecedentes de asma, síntomas gastrointestinales compatibles con colon irritable y gastritis. Es ama de casa pero dedica 4 horas diarias a la quema de oro. Aqueja síntomas depresivos, insomnio de conciliación y dolor cervical. El cuadro clínico es explicable por los altos niveles de mercurio encontrados en la muestra de orina (24 veces el límite máximo permisible) (HUSVP).

Con base en los resultados se puede afirmar que la incidencia de Azogue en la población del corregimiento de Providencia está sustentada en la actividad que desarrollan cada una de las personas evaluadas, particularmente se puede observar que la población que supera en limite permisible se dedica específicamente a la quema de amalgama y sus actividades afines.



CONCLUSIONES

- La mayoría de valores encontrados sobre las columnas de agua del sector no son significativos exceptuando casos puntuales como los resultados obtenidos en las estaciones ubicadas en las quebradas La Colorada y El Balzal en donde se registraron valores un poco más elevados. No obstante así la mayoría de los puntos registren niveles bajos de Hg, esto demuestra que existe incidencia del mercurio en las fuentes hídricas del área, influenciadas por la actividad minera desarrollada en la zona; sin embargo, es de resaltar que la presencia de este ion en algunas muestras recolectadas en los drenajes del sector Gramalote indican la incidencia de este metal en la columna de agua.
- El mercurio en el agua, presenta una distribución temporal, donde las mayores concentraciones se registraron en la época de lluvia y las menores en la época secas. Lo anterior puede ser explicado bajo la base de que el mercurio se encuentra asociado principalmente, a la materia particulada suspendida en la quebrada, la cual es mantenida en la columna de agua mediante procesos de la corriente, ocasionados por la condiciones climatológicas.
- En todos las estaciones de monitoreo se registraron concentraciones de este ion en el agua, excluyendo la ubicada en el afluente donde se localiza el tanque de captación para el campamento Gramalote (G900). Los niveles de mercurio registrados en general fueron bajos; sin embargo, es necesario realizar un tratamiento adecuado para eliminar la presencia de este ion en el agua, ya que no se cumple con el máximo admisible para el consumo humano, según la Resolución 2115/07. En algunas estaciones como las ubicadas en la partes bajas de la quebrada El Balzal (G801 y G802), se presentaron los niveles más elevados de este ion en el agua, los cuales se encuentran por encima de los límites permisibles para la preservación de la flora y fauna y para su uso en actividades pecuarias (Decreto 1594/84), atribuidos principalmente al desarrollo de la pequeña minería en la región, probable debido a que las formas de mercurio cuando entran a los cuerpos de agua se depositan en el fondo, en donde puede permanecer durante mucho tiempo.
- De acuerdo a los valores registrados en suelo y roca, se puede afirmar que la zona evaluada del sector Gramalote no se presenta ninguna anomalía de mercurio conocida, situación que descarta el factor natural como el origen de la contaminación por Hg en la zona, por el contrario se registran concentraciones elevadas en las muestras de sedimentos ubicadas aguas abajo de los entables mineros, valores que superan en un 50 % el límite natural de Hg establecido para la discusión, dando sustento a la teoría de que la incidencia de mercurio en el medio terrestre tiene origen en las fuentes antropogénicas (actividad minera en general).
- La información sedimentológica es útil y necesaria para predecir cuándo puede existir resuspensión o sedimentación del mercurio particulado, también para predecir si existe



flujo de sedimentos a lo largo de la corriente hídrica. Primordial al realizar balances de masa conociendo la tendencia del mercurio a permanecer en forma particulada.

- Las plantas y los peces son partes importantes en la interacción del hombre con el mercurio que se bioacumula en ellos, de ahí la relevancia de estudiar lo que sucede con estas especies
- Según lo analizado en la revisión bibliográfica acerca de la bioacumulación se concluye que la especie de pescado cuyo consumo supone el menor riesgo de intoxicación por mercurio es el Bocachico. De otra parte, las especies con mayor riesgo incluyen el Bagre pintado, el Moncholo, el Blanquillo, la Doncella, la Mojarra amarilla y la Pacora; cabe destacar que el bagre pintado y el blanquillo se constituye en una de las especies más consumidas entre la población del municipio de Puerto Berrío, zona cercana al sector Gramalote.
- Con base en los resultados se puede afirmar que la incidencia del mercurio en la población del corregimiento de Providencia está sustentada en la actividad que desarrollan cada una de las personas evaluadas, particularmente se puede observar que la población que supera en límite permisible se dedica específicamente a la quema de amalgama y sus actividades afines.
- Con este estudio se observa que la zona se encuentra altamente contaminada y se hace necesario tomar medidas rápidas al respecto aún más teniendo en cuenta que los síntomas toxicológicos y enfermedades tardan mucho tiempo en aparecer.
- Dadas las condiciones culturales del pequeño y mediano minero, el mercurio representa una técnica eficiente de recuperación de oro, por ser un proceso rápido y económico. Sin embargo, es posible afirmar sin lugar a equivocaciones que aunque la amalgamación resulta una práctica peligrosa, dicha peligrosidad no proviene de la actividad misma, si no de la manera en que se lleva a cabo, es decir la forma antitécnica e irracional como se adelanta el beneficio del oro en la pequeña y mediana minería.



RECOMENDACIONES

- Utilizar la información consignada en este documento, como un primer paso en la identificación de una problemática ambiental inminente, con el fin de fomentar en un futuro nuevos trabajos y acciones ante la necesidad de idear nuevos lineamientos en la búsqueda de realizar una adecuada gestión de los recursos, en pro del mejoramiento del medio ambiente y de la salud pública de la región.
- El presente estudio puede ser la base para la elaboración de un modelo matemático dinámico, que prediga la variación de concentraciones del mercurio y tasas de intercambio de sus especies con el tiempo importante en la total comprensión y conocimiento del ciclo del mercurio ya que con éste quedan establecidas todas las constantes típicas a las condiciones de la región.
- Identificar en próximos estudios la necesidad de cambiar el esquema actual de manejo de recursos en la zona, hacia un desarrollo sostenible que permita la recuperación de la región y fortalezca la probabilidad de un mejor futuro para las generaciones venideras.
- Fomentar la creación de una ley de control de importación y comercialización de mercurio. La utilización del mercurio en la extracción de oro facilita su incorporación a los ecosistemas y por ende la posibilidad de ser acumulado por los humanos. Esta ley permitiría evitar la importación masiva y sin control del mercurio al país y motivar la implementación y utilización de tecnologías amigables al ambiente para la extracción del oro.
- Fomentar la creación de una Ley de la República para el control de importación y comercialización de pescado. La disminución en la producción pesquera Colombiana ha originado una escasez de pescado en el país que está siendo suplida con importaciones masivas, de las cuales no se tiene ningún tipo de conocimiento en cuanto a su calidad toxicológica y microbiológica. En la actualidad varias universidades realizan una investigación de los niveles de parásitos en músculo de pescado importado y resultados preliminares indican que los niveles encontrados sobrepasan todas las normas internacionales existentes. Este pescado que entra al país es considerado de “desecho” porque no es aceptado en Europa o Estados Unidos y por ello es mucho más económico que el local. Lo anterior desestimula la pesca y por ende la protección del recurso.
- Fomentar la creación de una ley grabando tanto la compra de mercurio como la producción del oro con un impuesto entre el 15-20 %. Estos recursos deben ser destinados exclusivamente a investigación tecnológica en minería e impacto ambiental por mercurio en las Universidades públicas y de la región.
- Declarar al Bocachico como “Recurso Fundamental” de los Colombianos. Esta especie posee excelentes propiedades nutritivas y en zonas contaminadas con mercurio es la



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



especie con menor concentración del metal. Su declaración como “Recurso Fundamental” aumentaría el interés por su conservación y preservación.

- Fomentar sector de investigación para la producción de alevinos de Bocachico y otras especies endémicas. La protección del Bocachico garantizará el atraso en la aparición de la enfermedad de Minanata en Colombia.



BIBLIOGRAFÍA

- ANGER, K. Neurobehavioral tests and systems to assess neurotoxic exposures in the workplace and community. En: Occupational and Environmental Medicine. Vol. 60, No. 7 (2003); p. 531-8.
- CADAVID GÓMEZ, Juan Fernando. Control ambiental de desechos de mercurio. Universidad de Antioquia 2002.
- CARDOSO, P; LIMA, P; BAHIA, M et al. Efeitos Biológicos Do Mercúrio E Seus Derivados Em Seres Humanos: Uma Revisão Bibliográfica / Universidade Federal do Pará Brasil, 2002.
- HINTON, J y VEIGA, M. Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions / National Institute for Minamata Disease. Forum 2001. Minamata, Japan (Marzo19-20).
- Infografía PASCAL Pineau. Contaminación por mercurio, Revista Mundo Científico, Nº 242, Barcelona (España) 2003.
- LEESA-Université Bordeaux I/CESAC-Université Toulouse III (AIEA Monaco). Contaminación por mercurio, Revista Mundo Científico, Nº 242, Barcelona (España), p. 56 – 63. 2003.
- Manual de Pruebas Neuroconductuales / Organización Mundial de la Salud – Organización Panamericana de la Salud. San José, Costa Rica 2002.
- PALACIO Jaime et al; AGUIRRE Néstor Jaime; Barrera Janeth; Universidad de Antioquia, Revista Actualidades biológicas 24 (77):123 – 128, 2002. “Efectos tóxicos de la exposición aguda de Prochilodus magdalena (bocachico) a cloruro de mercurio”. Año 2002.
- PEÑALOZA Mercedes et al, CAMARGO Mauricio, PALACIO Jaime, “Genotoxicidad del cloruro de mercurio en dos especies ícticas (prochilodus magdalena (boca chico) y Oreochromis sp. (Tilapia)) Universidad de Antioquia; revista Actualidades Biológicas 25 (79): p. 106, 2003.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente / Evaluación Mundial sobre el Mercurio. Resumen del informe. Ginebra, Suiza: PNUMA, 2002.
- SEPÚLVEDA GALLEGO, Luz Elena, AGUDELO GALLEGO, Luz Marina, ARENGAS CASTILLA, Ángel Asdrúbal., El Mercurio y sus implicaciones en la salud y en el ambiente EN: LunAzul. Vol., No. 4 Julio 1997., p. 51-67
- TIRADO, V; GARCÍA, M; MORENO, J et al. Alteraciones neuropsicologías por exposición ocupacional a vapores de mercurio en El Bagre, Antioquia. En: Revista Neurología. Colombia. Vol. 31, No. 8 (2000); p. 712-716



- COBALEDA Javier; Universidad de Antioquia; Caracterización de la percepción y conocimientos de la población, acerca de los problemas de la salud humana relacionados con el uso y manejo de mercurio en la explotación de oro y el consumo de pescado proveniente de las fuentes hídricas, en el municipio de Caucaasia-Antioquia. 2006.
- Contaminación por mercurio. Revista Mundo Científico, Nº 242, Barcelona (España) 2003.
- GUTIÉRREZ, Myriam, I Congreso Internacional de medicina general y social: Intoxicación por mercurio, Departamento de toxicología, Facultad de medicina Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- HURTADO, Alarcón JC. Evaluación ecogenotóxica del río Porce y del embalse Porce II mediante prueba de micronúcleos en sabaleta (Brycon henni Eigenmann, 1913). Rev. Col Cienc Pec 2005; 18(4): 336.
- LÓPEZ, Pedro. Minería de aluvión en el departamento del Guainía. Volumen 1.1998.
- LÓPEZ, Pedro. Propuesta de prevención y manejo de la contaminación por mercurio en la región de la-mojana. Programa de desarrollo sostenible de la región de la mojana” Colombia-informe final de consultoría. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Bogotá 12-nov-2002
- MANCERA Javier; RODRÍGUEZ Ricardo; Universidad Nacional de Colombia; Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces Dulce acuícolas de Colombia. 2006. Pag.5
- -Mancera, Rodríguez, Álvarez, León. Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. (Filoniana) 1992.
- OLIVERO, Jesús, JOHNSON, Boris. El lado gris de la minería del oro: La contaminación con mercurio en el Norte de Colombia, Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 2002.
- PALACIO Jaime et al; AGUIRRE Néstor Jaime; BARRERA Janeth; Contaminación por mercurio, Revista Mundo Científico, Nº 242, Barcelona (España), p. 56 – 63. 2003.
- PESSOA SILVA, Alexandre; CAMARA Volney De N. Evaluación de riesgo en áreas mineras de oro en la amazonia método y perspectivas, mayo 1995.
- TADEO, Jesús. Programa de desarrollo sostenible de la región de la Mojana, Toxicología Ambiental, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Bogotá, Octubre 22 de 2002.



- Unidad de Planeación Minero Energético, Ministerio de Minas y Energía, Alteraciones neurocomportamentales en personas expuestas a mercurio en la actividad minera del oro en el municipio de Segovia (Antioquia), Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Julio de 2006.
- PICAZO SANCHEZ J.E, FERNANDEZ VOZMEDIANO J.M. (1995), <http://www.actualidaddermatol.com/art3195>
- WOTRUBA H, T Hentschel, F. HRUSCHKA Y M. PRIESTE .Manejo ambiental en la pequeña minería. <http://www.gama-peru.org/libromedmin>
- <http://www.caucasia.gov.co/generalidades.html>
- http://www.medicosecuador.com/espanol/articulos_medicos/144.htm
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/hg.htm#ixzz0XdfTIfCm>



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



ANEXOS



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



ANEXO 1: RESULTADOS CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN EL AGUA. PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES. B2GOLD 2008 – 2009.



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



0496-08A/0502-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 GOLD - Colombia		
Nit / CC:			
Dirección:	calle 113 N° 7-21 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	1 de octubre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	4 de agosto de 2008		
Muestreado Por:	Alexander Gutierrez		
Lugar de muestreo:	San Roque		
Fecha de Muestreo:	04/08/2008		
Descripcion de la(s) Muestra(s)			
0496-08A	G700 Parte alta Q. La Colorada 10 mt arriba del entable del Sr Fabio Galvis		
0497-08A	G701 Parte media Q. La Colorada despues del entable de Sr Victor Castaño		
0498-08A	G800 Parte alta Q. El Balzal ante del entable del Sr Gabriel Silva		
0499-08A	G801 Parte baja Q. El Balzal en el paso de la Batea de concreto		

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

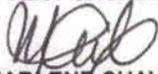
Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0496-08	0497-08	0498-08M	0499-08A
Arsenico	mg As / L	3500-As B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	4,29	9,61	14,7	12,3
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	0,066	0,037	0,096
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,00144	0,043	0,045	0,048
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	< 0,033	20,8	1,81	7,88
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,264	3,16	5,52	7,59
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,0111	< 0,0111	< 0,0111	0,075
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Molibdeno	mg Mo / L	3500-Mo B	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	4,28	5,07	5,52	5,81
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,11	2,25	1,37	2,12
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	< 0,02	13,0	2,72	10,1
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0096	0,035	0,147	1,23

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1955</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0503-08/0512-08</p>
--	--	---

Métodos analíticos: Estándar methods for the examination of water and Waste Wastewater 21 Edition 2005

- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD



MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1293-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0496-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	0.008	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.90	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	1.197	0.113
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1293-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1294-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0497-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	0.012	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	3.640	0.288
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1294-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

ACLARACIONES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1ª No 70 - 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 - 6210 - 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1295-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0498-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	1.766	0.154
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**REPORTE DE RESULTADOS
LABORATORIO AMBIENTAL**

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1295-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

AGLARIACIONES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1296-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0499-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	2.230	0.187
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**REPORTE DE RESULTADOS
LABORATORIO AMBIENTAL**

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1296-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

ACLARACIONES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1ª No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION

INFORME DE
ENSAYO

0496-08A/0502-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 GOLD - Colombia	
Nit / CC:		
Dirección:	calle 113 N° 7-21 Bogota	
Telefono:	6292230	
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia	
Fecha de Reporte:	1 de octubre de 2008	Hora de Muestreo:

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	04/08/2008
Muestreado Por:	Alexander Gutierrez
Lugar de muestreo	San Roque
Fecha de Muestreo	04/08/2008
Descripcion de la Muestra	
0500-08A	G802 Agua debajo de la confluencia de las Quebradas La Colorada y El Balzal
0501-08A	G1000 Aguas cristales aguas arriba de Gramalote
0502-08A	G1100 Aguas cristales Gramalote

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0500-08A	0501-08A	0502-08A
Arsenico	mg As / L	3500-As B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	10,3	10,8	< 0,0179
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	0,101	0,064	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	0,037	0,024	< 0,00144
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	14,9	19,3	< 0,033
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	6,75	4,10	< 0,0199
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	0,077	0,034	< 0,0111
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Molibdeno	mg Mo / L	3500-Mo B	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	5,78	5,25	0,410
Potasio	mg K / L	3500-K B	2,27	2,02	< 0,0782
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	14,3	13,7	< 0,02
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	1,06	0,700	< 0,0096



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0496-08/0502-08

Métodos analíticos: Estándar methods for the examination of water and Wat& Wastewater 21 Edition 2005

- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD

MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1297-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0500-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	1.354	0.125
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeso y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1297-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 - 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO, MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 - 6210 - 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0503-08A/0512-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 GOLD - Colombia	
Nit / CC:		
Dirección:	calle 113 N° 7-21 Bogota	
Telefono:	6292230	
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia	
Fecha de Reporte:	1 de octubre de 2008	Hora de Muestreo:

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	4 de agosto de 2008
Muestreado Por:	Alexander Gutierrez
Lugar de muestreo:	San Roque
Fecha de Muestreo:	04/08/2008
Descripcion de la(s) Muestra(s)	
0503-08A	G100 Rio Nus aguas arriba de la desembocadura de la Q. La Bella
0504-08A	G101 Rio Nus aguas despues de la desembocadura de la Q. El Topacio
0505-08A	G102 Rio Nus aguas arriba de la desembocadura de la Q. Guacas
0506-08A	G103 Rio Nus aguas abajo de la desmebocadura de La Colorada

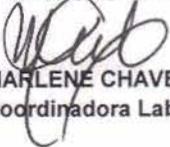
3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0503-08	0504-08	0505-08	0506-08A
Arsenico	mg As / L	3500-As B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	5,89	6,16	6,08	5,71
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,00144	< 0,00144	< 0,00144	< 0,00144
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	< 0,033	4,78	4,99	5,55
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	2,74	2,28	2,55	2,43
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,0111	< 0,0111	< 0,0111	< 0,0111
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Molibdeno	mg Mo / L	3500-Mo B	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	7,78	4,84	4,76	4,54
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,33	1,42	1,51	1,41
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0,235	3,21	3,49	3,75
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0008	0,052	0,051	0,052

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AREA DE FISICOQUIMICOS EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	<p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0570-08/0579-08</p>
---	---	---

- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1300-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0503-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	0.682	0.076
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1301-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0504-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007; Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**REPORTE DE RESULTADOS
LABORATORIO AMBIENTAL**

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1301-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

RESULTADO	ANÁLISIS
Menor de 0.004	
0.50	
Menor de 0.25	
Menor de 0.25	
Menor de 0.488	
Menor de 0.230	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 - 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 - 6210 - 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1303-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0506-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.70	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1303-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIDADES	RESULTADOS	UNIDADES	RESULTADOS
mg CN-L	Menor de 0.10	mg FeNO _x L	Menor de 0.10
mg SO ₂ L	Menor de 0.10	mg As L	Menor de 0.10
µg HCL	Menor de 0.10	mg SO ₂ L	Menor de 0.10

ACLARACIONES



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION

INFORME DE
ENSAYO

503-08A/0512-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 GOLD - Colombia		
Nit / CC:			
Dirección:	calle 113 N° 7-21 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	1 de octubre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	04/08/2008
Muestreado Por:	Alexander Gutierrez
Lugar de muestreo	San Roque
Fecha de Muestreo	04/08/2008
Descripcion de la Muestra	
0511-08A	G401 Parte baja Q. El Topacio
0512-08A	G500 Parte alta de la Q. San Antonio

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0511-08A	0512-08A
Arsenico	mg As / L	3500-As B	Subcontratado	Subcontratado
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,00036	< 0,00036
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	6,27	5,83
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,00144	< 0,00144
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	0,109	0,069
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,353	1,67
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,0111	< 0,0111
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	Subcontratado	Subcontratado
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	Subcontratado	Subcontratado
Molibdeno	mg Mo / L	3500-Mo B	< 0,010	< 0,010
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	6,93	6,81
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,47	1,19
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0,480	0,470
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0096	< 0,0096

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTOQUIA 1955</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0570-08/0579-08</p>
---	--	---

• Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1309-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0512-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.
OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005.
Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**REPORTE DE RESULTADOS
LABORATORIO AMBIENTAL**



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1309-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	<i>[Signature]</i>
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	<i>[Signature]</i>
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO	UNIDAD
TOTAL	SM-3500-02	0.20	mg/L
PERMANGANATO	SM-3500-02	0.15	mg/L
PERMANGANATO	SM-3500-02	0.15	mg/L
PERMANGANATO	SM-3500-02	0.15	mg/L
PERMANGANATO	SM-3500-02	0.15	mg/L

ACLARACIONES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO, MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE ENSAYO

0513-08A/0517-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 GOLD - Colombia		
Nit / CC:			
Dirección:	calle 113 N° 7-21 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	1 de octubre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	4 de agosto de 2008
Muestreado Por:	Alexander Gutierrez
Lugar de muestreo:	San Roque
Fecha de Muestreo:	04/08/2008
Descripcion de la(s) Muestra(s)	
0513-08A	G501 Parte baja de la desembocadura San Antonio
0514-08A	G600 Parte Alta Q. Guacas sector La Tupia
0515-08A	G601 Parte baja Q. Guacas sector La Batea debajo del puente de la vía Principal
0516-08A	G900 Tanque de captación campamento Gramalote

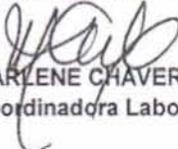
3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0513-08A	0514-0A	0515-08A	0516-08A
Arsenico	mg As / L	3500-As B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036	< 0,00036
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	6,38	5,12	4,90	< 0,01799
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,00114	< 0,00114	< 0,00114	< 0,00114
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	0,067	1,24	1,35	< 0,033
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,216	2,19	2,24	1,44
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,0111	< 0,0111	< 0,0111	< 0,0111
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Molibdeno	mg Mo / L	3500-Mo B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	6,68	2,02	3,71	5,47
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,37	1,16	1,24	0,600
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0,717	1,41	1,42	2,80
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0096	0,020	0,020	0,018

 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1997	FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AREA DE FISICOQUIMICOS EN PROCESO DE ACREDITACION	INFORME DE ENSAYO
		0580-08/0585-08

- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1310-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Ci. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0513-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	0.010	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1310-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
ANÁLISIS TOTAL	SM-101-1	mg/L	0.15	0.02
AMONIO	SM-300-1	mg/L	0.05	0.01
NIÓBIO	SM-300-2	mg/L	0.02	0.005
NIÓBIO	SM-300-3	mg/L	0.01	0.002
NIÓBIO	SM-300-4	mg/L	0.01	0.002
NIÓBIO	SM-300-5	mg/L	0.01	0.002

ACLARACIONES

El presente informe es el resultado de los análisis realizados en el laboratorio ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana, grupo de investigaciones ambientales, para el control de calidad del agua de consumo humano en el barrio Laureles, Medellín, Colombia. Los resultados de los análisis se detallan en el cuerpo del informe y se expresan en unidades de medida establecidas por el Comité Colombiano de Normas Técnicas y de Estándares (CNCET) y el Comité Colombiano de Normas Técnicas y de Estándares (CNCET). Los resultados de los análisis se expresan en unidades de medida establecidas por el Comité Colombiano de Normas Técnicas y de Estándares (CNCET) y el Comité Colombiano de Normas Técnicas y de Estándares (CNCET). Los resultados de los análisis se expresan en unidades de medida establecidas por el Comité Colombiano de Normas Técnicas y de Estándares (CNCET) y el Comité Colombiano de Normas Técnicas y de Estándares (CNCET).



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1311-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0514-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.
OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeso y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendedos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



CÓDIGO: EP-FO-066 CONSECUTIVO: GIA2-1311-08 COPIA No 000-08 SUPLEMENTO No 000-08 Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

ANÁLISIS	METODO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
ANÁLISIS TOTAL	SM-1000-E	mg CN-L	Medida: 0.004	0.001
ANÁLISIS	SM-1000-F	mg FENOL/L	Medida: 0.00	0.04
ANÁLISIS	SM-1000-G	mg SO ₄ /L	Medida: 0.001	0.010
ANÁLISIS	SM-1000-H	mg Ca/L	Medida: 0.001	0.044
ANÁLISIS	SM-1000-I	mg HCL	Medida: 0.00	0.003
ANÁLISIS	SM-1000-J	mg SO ₄ /L	Medida: 0.030	0.008

ACUSACIÓN: Los resultados de los análisis de laboratorio se encuentran en el anexo de este informe. El presente informe es el resultado de los análisis de laboratorio realizados en el laboratorio ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana. El presente informe es el resultado de los análisis de laboratorio realizados en el laboratorio ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana.

CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis de laboratorio se encuentran en el anexo de este informe. El presente informe es el resultado de los análisis de laboratorio realizados en el laboratorio ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana. El presente informe es el resultado de los análisis de laboratorio realizados en el laboratorio ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana.

LABORATORIO AMBIENTAL



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1312-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0515-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofósforos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1312-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

INCERTIDUMBRE	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODOS	ANÁLISIS
0.001
0.01
0.02
0.05
0.10
0.20
0.50
1.00

ACERCA DE NOSOTROS

El Laboratorio Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana es un laboratorio de investigación y desarrollo que ofrece servicios de análisis y control de calidad en el área ambiental. El laboratorio cuenta con personal altamente calificado y con el más avanzado equipo de laboratorio para el análisis de muestras de agua, aire y suelo. El laboratorio está acreditado por el Comité Colombiano de Acreditación (CCA) para la realización de análisis de laboratorio en el área ambiental.

ANÁLISIS SUBSTRATOS

El laboratorio ofrece servicios de análisis de substratos en el área ambiental. El laboratorio cuenta con personal altamente calificado y con el más avanzado equipo de laboratorio para el análisis de muestras de agua, aire y suelo. El laboratorio está acreditado por el Comité Colombiano de Acreditación (CCA) para la realización de análisis de laboratorio en el área ambiental.



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1313-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Septiembre 5 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Agosto 15 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Agosto 15 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Agosto 15 a Septiembre 4 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0516-08

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.40	0.04
ANTIMONIO	SM-3500-Sb	mg Sb /L	Menor de 0.521	0.010
ARSENICO	SM-3500-As	mg As /L	Menor de 0.552	0.044
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
SELENIO	SM-3500-Se	mg Se/L	Menor de 0.230	0.009

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, Muestreo Simple, Integrado y Compuesto, según Resolución 0227, del 26 de Septiembre de 2005, y para los parámetros pH, Sólidos Totales Disueltos, Hierro, Zinc, Manganeseo y Cadmio por extensión de su alcance según resolución 0316 del 23 de Diciembre de 2005." Resolución 315, del 31 de octubre de 2007: Revisión de acreditación, y extensión de la acreditación de acuerdo a la norma NTC – ISO – IEC – 17025:2005; por el IDEAM para los parámetros: Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, DQO (Reflujo cerrado), Sólidos Volátiles, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Gravimétricos, Ortofosfatos, Detergentes, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Nitrógeno Amoniacal, Turbiedad, Mercurio. Extensión del alcance de la acreditación, de acuerdo a la resolución 0376 del 06 de Diciembre de 2007, para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1313-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Qco. Andres Fernando Gallo	Andrés Gallo
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
PLUMBUM TOTAL	SM-1500-E	mg/L	Menor de 0.04	0.001
FRANCO	SM-2500	mg/L	0.51	0.04
ANTIMONIO	SM-1500-BE	mg/L	Menor de 0.051	0.010
ARSENICO	SM-1500-AE	mg/L	Menor de 0.052	0.004
MERCURIO	SM-1500-HG	mg/L	Menor de 0.458	0.003
SELENIO	SM-1500-SE	mg/L	Menor de 0.330	0.003

ACLARACIONES

Las muestras recibidas son éstas: Plomo, Antimonio, Arsenico, Mercurio y Selenio. Los resultados se expresan en mg/L. El método utilizado para el análisis de Plomo es el método de absorción atómica con hidruro de plomo. El método utilizado para el análisis de Antimonio es el método de absorción atómica con hidruro de antimonio. El método utilizado para el análisis de Arsenico es el método de absorción atómica con hidruro de arsina. El método utilizado para el análisis de Mercurio es el método de absorción atómica con hidruro de mercurio. El método utilizado para el análisis de Selenio es el método de absorción atómica con hidruro de selenio. Los resultados se expresan en mg/L. El método utilizado para el análisis de Plomo es el método de absorción atómica con hidruro de plomo. El método utilizado para el análisis de Antimonio es el método de absorción atómica con hidruro de antimonio. El método utilizado para el análisis de Arsenico es el método de absorción atómica con hidruro de arsina. El método utilizado para el análisis de Mercurio es el método de absorción atómica con hidruro de mercurio. El método utilizado para el análisis de Selenio es el método de absorción atómica con hidruro de selenio.

ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

LABORATORIO SUBCONTRATADO

ANÁLISIS



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0937-08A/0946-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia		
Nit / CC:	830127076-7		
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	15 de diciembre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	4 de noviembre de 2008		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo:	San Roque - Antioquia		
Fecha de Muestreo:	03/11/2008		
Descripción de la(s) Muestra(s)			
0937-08A	G100 Rio Nus Aguas arriba desembocadura La Bella		
0938-08A	G200 Parte Alta Quebrada La Trinidad		
0939-08A	G201 Parte baja Quebrada La Trinidad		
0940-08A	G500 Parte Alta Quebrada San Antonio		

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0937-08A	0938-08A	0939-08A	0940-08A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	2.55	< 0.02	0.117	0.2108
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0.047	< 0.0096	< 0.0096	< 0.0096
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	1.54	2.94	3.29	3.04
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0.720	0.022	0.626	0.626
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0.011	< 0.011	< 0.011	< 0.011
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006
Potasio	mg K / L	3500-K B	0.754	0.764	0.612	0.673
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	1.92	1.89	2.19	2.048
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	4.066	0.334	0.332	0.274
Arsénico	mg As / L	3500-As B	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado

	FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AREA DE FISICOQUIMICOS EN PROCESO DE ACREDITACION	INFORME DE ENSAYO
		0937-08A/0946-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia		
Nit / CC:	830127076-7		
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	15 de diciembre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepción:	04/11/2008
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia
Lugar de muestreo	San Roque - Antioquia
Fecha de Muestreo	03/11/2008
Descripción de la Muestra	
0941-08A	G501 Parte Baja Quebrada San Antonio
0942-08A	G600 Parte Alta Quebrada Guacas
0943-08A	G601 Parte Baja Quebrada Guacas
0944-08A	G700 Parte Alta Quebrada La Colorada

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0941-08A	0942-08A	0943-08A	0944-08A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0.640	1.42	1.55	< 0.02
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0.0132	0.024	0.026	< 0.0096
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	2.79	1.17	1.16	1.78
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0.598	0.478	0.464	0.040
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0.011	< 0.011	< 0.011	< 0.011
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006
Potasio	mg K / L	3500-K B	0.653	0.628	0.633	0.536
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	1.94	1.35	1.29	1.85
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	0.312	1.97	2.08	< 0.030
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado

 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AREA DE FISICOQUIMICOS EN PROCESO DE ACREDITACION	INFORME DE ENSAYO
		937-08A/0946-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia	
Nit / CC:	830127076-7	
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogota	
Telefono:	6292230	
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia	
Fecha de Reporte:	15 de diciembre de 2008	Hora de Muestreo:

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	04/11/2008
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia
Lugar de muestreo	San Roque - Antioquia
Fecha de Muestreo	03/11/2008
Descripcion de la Muestra	
0945-08A	G701 Parte Media Quebrada La Colorada
0946-08A	G800 Parte Alta Quebrada Balzal

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0945-08A	0946-08A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	4.55	0.043
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0.650	0.012
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	3.32	1.32
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0.0004	< 0.0004
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	0.227	< 0.03
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	0.0028	< 0.0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0.213	1.38
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	0.138	< 0.011
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0.008	< 0.008
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0.006	< 0.006
Potasio	mg K / L	3500-K B	3.11	0.728
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	1.99	4.81
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	0.0103	< 0.0014
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	164	0.135
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0.10	< 0.10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0.10	< 0.10
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0.10	< 0.10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado

	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <hr/> <p>0937-08/0946-08</p>
---	--	---

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos: Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 21th Edition 2005.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


 MARLENE CHAVERRA C.
 Coordinadora Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0947-08A/0948-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia	
Nit / CC:	830127076-7	
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogota	
Telefono:	6292230	
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia	
Fecha de Reporte:	15 de diciembre de 2008	Hora de Muestreo:

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	4 de noviembre de 2008
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia
Lugar de muestreo:	San Roque - Antioquia
Fecha de Muestreo:	03/11/2008
Descripcion de la(s) Muestra(s)	
0947-08A	G801 Parte baja Quebrada Balzal
0948-08A	G802 Aguas abajo confluencia quebradas Colorada y Balzal

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0947-08A	0948-08A	
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	2,91	5,22	
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0,336	0,936	
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	3,10	1,79	
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	0,044	0,175	
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	0,003	
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	2,04	0,512	
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,011	0,143	
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	0,007	
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,28	2,31	
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	5,09	0,774	
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	0,006	
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	4,45	201	
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIQUIA</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <hr/> <p>0947-08/0948-08</p>
--	--	---

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos. Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 21th Edition 2005.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio. son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


 MARLENE CHAVERRA C.
 Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1855-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0937-08-G100

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.75	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	1.30	0.12

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeso, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1656-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 - 108 Bloque 10 - 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Mariene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0940-08-G500

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0,004	0,001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0,60	0,04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	2,23	0,19

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO	
CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Darío Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1859-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0941-08-G501

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.70	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	1.75	0.15

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.
OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅ Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeso, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amónico, Ortofosfatos, Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-055
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1860-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Mariene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0942-08-G600

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	1.89	0.16

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1861-08

CÓPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0943-08-G601

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	1.89	0.16

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅ Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1852-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0944-08-G700

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	1.49	0.13

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.
OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amónico, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSION: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1863-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0945-08-G701

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.80	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	8.26	0.62

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeso, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FC-056
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1864-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0946-08-G800

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.60	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	6.73	0.51

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.
OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-068
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1865-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0947-08-G801

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	11.7	0.9

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1886-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0948-08-G802

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.50	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	20.2	1.5

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.
OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

*Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco Julian Darío Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0974-08A/0983-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia		
Nit / CC:	830127076-7		
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	15 de diciembre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	5 de noviembre de 2008		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo:	San Roque - Antioquia		
Fecha de Muestreo:	04/11/2008		
Descripcion de la(s) Muestra(s)			
0974-08A	G 101	Río Nus despues desembocadura Oda Topasio	
0975-08A	G 102	Río Nus aguas arriba desembocadura Oda Guacas	
0976-08A	G 103	Río Nus abajo desembocadura Oda Colorada	
0977-08A	G300	Nacimiento Agua sector Trinidad	

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0974-08A	0975-08A	0976-08A	0977-08A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	4,05	4,43	4,82	1,06
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	1,46	1,52	1,41	1,03
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0,118	0,140	0,170	0,045
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,011	0,025	0,016	< 0,011
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,57	1,76	1,81	2,15
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	6,38	8,13	12,6	1,41
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	2,56	2,55	4,61	2,28
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	3,49	4,03	2,94	3,92
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION

INFORME DE
ENSAYO

0974-08A/0983-08A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia		
Nit / CC:	830127076-7		
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogota		
Telefono:	6292230		
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia		
Fecha de Reporte:	15 de diciembre de 2008	Hora de Muestreo:	

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Recepcion:	05/11/2008
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia
Lugar de muestreo	San Roque - Antioquia
Fecha de Muestreo	04/11/2008
Descripcion de la Muestra	
0978-08A	G400 Parte alta de Qda Topasio
0979-08A	G401 Parte baja Qda Topasio
0980-08A	G900 Tanque Captación campamento Gramalote
0981-08A	G1000 Aguas Cristales aguas arriba Gramalote

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0978-08A	0979-08A	0980-08A	0981-08A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0,962	1,43	1,15	1,13
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	1,30	1,42	1,06	1,08
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0,017	0,034	0,021	0,021
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,011	< 0,011	0,021	< 0,011
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,45	1,52	1,13	1,14
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	1,12	1,78	0,237	0,205
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	4,06	4,06	3,70	3,76
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	4,29	4,29	2,61	2,70
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1867-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0974-08-G101

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
	SM-4500-E			
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.40	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	1.85	0.16
	SM-3112-B			

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1868-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0975-08-G102

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.40	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	3.09	0.25

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1869-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0976-08-G103

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C SM-4500-E	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.20	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg SM-3112-B	µg Hg/L	3.93	0.31

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacaal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-1873-08

COPIA No
000-08

SUPLEMENTO No
000-08

Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Diciembre 11 de 2008
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Noviembre 03 de 2008
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Noviembre 11 de 2008
FECHA DE ANÁLISIS:	Noviembre 11 a Diciembre 10 de 2008
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0980-08-G900

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
	SM-4500-E			
FENOLES	SM-5530	mg FENOL/L	0.40	0.04
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063
	SM-3112-B			

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

"Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Niquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
----------	---------------------------

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
	Tec. Qco Julian Dario Zapata	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0060-09A/0069-09A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia
Nit / CC:	830127076-7
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogotá
Telefono:	6292230
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Reporte:	30/04/2009	Hora de Muestreo:	
Fecha de Recepcion:	26/03/2009		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo:	San Roque (Antioquia)		
Fecha de Muestreo:	25/03/2009		
Descripcion de la(s) Muestra(s)			
0060-09A	G100 Rio Nus arriba Qda la Bella pH: 6,96	Hora : 10:10	
0061-09A	G101 Rio Nus abajo Qda el Topacio		
0062-09A	G102 Rio Nus arriba Qda Guacas pH : 6,88	Hora : 9:20	
0063-09A	G103 Rio Nus abajo Qda Colorada pH : 7,07	Hora 8:45	

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0060-09A	0061-09A	0062-09A	0063-09A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0,703	1,43	5,32	3,13
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0096	< 0,0096	0,106	0,027
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	1,79	4,39	3,75	4,92
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	1,35	3,21	5,33	5,97
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,096	0,187	2,26	0,331
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,011
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	1,40	3,65	3,19	3,06
Potasio	mg K / L	3500-K B	0,543	1,20	1,55	1,32
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIQUIA 1863</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0060-09A/0069-09A</p>
---	--	--

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos: Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 21th Edition 2005.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-447-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0060-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-447-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-448-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0061-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

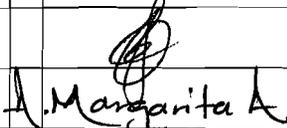
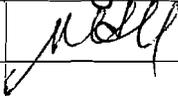
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-448-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	 A. Margarita A.
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-449-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0062-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-449-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 - 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 - 6210 - 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-450-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0063-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-450-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co

	FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AREA DE FISICOQUIMICOS EN PROCESO DE ACREDITACION	INFORME DE ENSAYO
		0053-09A/0059-09A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia
Nit / CC:	830127076-7
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogotá
Telefono:	6292230
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Reporte:	30/04/2009	Hora de Muestreo:	
Fecha de Recepcion:	25/03/2009		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo	San Roque (Antioquia)		
Fecha de Muestreo	24/03/2009		
Descripcion de la Muestra			
0057-09A	G802 A. abajo Confluencia Qdas Colorada Balzal aguas abajo pH : 7,12 Hora : 14:35		
0058-09A	G900 Tanque captación campamento Gramalote pH . 6,37 Hora : 13.00		
0059-09A	G901 Aguas Cristales Gramalote		

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0057-09A	0058-09A	0059-09A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	4,71	3,25	< 0,02
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	1,18	0,113	< 0,0096
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	6,63	6,47	< 0,018
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	0,069	< 0,030	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	6,24	0,480	< 0,033
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	0,014	0,0098	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	3,23	3,12	< 0,0199
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	0,031	< 0,011	< 0,011
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	4,32	5,78	< 0,078
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,87	2,37	< 0,078
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	0,012	< 0,006	< 0,006

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1807</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AREA DE FISICOQUIMICOS EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	<p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0053-09A/0059-09A</p>
--	---	---

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos: Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 20th Edition 1998.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-444-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0057-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	17.7	1.3

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

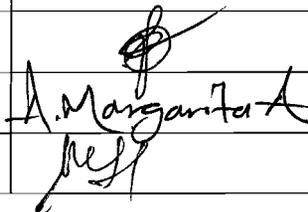
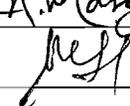
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-444-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-445-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0058-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-445-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-446-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0059-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

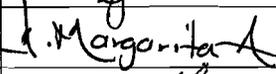
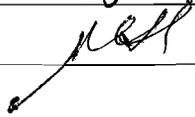
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-446-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° Nc 70 - 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 - 6210 - 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0053-09A/0059-09A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia
Nit / CC:	830127076-7
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogotá
Telefono:	6292230
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Reporte:	30/04/2009	Hora de Muestreo:	
Fecha de Recepcion:	25/03/2009		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo:	San Roque (Antioquia)		
Fecha de Muestreo:	24/03/2009		
Descripcion de la(s) Muestra(s)			
0053-09A	G700 Qda Colorada agua arriba pH : 6,2	Hora : 15:30	
0054-09A	G701 Qda Colorada aguas abajo pH : 6,91	Hora : 15:00	
0055-09A	G800 Qda Balzal aguas arriba pH : 7,37	Hora : 13:55	
0056-09A	G801 Qda Balzal aguas abajo pH : 7,50	Hora : 14:20	

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0053-09A	0054-09A	0055-09A	0056-09A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	0,408	2,12	0,274	14,57
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0096	0,1186	0,020	1,41
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	3,58	2,37	12,2	13,5
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,213
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	0,865	19,3	< 0,033	10,39
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,126	0,424	3,74	5,53
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	0,061	0,080	< 0,011	0,043
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	5,92	3,41	5,55	5,98
Potasio	mg K / L	3500-K B	0,846	1,726	1,23	2,81
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,0097

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1955</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0053-09A/0059-09A</p>
--	--	--

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos: Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 21th Edition 2005.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-440-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0053-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

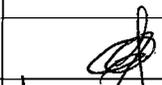
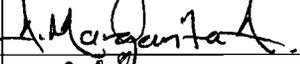
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-440-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1ª No. 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-441-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0054-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	8.25	0.62

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-441-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-442-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0055-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	22.9	1.7

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-442-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	<i>A. Margarita A.</i>
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	<i>BEH</i>
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-443-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0056-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	2.21	0.19

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

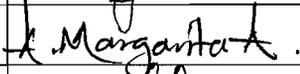
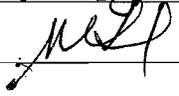
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-443-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julian Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1^a No. 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0079-09A/0081-09A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia
Nit / CC:	830127076-7
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogotá
Telefono:	6292230
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Reporte:	30/04/2009	Hora de Muestreo:	
Fecha de Recepcion:	30/03/2009		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo:	San Roque (Antioquia)		
Fecha de Muestreo:	29/03/2009		
Descripcion de la(s) Muestra(s)			
0079-09A	G501 Qda San Antonio abajo		
0080-09A	G600 Qda Guacas aguas arriba pH: 6,72 Hora : 8:35		
0081-09A	G601 Qda Guacas aguas abajo pH: 7,19 Hora : 11:45		

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0079-09A	0080-09A	0081-09A
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	1,17	1,03	0,982
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	0,025	< 0,0096	0,012
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	Subcontratado
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	4,24	3,82	3,58
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	0,199	1,13	< 0,033
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,383	0,279	0,270
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,011	< 0,011	< 0,011
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	6,42	3,37	3,34
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,36	1,30	1,31
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	< 0,006

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1683</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL</p> <p>AREA DE FISICOQUIMICOS</p> <p>EN PROCESO DE ACREDITACION</p>	 <p>INFORME DE ENSAYO</p> <p>0079-09/0081-09</p>
--	--	--

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos: Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 21th Edition 2005.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



**REPORTE DE RESULTADOS
LABORATORIO AMBIENTAL**

CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-460-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0079-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

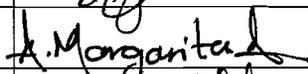
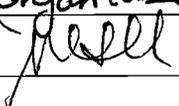
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-460-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julián Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1ª No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-461-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0080-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

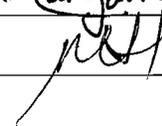
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-461-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julián Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	<i>A. Margarita A.</i>
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-462-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0081-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

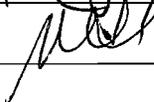
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-462-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julián Darío Zapata B	 A. Margarita A.
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
AREA DE FISICOQUIMICOS
EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0076-09A/0077-09A

1. INFORMACION DEL USUARIO

Cliente:	B2 Gold - Colombia
Nit / CC:	830127076-7
Dirección:	Cll 113 N° 7-21 Of 1206 Bogotá
Telefono:	6292230
Solicitado por:	Juan Pablo Valencia

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de Reporte:	30/04/2009	Hora de Muestreo:	
Fecha de Recepcion:	30/03/2009		
Muestreado Por:	Juan Pablo Valencia		
Lugar de muestreo:	San Roque (Antioquia)		
Fecha de Muestreo:	29/03/2009		
Descripcion de la(s) Muestra(s)			
0076-09A	G300 Nacimiento agua sector Trinidad pH: 6,26 Hora : 8:00		
0077-09A	G500 Qda San Antonio arriba pH: 6,83 Hora : 9:10		

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Ref. Metodo	0076-09A	0077-09A	
Hierro total	mg Fe / L	3500 - Fe B	< 0,020	0,175	
Manganeso	mg Mn / L	3500-Mn B	< 0,0096	< 0,0096	
Arsenico	mg As / L	3500-As B	< 0,10	< 0,10	
Mercurio	mg Hg / L	3500-Hg B	Subcontratado	Subcontratado	
Cadmio	mg Cd / L	3500-Cd B	< 0,0004	< 0,0004	
Calcio	mg Ca / L	3500-Ca B	5,17	5,73	
Cobre	mg Cu / L	3500-Cu B	< 0,030	< 0,030	
Cromo total	mg Cr / L	3500-Cr B	< 0,0014	< 0,0014	
Aluminio	mg Al / L	3500-Al B	< 0,033	< 0,033	
Niquel	mg Ni / L	3500-Ni B	0,004	0,011	
Magnesio	mg Mg / L	3500-Mg B	0,399	0,326	
Zinc	mg Zn / L	3500-Zn B	< 0,011	< 0,011	
Plomo	mg Pb / L	3500-Pb B	< 0,008	< 0,008	
Selenio	mg Se / L	3500-Se B	< 0,10	< 0,10	
Antimonio	mg Sb / L	3500-Sb B	< 0,10	< 0,10	
Sodio	mg Na / L	3500-Na B	6,41	6,70	
Potasio	mg K / L	3500-K B	1,45	1,39	
Cobalto	mg Co / L	3500-Co B	< 0,006	< 0,006	



FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

AREA DE FISICOQUIMICOS

EN PROCESO DE ACREDITACION



INFORME DE
ENSAYO

0076-09A/0077-09A

4. CONFIDENCIALIDAD

- Métodos analíticos: Estándar Methods for the examination of water and Wastewater 21th Edition 2005.
- Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el interesado
- Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras analizadas en el laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente

5. RESPONSABILIDAD


MARLENE CHAVERRA C.
Coordinadora Laboratorio



CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-458-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 1 de 2

TIPO DE MUESTRA:	AGUA
FECHA DEL INFORME:	Abril 28 de 2009
EMPRESA SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN:	Cl. 67 N° 53 – 108 Bloque 10 – 105
TELÉFONO:	219 55 72
INTERESADO:	Marlene Chaverra

FECHA DE MUESTREO:	Abril 23 de 2009
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	El Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 23 de 2009
FECHA DE ANÁLISIS:	Abril 23 a 27 de 2009
NOMBRE DE LA MUESTRA:	0077-09

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
CIANURO TOTAL	SM-4500-C	mg CN-/L	Menor de 0.004	0.001
MERCURIO	SM-3500-Hg	µg Hg/L	Menor de 0.488	0.063

ACLARACIÓN: Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. No se permite la reproducción parcial y/o total del informe sin autorización del Grupo de Investigaciones Ambientales.

OPINIONES: El personal del Laboratorio Ambiental se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados, debido, al desconocimiento de la información relacionada con el proceso en cuestión.

ACLARACIONES

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sulfatos, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Fósforo Total, Fenoles Totales, DQO, DBO₅, Magnesio, Calcio, Cobre, Plomo, Níquel, Arsénico, Sodio, Potasio, Cobalto, Dureza Total, pH, Sólidos Disueltos Totales, Hierro, Zinc, Manganeseo, Cadmio, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles, Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Mercurio, Grasas y Aceites, Detergentes, Sulfuro, Nitrógeno Amoniacal, Ortofosfatos, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Aluminio, Antimonio, Cromo total, Cromo Hexavalente, DBO₅, DQO, Selenio, Muestreo: Simple, Compuesto e Integrado, según Resolución 0429, del 28 de Noviembre de 2008.



ANÁLISIS SUBCONTRATADOS

ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO AMBIENTAL

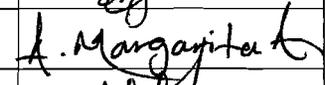
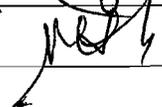
CÓDIGO: EP-FO-066
VERSIÓN: 01

CONSECUTIVO:
GIA2-458-09

COPIA No
000-09

SUPLEMENTO No
000-09

Página 2 de 2

CONTROL DEL INFORME	PROFESIÓN Y NOMBRE	FIRMAS Y SELLO
RESPONSABLES DEL ENSAYO	Tec. Qco. Julián Darío Zapata B	
	Tec. Qca. Astrid Margarita Alvarez	
RESPONSABLE DEL INFORME	Qca. Esp. Beatriz Elena Gómez Hoyos	
ACUSE DE RECIBO DEL CLIENTE		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES
CIRCULAR 1° No 70 – 01 BARRIO LAURELES, BLOQUE 11 INGENIERÍAS SEGUNDO PISO. MEDELLÍN - COLOMBIA
SI TIENE ALGUNA INQUIETUD SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO FAVOR COMUNICARSE CON NOSOTROS
TELEFAX: 415 9082 CONMUTADOR: 415 9015 EXT. 6205 – 6210 – 6215 E-Mail: laboratorio.ambiental@upb.edu.co



Universidad
de Antioquia
1803

LABORATORIO CENTRO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES Y DE INGENIERÍA
ÁREA FÍSICOQUÍMICOS
SUPLEMENTO DEL INFORME DE RESULTADOS
LAB - CIA 09 - 257

*Registrado ante el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "ICA" por
resolución 03893 del 20 de diciembre de 2005 como "Laboratorio de Análisis de
Residuos de Plaguicidas".



ACREDITADO BAJO LA
NORMA ISO/IEC 17025.
RESOLUCIÓN 0339 DE
OCTUBRE 01 DE 2008

PARÁMETROS ACREDITADOS IDEAM: DBO₅, DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos totales,
sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros y sulfatos.

Página 1 de 3

1. INFORMACIÓN DEL USUARIO

Cliente:	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – Universidad de Antioquia		
Nit/C.C.:	890.980.040 – 8		
Dirección:	Calle 67 No. 53 – 108, Bloque 20 – 209, Medellín		
Teléfono:	219 55 72	Fax:	211 05 07
Solicitado por:	Esmeralda Vásquez E.	Dependencia / Cargo:	Analista

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Procedencia:	San Roque (Ant.) – B2 Gold Colombia Ltda. (Gramalote Colombia Ltda.)		
Tipo de Muestra:	Agua Superficial		
Muestreado por:	Juan Pablo Valencia Vera	c.c.:	-----
Fecha de Recepción:	Julio 10 de 2009	Hora:	10:15 a.m.
Fecha de Reporte:	Septiembre 21 de 2009		
Código de laboratorio	Código de Lab. ISA	Sitio/Lugar de Muestreo	Fecha – Hora
09-257-1	0372-09	G 500 – Parte Alta Quebrada San Antonio.	07/07/09 – 03:15 p.m.
09-257-2	0373-09	G 501 – Parte Baja Quebrada San Antonio.	07/07/09 – 04:00 p.m.
09-257-3	0374-09	G 600 – Parte Alta Quebrada Guacas – Sector la Tupia.	07/07/09 – 02:00 p.m.
09-257-4	0375-09	G 601 – Parte Baja Quebrada Guacas – Sector la Batea.	07/07/09 – 11:30 a.m.
09-257-5	0376-09	G 700 – Parte Alta Quebrada la Colorada – Entable Sr. Fabio Galvis.	07/07/09 – 09:55 a.m.
09-257-6	0377-09	G 701 – Parte Media Quebrada la Colorada – Entable Sr. Víctor Cataño.	07/07/09 – 10:30 a.m.
09-257-7	0378-09	G 800 – Parte Alta Quebrada el Balzal – Antes Entable Sr. Gabriel Silva.	07/07/09 – 08:45 a.m.
09-257-8	0379-09	G 801 – Parte Baja Quebrada el Balzal – Paso Batea en Concreto.	07/07/09 – 09:10 a.m.
09-257-9	0380-09	G 802 – Aguas Abajo con Fluencia Quebradas la Colorada y el Balzal.	07/07/09 – 10:53 a.m.
09-257-10	0381-09	G 900 – Tanque de Captación Campamento de Gramalote.	07/07/09 – 05:05 p.m.
09-257-11	0382-09	G 1000 – Agua Cristales Aguas Arriba Gramalote.	07/07/09 – 04:30 p.m.
09-257-12	0383-09	G 1100 – Agua Cristales Gramalote.	07/07/09 – 04:45 p.m.
09-257-13	0384-09	G 100 – Rio Nus Aguas Arriba Desembocadura Quebrada la Bella.	08/07/09 – 11:15 a.m.
09-257-14	0385-09	G 101 – Rio Nus Después Desembocadura Quebrada Topacio.	08/07/09 – 03:05 p.m.
09-257-15	0386-09	G 102 – Rio Nus Aguas Arriba Desembocadura Quebrada Guacas.	08/07/09 – 09:10 a.m.
09-257-16	0387-09	G 103 – Rio Nus Aguas Abajo Desembocadura Quebrada la Colorada.	08/07/09 – 08:35 a.m.
09-257-17	0388-09	G 200 – Parte Alta Quebrada la Trinidad.	08/07/09 – 10:10 a.m.
09-257-18	0389-09	G 201 – Parte Baja Quebrada la Trinidad – 50m Antes Escuela.	08/07/09 – 10:50 a.m.
09-257-19	0390-09	G 300 – Nacimiento de Agua en Sector la Trinidad.	08/07/09 – 01:55 p.m.
09-257-20	0391-09	G 400 – Parte Alta de la Quebrada el Topacio.	08/07/09 – 02:20 p.m.
09-257-21	0392-09	G 401 – Parte Baja de la Quebrada el Topacio.	08/07/09 – 02:40 p.m.
09-257-22	0393-09	G 1001 – Agua Cristales Aguas Abajo Gramalote.	08/07/09 – 03:30 p.m.
09-257-23	0394-09	G 401 D – Parte Baja de la Quebrada el Topacio.	08/07/09 – 02:40 p.m.

* Ver Resolución 03893 de dic. 2005. "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas". www.ica.gov.co



Universidad
de Antioquia
1803

LABORATORIO CENTRO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES Y DE INGENIERÍA
ÁREA FÍSICOQUÍMICOS
SUPLEMENTO DEL INFORME DE RESULTADOS
LAB – CIA 09 – 257

*Registrado ante el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "ICA" por
resolución 03893 del 20 de diciembre de 2005 como "Laboratorio de Análisis de
Residuos de Plaguicidas".



ACREDITADO BAJO LA
NORMA ISO/IEC 17025.
RESOLUCIÓN 0339 DE
OCTUBRE 01 DE 2008

PARÁMETROS ACREDITADOS IDEAM: DBO₅, DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos totales,
sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros y sulfatos.

Página 2 de 3

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Valor Obtenido	Parámetros			
	Cianuro Total		Mercurio Total	
	Unidades:	mg/L CN ⁻	Unidades:	µg/L Hg
09-257-1		<LDM		<LDM
09-257-2		<LDM		<LDM
09-257-3		<LDM		<LDM
09-257-4		<LDM		<LDM
09-257-5		<LDM		<LDM
09-257-6		<LDM		<LDM
09-257-7		<LDM		<LDM
09-257-8		<LDM		<LDM
09-257-9		<LDM		<LDM
09-257-10		<LDM		<LDM
09-257-11		<LDM		<LDM
09-257-12(*)		<LDM		<LDM
09-257-13		<LDM		<LDM
09-257-14		<LDM		<LDM
09-257-15		<LDM		<LDM
09-257-16		<LDM		<LDM
09-257-17		<LDM		<LDM
09-257-18		<LDM		<LDM
09-257-19		<LDM		10,6
09-257-20		<LDM		<LDM
09-257-21		<LDM		<LDM
09-257-22		<LDM		<LDM
09-257-23		<LDM		<LDM

09-257-12(*) Segunda muestra puesta en el Laboratorio por el usuario.

- ♦ **Métodos Analíticos:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. 2005.

Mercurio Total: Absorción Atómica – Vapor Frio (3112-B).

Cianuro Total: Titulométrico (4500-CN-C y 4500-CN-D)

- ♦ **L.D.M.:** Limite de Detección del Método.
Limite de Detección del Método para:

Cianuro Total: 0,024 mg/L CN⁻

Mercurio Total: 0,245 µg /L Hg

- ♦ A solicitud del cliente se realizaron las anteriores mediciones.

* Ver Resolución 03893 de dic. 2005. "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas". www.ica.gov.co

 <p>Universidad de Antioquia 1803</p>	<p>LABORATORIO CENTRO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y DE INGENIERÍA ÁREA FÍSICOQUÍMICOS SUPLEMENTO DEL INFORME DE RESULTADOS LAB – CIA 09 – 257</p> <p>*Registrado ante el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "ICA" por resolución 03893 del 20 de diciembre de 2005 como "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas".</p>	 <p>ACREDITADO BAJO LA NORMA ISO/IEC 17025. RESOLUCIÓN 0339 DE OCTUBRE 01 DE 2008</p>
<p>PARÁMETROS ACREDITADOS IDEAM: DBO₅, DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros y sulfatos.</p>		<p>Página 3 de 3</p>

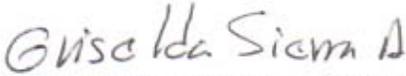
4. OBSERVACIONES

- ♦ Analizando los resultados obtenidos para la muestra inicial 09-257-12, el usuario trae otra muestra correspondiente a este mismo punto; con el fin de verificar el resultado.
El valor consignado en este informe corresponde al análisis de la segunda muestra puesta en el laboratorio por el usuario.
- ♦ Este suplemento invalida el informe de resultados LAB – CIA 09 – 257

5. CONFIDENCIALIDAD

- ♦ Las muestras fueron puestas en el Laboratorio por el interesado.
- ♦ Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras recibidas y analizadas en el Laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente.

6. RESPONSABILIDAD


Ing. GRISELDA MARÍA SIERRA ÁVILA
Coordinadora de Laboratorio (E)


T.Q. MARY LUZ GALLEGO DÍEZ.
Responsable Área Instrumental

* Ver Resolución 03893 de dic. 2005. "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas". www.ica.gov.co



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



ANEXO 2: RESULTADOS CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN EL AGUA. PROGRAMA DE PASIVOS AMBIENTALES. B2GOLD JULIO DE 2009.

 Universidad de Antioquia 1803	LABORATORIO CENTRO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y DE INGENIERÍA ÁREA FISICOQUÍMICOS INFORME DE RESULTADOS LAB – CIA 09 – 321	 ACREDITADO BAJO LA NORMA ISO/IEC 17025. RESOLUCIÓN 0339 DE OCTUBRE 01 DE 2008
	*Registrado ante el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "ICA" por resolución 03893 del 20 de diciembre de 2005 como "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas".	
PARÁMETROS ACREDITADOS IDEAM: DBO ₅ , DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros y sulfatos.		Página 1 de 2
Código: F- 8703-01-0083		Versión 01

1. INFORMACIÓN DEL USUARIO

Cliente:	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – Universidad de Antioquia		
Nit/C.C.:	890 980 040 – 8		
Dirección:	Calle 67 No 53 – 108, Bloque 20 – 209, Medellín		
Teléfono:	219 55 72	Fax:	211 90 28
Solicitado por:	Gloria Marlene Chaverra	Dependencia / Cargo:	Coordinadora

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Procedencia:	San Roque (Ant.) – B2 Gold Colombia Ltda. (Gramalote Colombia Ltda.)	Fecha:	29/07/2009
Tipo de Muestra:	Agua Superficial Puntual		
Muestreado por:	Juan Pablo Valencia Vera	c.c.:	-----
Fecha de Recepción:	Julio 30 de 2009	Hora:	3:10 p.m.
Fecha de Reporte:	Agosto 20 de 2009		
Código de laboratorio	Código de Lab. ISA	Sitio/Lugar de Muestreo	
09-321-1	0530-09	B1 – Quebrada El Balzal – Entable Sr. Gabriel Silva.	
09-321-2	0531-09	C1 – Quebrada La Colorada – Entable Nando Tierrera.	
09-321-3	0532-09	C2 – Quebrada La Colorada – Entable Victor Cataño.	
09-321-4	0533-09	G1 – Drenaje Guacas – Entable Delio Espinosa.	

3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido			
		09-321-1	09-321-2	09-321-3	09-321-4
Cianuro Total	mg/L CN	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Mercurio Total	µg/L Hg	1.10	<LDM	<LDM	<LDM

- ♦ **Métodos Analíticos:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. 2005.

Mercurio Total: Absorción Atómica – Vapor Frio (3112-B).

Cianuro Total: Titulométrico – Nitrato de plata (4500-CN-C y 4500-CN-D)

- ♦ **L.D.M.:** Límite de Detección del Método.
Límite de Detección del Método para:

Cianuro Total: 0,024 mg/L CN

Mercurio Total: 0,245 µg /L Hg

Guiselda Sierra #

* Ver Resolución 03893 de dic. 2005. "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas". www.ica.gov.co

Ciudad Universitaria. Calle 67 No. 53-108 Laboratorio 20-244. Teléfono 2195512. Fax: 2119028

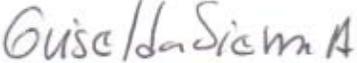
 Universidad de Antioquia 1803	<p align="center"> LABORATORIO CENTRO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y DE INGENIERÍA ÁREA FÍSICOQUÍMICOS INFORME DE RESULTADOS LAB – CIA 09 – 321 </p> <p> <small>*Registrado ante el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "ICA" por resolución 03893 del 20 de diciembre de 2005 como "Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas".</small> </p>	 IDEAM <small>INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y METEOROLÓGICOS</small> ACREDITADO BAJO LA NORMA ISO/IEC 17025. RESOLUCIÓN 0339 DE OCTUBRE 01 DE 2008
PARÁMETROS ACREDITADOS IDEAM: DBO ₅ , DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros y sulfatos.		Página 2 de 2
Código: F- 8703-01-0083		Versión 01

- ♦ A solicitud del cliente se realizaron las anteriores mediciones.

5. CONFIDENCIALIDAD

- ♦ Las muestras fueron puestas en el Laboratorio por el interesado.
- ♦ Los resultados anteriores son válidos únicamente para las muestras recibidas y analizadas en el Laboratorio, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente.

6. RESPONSABILIDAD


Ing. GRISELDA MARÍA SIERRA ÁVILA
 Coordinadora de Laboratorio (E)


T.Q. KATY ELIZABETH GIRALDO CANO
 Responsable Área Físicoquímicos



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



**ANEXO 3: RESULTADOS CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN LOS
SEDIMENTOS. PROGRAMA DE PASIVOS AMBIENTALES. B2GOLD
JULIO DE 2009.**



ALS Chemex

EXCELLENCE IN ANALYTICAL CHEMISTRY

ALS Colombia Ltda.

Parque Agroindustrial Perú
Bodega No. 4 (Km 2 vía Siberia)
Funza, Cundinamarca

Phone: (+)57 1 826 1635 www.alschemex.com

To: GRAMALOTE COLOMBIA LTD.
CALLE 113 NO. 7-21 TORRE A OF. 1101
BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL

Page: 1
Finalized Date: 2-SEP-2009
Account: CORBIGA

CERTIFICATE BG09081048

Project: B2GOLD PROJECT 511

P.O. No.: 2002144

This report is for 6 Stream Sediment samples submitted to our lab in Bogota, Colombia on 24-AUG-2009.

The following have access to data associated with this certificate:

ANGIE GARCÉS

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-24	Pulp Login - Rod w/o Barcode
LOG-22	Sample login - Rod w/o BarCode
DRY-22	Drying - Maximum Temp 60C
HOM-01	Homogenise Sample

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
Au-ICP22	Au 50g FA ICP-AES finish	ICP-AES
ME-MS41	51 anal. aqua regia ICPMS	

To: GRAMALOTE COLOMBIA LTD.
ATTN: ANGIE GARCÉS
CALLE 113 NO. 7-21 TORRE A OF. 1101
BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

Signature:

Milder Mascaraqui, Laboratory Manager, Peru



ALS Chemex
 EXCELLENCE IN ANALYTICAL CHEMISTRY
 ALS Colombia Ltda.

Parque Agroindustrial Perú
 Bodega No. 4 (Km 2 via Siberia)
 Funza, Cundinamarca
 Phone: (+)57 1 826 1635 www.alschemex.com

To: GRAMALOTE COLOMBIA LTD.
 CALLE 113 NO. 7-21 TORRE A OF. 1101
 BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL

Page: 2 - A
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 2-SEP-2009
 Account: CORBIGA

Project: B2GOLD PROJECT 511

CERTIFICATE OF ANALYSIS BG09081048

Sample Description	Method Analyte Units LOR	WEI-21	Au-ICP22	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41
		Recvd Wt. kg	Au ppb	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Sb ppm	Mo ppm	Bi ppm	Ba ppm	Hg ppm	Fe %	Mn ppm
		0.02	1	0.2	0.01	0.2	0.2	2	0.1	0.05	0.05	0.01	10	0.01	0.01	5
238960		1.78	5670	5.0	25.0	2770	95.5	43	4.6	1.41	7.22	47.9	90	99.9	3.49	1240
238961		1.56	2700	2.2	2.73	212	17.6	80	0.4	0.05	2.86	6.60	180	18.30	2.42	635
238962		1.97	4360	2.3	4.63	387	24.6	126	0.8	0.08	5.26	11.85	170	24.9	3.16	631
238963		2.20	5860	5.2	1.57	53.3	22.7	20	0.8	0.13	4.63	2.17	60	0.25	1.63	205
238964		0.12	1	<0.2	0.02	28.2	5.7	44	0.7	0.07	1.60	0.01	60	0.03	3.09	450
238965		0.19	3370	1.2	3.67	74.5	283	258	265	27.9	13.70	0.77	510	4.51	3.04	423

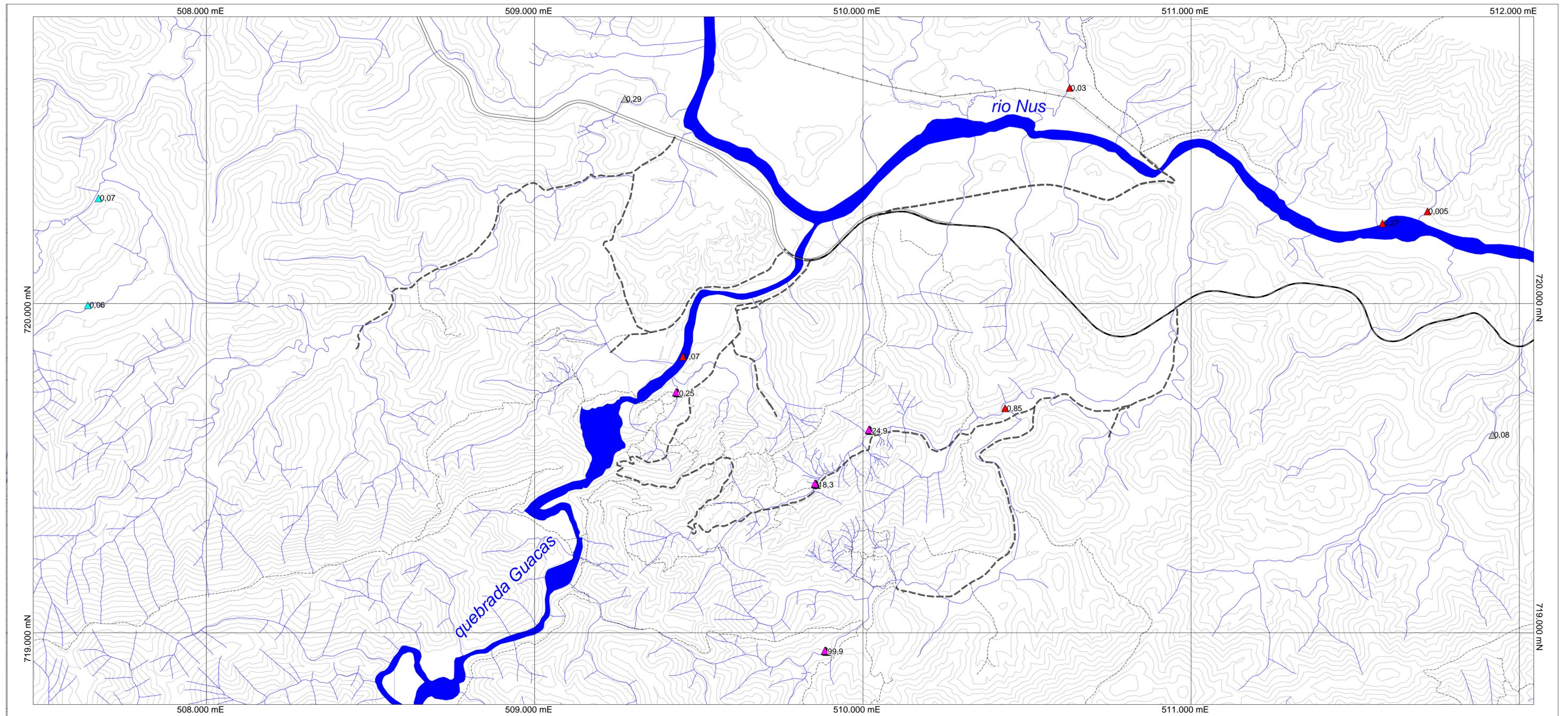
***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



ANEXO 4: CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.



Mapa Temático de Concentración de Mercurio en Muestras de Sedimentos de Corriente



Identificación del impacto ambiental ocasionado por el mercurio para una adecuada gestión ambiental de la Explotación de Oro Tradicional en el Corregimiento de Providencia n San Roque, Antioquia. 2009

CONVENCIONES

Udef_summary_ss_UTM_CLIP por HG_PPM

- ▲ 0,1 a 0,99 por encima del contenido promedio (8)
- ▲ 0,05 a 0,1 rango promedio en la corteza terrestre(4)
- ▲ 0 a 0,05 por debajo del contenido promedio (4)

- Drenaje
- Curva de nivel
- Camino o carretera

Especialización en Gestión Ambiental

Elaborado por:
Nathalia Andrea Henao Ramírez
Fabián Darío Marín Monsalve
Jorge Hernán Ospina Cataño
Luis Gregorio Machado Camargo

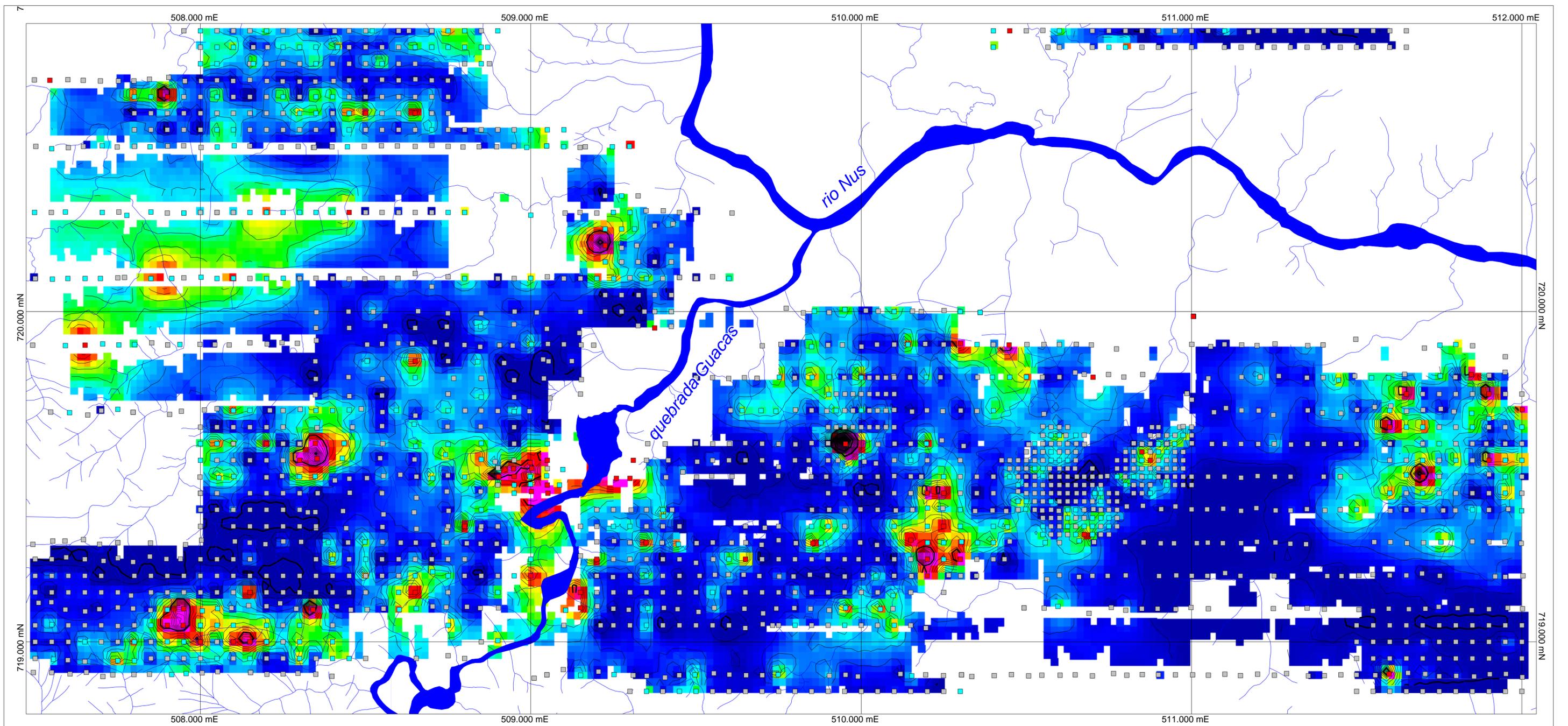


Escala gráfica:



Escala: 1: 7500

Fecha: Diciembre de 2009



Mapa Tematico de Concentración de Mercurio en Muestras de Suelo



Identificación del impacto ambiental ocasionado por el mercurio para una adecuada gestión ambiental de la Explotación de Oro Tradicional en el Corregimiento de Providencia n San Roque, Antioquia. 2009

CONVENCIONES

Gramalote_Soil_090710 por HG_PPM

- 0,1 a 0,99 Por encima del contenido promedio (70)
- 0,05 a 0,1 contenido promedio en la corteza terrestre (359)
- 0 a 0,05 pro debajo del contenido promedio (1365)

Leyenda Modelo de HG_PPM

- 0,603258341
- 0,0396243015
- 0,0249208048
- 0,014505828
- -0,0099999998

— Drenaje
 — Curva de nivel
 — Camino o carretera

Especialización en Gestión Ambiental

Elaborado por:
Nathalia Andrea Henao Ramírez
Fabián Darío Marín Monsalve
Jorge Hernán Ospina Cataño
Luis Gregorio Machado Camargo

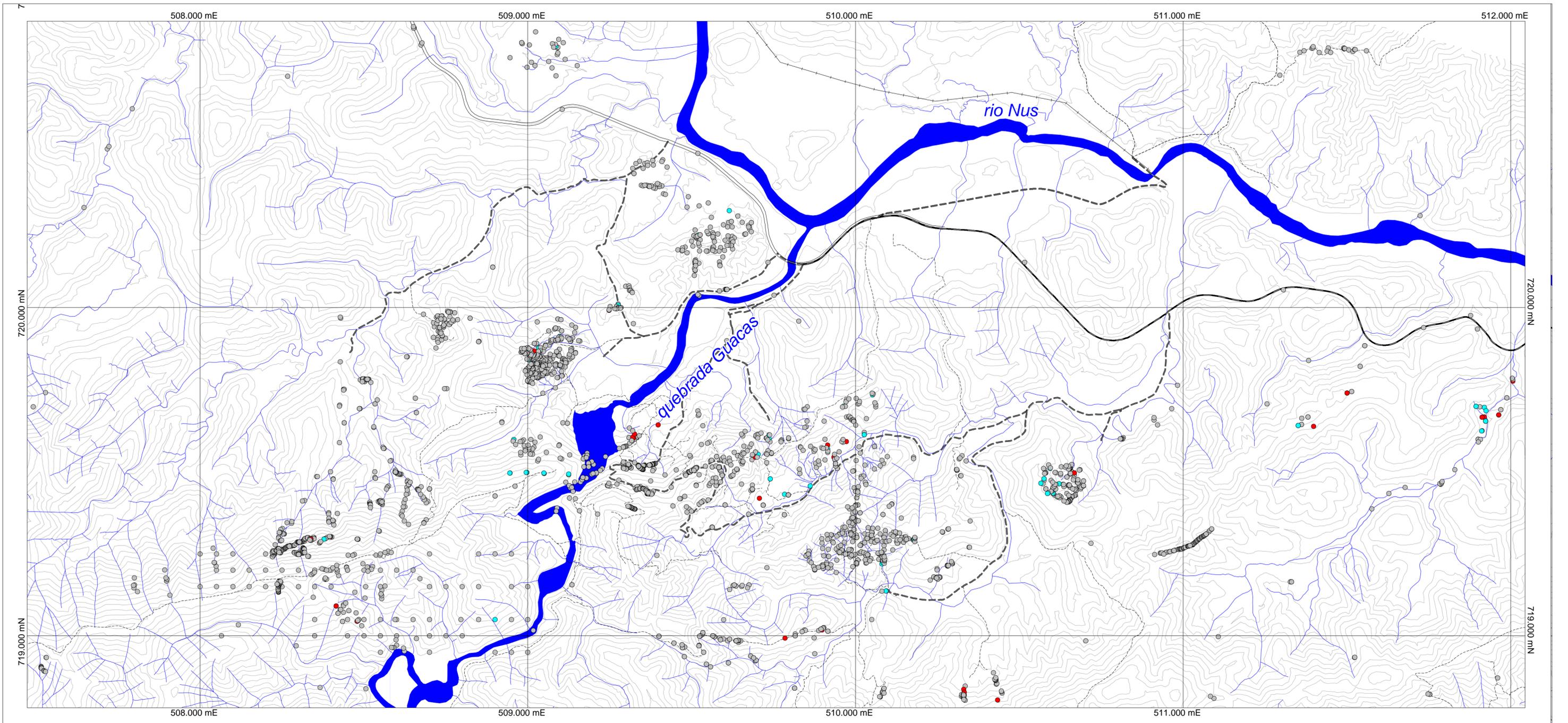


Escala gráfica:



Escala: 1: 7500

Fecha: Diciembre de 2009



Mapa Tematico de Concentración de Mercurio en Muestras de Roca



Identificación del impacto ambiental ocasionado por el mercurio para una adecuada gestión ambiental de la Explotación de Oro Tradicional en el Corregimiento de Providencia n San Roque, Antioquia. 2009

CONVENCIONES

CONCENTRACION DE HG_PPM
 ● 0,1 a 0,99 Por encima del Limite Natural (41)
 ● 0,05 a 0,1 Limite Natural (62)
 ● 0 a 0,05 Por debajo de Limite Natural (2469)

- Drenaje
- Curva de nivel
- Camino o carretera

Especialización en Gestión Ambiental

Elaborado por:
Nathalia Andrea Henao Ramírez
Fabián Darío Marín Monsalve
Jorge Hernán Ospina Cataño
Luis Gregorio Machado Camargo



Escala gráfica:



Escala: 1: 7500

Fecha: Diciembre de 2009



PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA POR EL MERCURIO PROVENIENTE DE LA MINERÍA AURÍFERA TRADICIONAL, EN EL CORREGIMIENTO DE PROVIDENCIA, ANTIOQUIA.
Luis Gregorio Machado Camargo - Jorge Hernán Ospina Cataño - Nathalia Andrea Henao Ramírez
- Fabián Darío Marín Monsalve



ANEXO 5: RECOMENDACIONES DE LINEAMIENTOS DE ACCIÓN.



RECOMENDACIONES DE LINEAMIENTOS DE ACCIÓN

1. ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR EL MERCURIO

Existen algunas alternativas tecnológicas que posiblemente sirva para identificar los lineamientos de acción, en cuanto al uso eficiente y controlado del mercurio en la minería tradicional:

1. Carbón activado

Se presenta como una buena alternativa ya que no sólo recupera mercurio sino también el oro presente en las soluciones de descarga.

2. Bentonita

La bentonita es una de las alternativas que mejores recuperaciones presenta. Puede ser usada para recubrir las zonas en donde se ubiquen rellenos para la disposición de los lodos contaminados.

3. Bromeliaceae (*Tillandsia recurvata*)

Buena opción para la recuperación de vapores de mercurio.

4. Sargassum sp.

Muestra recuperaciones cercanas al 60 % además de que presentan la ventaja de que no hay que tener cuidados especiales en su conservación pues estas son utilizadas muertas. Buena opción para la recuperación de vapores de mercurio.

5. Tratamiento con Peróxido de Hidrogeno

Demostraron altas recuperaciones de mercurio, hasta de un 90 %; presentándose como la mejor alternativa para minimizar el mercurio en los efluentes.

6. La capacitación y asesoría para la implementación masiva de técnicas y prácticas eficientes, seguras y limpias, así como de aspectos de seguridad e higiene ocupacional con impacto positivo en la comunidad minera en general.

2. ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE AMALGAMACIÓN

El método de mejoramiento integral de la amalgamación, incluye desde el empleo de trampas para mercurio y otras herramientas sencillas hasta la destilación y posterior activación del mismo.

2.1 Trampa de Laberinto

Desarrollada para la recuperación de materiales pesados a la salida del proceso de molienda, incluyendo oro, mercurio y amalgama. Presenta resultados satisfactorios en cuanto a la recuperación de oro, en relación con el bajo costo de la trampa y su fácil manufactura.

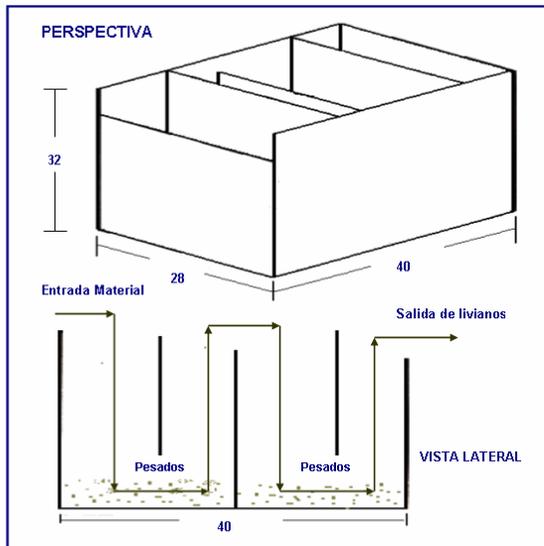
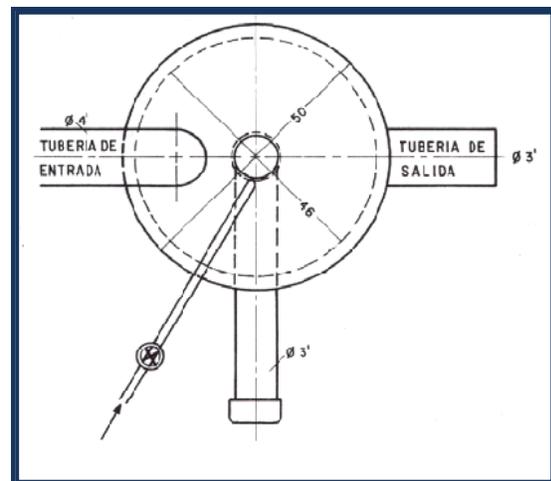
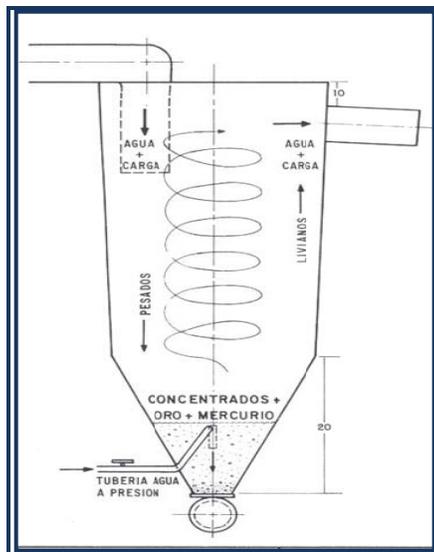


Figura 1: Diseño y la fotografía de la trampa de laberinto.

2.2 Trampa Cónica

Esta puede utilizarse en procesos de beneficio con alto flujo de agua o para mediana minería, disminuyendo atascamientos y tiempos de mantenimiento; presenta mejores recuperaciones de oro, amalgama, mercurio e incluso concentrados.



Figuras 2: Planta cónica vista frontal y de planta.

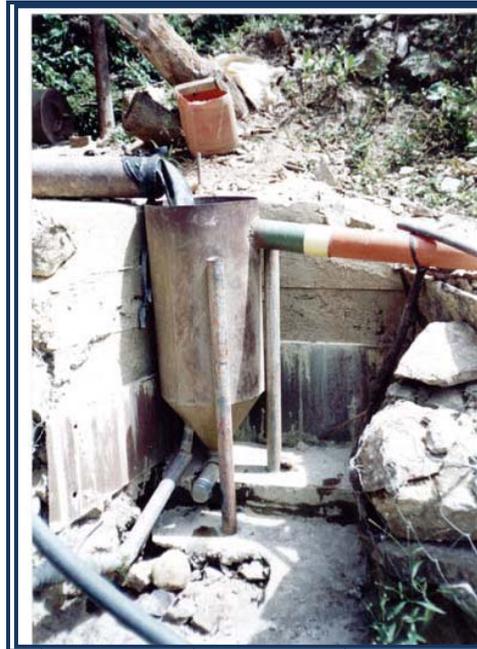


Figura 3: Trampa cónica.

2.3 Retorta

Los mineros usualmente queman la amalgama al aire libre, con lo cual el mercurio evaporado se integra a la atmósfera y pasa a formar parte del ciclo tóxico del metal en el medio ambiente, aunque una buena parte de los vapores venenosos es absorbida directamente por los mineros, a través de sus vías respiratorias con graves efectos.

Para evitar la liberación de tales vapores altamente tóxicos, se recomienda al minero quemar la amalgama en un circuito cerrado, en el cual sea posible destilar los fluidos resultantes.

Para llevar a cabo este proceso se busca implementar el uso de la retorta, la cual está compuesta por un crisol con tapa de cerradura hermética, para evitar la fuga de los gases mercuriales resultantes de la combustión, un tubo de escape conectado a la tapa del crisol y a un tubo de condensación descendente, éste atraviesa un sistema de refrigeración que consiste en otro tubo de mayor diámetro lleno normalmente de agua, el cual puede tener sistema de circulación del líquido refrigerante de ser necesario para un proceso largo de destilación.

Para efectuar el proceso se introduce la amalgama en el crisol y se cierra la tapa, luego se calienta la mezcla de oro y mercurio a temperatura superior a los 400°C, por encima de la cual la aleación se separa debido a la evaporación del mercurio. Los vapores se condensan a su paso por el tubo de condensación y descienden por éste en forma de gotas, hasta caer en un recipiente con agua colocado a la salida de dicho tubo.

Como combustible para el calentamiento del crisol es posible utilizar gas, gasolina blanca o carbón mineral avivado por fuelle. La duración del proceso depende de la fuente de calentamiento y puede estar entre 7 y 10 minutos. El promedio de recuperación de mercurio con este método está alrededor de un 99%. El costo de fabricación de la retorta de acuerdo con el tamaño oscila entre US \$30 a 50, lo cual da una idea del bajo costo de esta eficiente y sencilla tecnología.

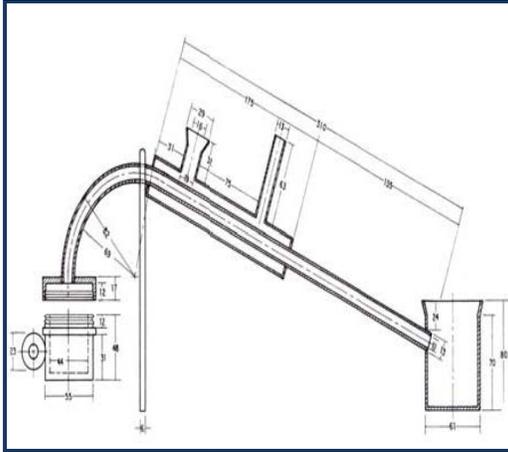


Figura 4: Retorta vista lateral y foto de la retorta.

En la chimenea de hornos quemadores de oro que procesen amalgama (oro + mercurio) deberá construirse un sistema de captación de agua con el fin de que el vapor de mercurio eliminado se condense, se acumule bajo el agua y así no sea nocivo.