

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO FONCE
DESDE EL KILÓMETRO 1 AL KILÓMETRO 3 DEL TRAMO 4**

DIEGO BONILLA DUARTE

YEILYS DEL ROSARIO MOLINA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2017**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO FONCE
DESDE EL KILÓMETRO 1 AL KILÓMETRO 3 DEL TRAMO 4**

DIEGO BONILLA DUARTE

YEILYS DEL ROSARIO MOLINA

Monografía para optar el título de Especialista en Ingeniería Ambiental

**Director:
RODOLFO SÁNCHEZ RUIZ
Ingeniero Ambiental y Especialista en Recurso Hídrico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2017**

DEDICATORIA

A Dios:

Por brindarme salud para lograr este objetivo, además de su infinita bondad y amor

A mi madre Elsa:

Por su gran apoyo, sus consejos, sus valores y la motivación que me ha permitido ser una persona mejor cada día, pero más que nada, por su amor

A mi novia Yuliana:

Por ser siempre mi compañera y darme esa voz de aliento para seguir siempre adelante.

Diego

A Dios por ser mi estandarte y cuidador en cada viaje;

A mi esposo Jaime Andrés por su paciencia y apoyo incondicional;

A mi hijo Jerónimo por ser mi saeta e inspiración;

A mis padres y hermanos por ser mi motivación para crecer cada día;

A Teresita y Cielo, amigas y colaboradoras invaluableles en este proceso.

Yeilys

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 CUENCA DEL RÍO FONCE.....	18
2.2 PROGRAMA DE MONITOREO	20
2.2.1 Vertimientos puntuales	20
2.2.2 Vertimientos industriales	20
2.2.3 Cuerpos de agua superficial	21
2.3 TOMA DE MUESTRAS.....	21
2.3.1 Parámetros in-situ	21
2.3.2 Procedimiento técnico de muestreo	22
2.3.3 Parámetros según el programa de monitoreo	23
2.4 INDICES DE CONTAMINACIÓN	24
2.4.1 Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)	24
2.4.2 Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO).....	25
2.4.3 Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS).....	26
2.4.4 Índice de Contaminación por Trofia (ICOTRO).....	26
2.4.5 Índice de Contaminación por pH (ICOpH)	26
2.5 NORMATIVIDAD LEGAL.....	27
3. ANTECEDENTES	30
4. OBJETIVOS	32
4.1 OBJETIVO GENERAL	32
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	32
5. METODOLOGÍA	33
5.1 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PUNTUALES.....	33
5.2 INVENTARIO PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE ARENA	33
5.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA	34

5.4	CALCULO DE LOS INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICO)	34
6.	RESULTADOS.....	35
6.1	INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PUNTUALES.....	35
6.2	INVENTARIO PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE ARENA	48
6.3	CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA	50
6.4	INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICO)	52
7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
7.1	INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PUNTUALES.....	54
7.2	INVENTARIO PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE ARENA	54
7.3	CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA	54
7.4	INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICO)	55
8.	CONCLUSIONES	56
9.	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFÍA.....	58
	ANEXOS.....	60

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Plano 11D - Tramo 4 río Fonce	17
Figura 2. Delimitación subcuencas del río Fonce	19
Figura 3. Vertimiento puntual sobre el río Fonce	20
Figura 4. Aspectos a tener en cuenta para evaluar la calidad del río Fonce	33
Figura 5. Localización de los vertimientos puntuales del segmento de estudio	47

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según el programa de monitoreo	23
Tabla 2. Relación entre la valoración ICO y el grado de contaminación de aguas superficiales	27
Tabla 3. Valores admisibles del agua para consumo humano y doméstico.....	28
Tabla 4. Vertimiento del Hotel Bell Spa	35
Tabla 5. Vertimiento del Restaurante Caruso y Hotel Vivaldi	35
Tabla 6. Vertimiento del Hotel Verano	36
Tabla 7. Vertimiento del Hotel Posada Campestre	36
Tabla 8. Vertimiento del Bar Bariloche.....	37
Tabla 9. Vertimiento del Hotel San Marcos Campestre	37
Tabla 10. Vertimiento del Hotel Villa Lucila.....	38
Tabla 11. Vertimiento del Motel Brisas	38
Tabla 12. Vertimiento del Restaurante Aires del Fonce.....	39
Tabla 13. Vertimiento del predio El Anaco	39
Tabla 14. Vertimiento del Hotel Cacique Yariqüi.....	40
Tabla 15. Vertimiento del Restaurante Bufalera el Muelle	40
Tabla 16. Vertimiento de Villa Tatiana	41
Tabla 17. Vertimiento de la discoteca El Trapiche	41

Tabla 18. Vertimiento del Restaurante Mateguada.....	42
Tabla 19. Vertimiento del predio de María del Rosario Ardila.....	42
Tabla 20. Vertimiento del predio Familia Villar Santos.....	43
Tabla 21. Vertimiento del predio Bella Vista	44
Tabla 22. Vertimiento del predio de Esther Rueda	44
Tabla 23. Vertimiento del predio de Juan Pablo Vargas Rueda	45
Tabla 24. Vertimiento de Tienda Nueva.....	46
Tabla 25. Inventario de los frentes de extracción de arena	48
Tabla 26. Monitoreo N.º 1 de la calidad del agua del río Fonce	50
Tabla 27. Monitoreo N.º 2 de la calidad del agua del río Fonce	51
Tabla 28. Parámetros obtenidos para el índice ICOMI	52
Tabla 29. Parámetros obtenidos para el índice ICOMO	52
Tabla 30. Parámetros obtenidos para el índice ICOSUS.....	52
Tabla 31. Parámetros obtenidos para el índice ICOTRO.....	53
Tabla 32. Parámetros obtenidos para el índice ICOpH.....	53
Tabla 33. Grado de contaminación según valores de ICO	55

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. ENCUESTAS REALIZADAS A LOS MINEROS.....	60
ANEXO B. INFORMES DE LABORATORIO	62

RESUMEN

TITULO: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO FONCE DESDE EL KILÓMETRO 1 AL KILÓMETRO 3 DEL TRAMO 4 *

AUTORES: DIEGO BONILLA DUARTE, YEILYS MOLINA GARCIA **

PALABRAS CLAVES: Contaminación, río Fonce, aguas residuales, índice de contaminación, materia fecal, parámetros microbiológicos.

Desde hace varios años se viene presentado una problemática ambiental relacionada con el grado de contaminación de la cuenca del río Fonce, principalmente en ciertos tramos de este cuerpo de agua debido a la deforestación, extracción de arena y descarga de aguas residuales domésticas.

La presente monografía consistió en realizar un diagnóstico ambiental del grado de contaminación de la fuente hídrica sobre un segmento dentro del tramo 4, este último definido en el Plan de Ordenamiento del río Fonce (PORH) y sus tributarios del año 2014. Se realizó un inventario de los hoteles y viviendas ubicadas dentro del segmento de estudio con el fin de verificar la existencia y funcionamiento de un sistema de tratamiento para las aguas residuales domésticas. Además, se visitaron los mineros artesanales en los puntos de extracción de arena para determinar si han sufrido de enfermedades al contacto con el agua del río.

Por otra parte, se revisaron los planes de monitoreo del agua del río Fonce en el segmento de estudio, estos fueron registrados por la CAS. Con base a los resultados obtenidos en estos análisis de laboratorio se determinaron los índices de contaminación (ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO, ICOpH).

Se logró determinar una alta contaminación de la fuente hídrica en el segmento evaluado debido a la descarga de aguas residuales domésticas con alto contenido de materia fecal. Es de vital importancia realizar un mayor control de los parámetros microbiológicos del cuerpo de agua dentro del segmento evaluado a través de planes de muestreo más frecuentes.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – químicas. Escuela de Ingeniería Química
Director: Rodolfo Sánchez Ruiz.

ABSTRACT

TITLE: ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE FONCE RIVER POLLUTION FROM KILOMETER 1 TO KILOMETER 3 OF SECTION 4*

AUTHORS: DIEGO BONILLA DUARTE, YEILYS MOLINA GARCIA **

KEYWORDS: Pollution, Fonce river, wastewater, water pollution index, fecal matter, microbiological parameters.

Environmental problems related to the pollution degree of the Fonce river basin have been presented for several years, mainly in certain sections of this body of water due to deforestation, sand extraction and discharge of domestic wastewater.

The present monograph consisted of an environmental diagnosis of the pollution degree of the water source on a segment within section 4, the latter defined in the Fonce River Order Plan (PORH) and its tributaries of the year 2014. It was performed an inventory of hotels and dwellings located within the study to verify the existence and functioning of a treatment system for domestic wastewater. In addition, the artisanal miners were visited at the sand extraction points to determine if they had suffered from diseases on contact with the river water.

On the other hand, monitoring plans of the Fonce river water in the study segment were reviewed, these were registered by the CAS. Based on the results obtained in the laboratory analyzes the water pollution indexes (ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO, ICOpH) were determined.

It was possible to determine high pollution of the water source in the evaluated segment due to the discharge of domestic wastewater with high content of fecal matter. It is of vital importance to carry out greater control of the microbiological parameters of the body of water within the segment evaluated through more frequent monitoring plans.

* Degree work

** Faculty of Physicochemical Engineering. Department of Chemical Engineering Department. Director: Rodolfo Sánchez Ruiz.

INTRODUCCIÓN

Entre las principales causas de contaminación ambiental de la cuenca del río Fonce se encuentran las relacionadas con la deforestación producto de la ampliación de zonas cultivables, extracción de arena de peña en el municipio de Mogotes y la descarga de aguas residuales de tipo doméstico e industrial con presencia de sustancias tóxicas, corrosivas, patógenas, abrasivas y mutagénicas, que generan problemas de salubridad y malos olores. El problema se acentúa en épocas de estiaje donde los ríos exceden la capacidad de asimilación de estos xenobióticos, alterando la naturaleza química y biológica de la fuente hídrica receptora.

Una alternativa para evaluar el grado de contaminación del río Fonce es mediante la aplicación de indicadores, los cuales pueden ser calculados si se cuenta con información de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del cuerpo de agua superficial. Lo anterior permite obtener una percepción de la calidad del recurso hídrico y se podrán generar nuevos datos y/o límites permisibles para fortalecer la legislación que regula los vertimientos y la contaminación general de las fuentes hídricas en Colombia.

Por tal razón, se ha elaborado un diagnóstico ambiental sobre un segmento en particular dentro del tramo 4, este último definido en el Plan de Ordenamiento del río Fonce (PORH) y sus tributarios del año 2014. De esta manera, se determinó el grado de contaminación de la fuente hídrica. Además de la verificación de los vertimientos actuales y los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la fuente receptora con base a muestreos puntuales realizados anteriormente y consignados en documentos pertenecientes a la CAS.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La cuenca del río Fonce es una de las más importantes fuentes hídricas del departamento de Santander por su caudal y por su extensión. No obstante, desde hace varios años viene presentando una problemática ambiental causada por el manejo inapropiado de las aguas residuales domésticas e industriales generadas por las distintas actividades económicas de la región. Por ende, la ciudadanía ha manifestado su malestar a través de quejas ambientales ante la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), solicitando un mayor control y regulación de los vertimientos de aguas residuales sobre la fuente hídrica.

El tramo 4 definido en la formulación del Plan de Ordenamiento del río Fonce y sus tributarios del año 2014¹, tal como se muestra en la figura 1, es de gran interés para el desarrollo de esta monografía, ya que en esta área inicia el desarrollo de la zona hotelera del municipio de San Gil, donde la mayoría de establecimientos no poseen cobertura de la red de alcantarillado. Por tal razón, hay una descarga de vertimientos puntuales con aguas residuales domésticas y no domésticas hacia la fuente hídrica; en algunos casos con vertimiento del agua residual sin tratamiento previo. En la margen izquierda del río del tramo mencionado anteriormente se desarrollan actividades mineras artesanales; como es el caso de la extracción de arena, que genera arrastre de material particulado y por ende posible alteración a las características fisicoquímicas en términos de calidad. Así mismo, este tramo se superpone con el área correspondiente al título minero HKF-09471, el cual pertenece a la Asociación de Areneros de San Gil, Páramo y Valle de San José. Este cuenta con una licencia ambiental vigente otorgada por la CAS.

Debido a que el tramo 4 presenta una extensión considerable aproximadamente de 10,31 km, se procedió a seleccionar un segmento de estudio más corto, el cual inicia desde el kilómetro 1 hasta el kilómetro 3 en el sentido de la vía San Gil – Charalá (observado en la figura 1 y sombreado en color amarillo); en esta se encuentran establecimientos comerciales tales como: hoteles y restaurantes, los cuales vierten aguas residuales producto de su actividad económica a la fuente hídrica. Incluso habitantes de las veredas Bejaranas y Mateguadua también vierten aguas residuales domésticas directamente al río a través de mangueras o tuberías siendo estas visibles en épocas de estiaje.

¹ Convenio Interadministrativo No. 302 de 2013 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CAS. Informe final “Formulación del Plan de Ordenamiento del río Fonce y sus tributarios”, 2014. 81 p.

2. MARCO TEÓRICO

Una cuenca hidrográfica comprende el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que a su vez pueden desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. El departamento de Santander cuenta con una extensa red hidrográfica, compuesta por ocho ríos mayores y por el sistema de ciénagas en el valle del Magdalena. Su territorio posee el 11,42% del total del área de la cuenca del río Magdalena y aporta aproximadamente el 15% de su caudal, correspondiente a un volumen cercano a los 35 millones de m³/año. El 45% de este caudal es entregado por el río Sogamoso, el cual recoge las aguas de los ríos Chicamocha, Suárez y Fonce.

2.1 CUENCA DEL RÍO FONCE

El río Fonce nace de la confluencia del río Pienta y el Táquiza, principales afluentes de los cuales el Pienta nace en los límites con el departamento de Boyacá, en la serranía de Peña Blanca y desemboca en el río Suárez en inmediaciones del municipio de El Palmar. Tiene una longitud total de 98 Km. y una hoya hidrográfica de 215.900 hectáreas, de las cuales 209.956 hectáreas corresponden a territorio santandereano. La cuenca transcurre desde una altura de 3.800 m.s.n.m. en sus nacimientos, hasta llegar 700 m.s.n.m., al desembocar en el río Suárez. Dentro de la cuenca del río Fonce, se destacan las subcuencas de los ríos Curití, Mogoticos, Taquiza-Tute, Pienta y las quebradas de Sobacuta, Moraría y Curití, como se puede apreciar en la figura 2. Los drenajes que vierten a la parte baja de la cuenca se desplazan en medio de valles encañonados, en ocasiones invadiendo caminos veredales y reales, construidos para mejorar la accesibilidad de las zonas con los centros poblados.

2.2 PROGRAMA DE MONITOREO

En el desarrollo de un programa de monitoreo es indispensable establecer el sitio en el cual se desarrollará el muestreo; la selección de éste deberá estar de acuerdo con el objetivo que se persigue a través del programa. Existen una serie de factores y criterios que deben considerarse para la selección de los sitios de muestreo para vertimientos puntuales, vertimientos industriales, cuerpos de agua superficial y aguas subterráneas.

2.2.1 Vertimientos puntuales: Corresponde a los vertimientos de origen industrial, doméstico y/o de alcantarillado, realizados en un punto fijo, directamente o a través de un ducto hacia la fuente receptora, como se muestra en la figura 3. Para los vertimientos puntuales a los cuerpos de agua, la ubicación del sitio o lugar de muestreo corresponde al punto de descarga, y se encuentra ubicado antes de su incorporación al cuerpo de agua. Por lo tanto, el muestreo deberá ser desarrollado en este punto, teniendo en cuenta éste como factor y criterio.

Figura 3. Vertimiento puntual sobre el río Fonce



Fuente: Fotografía tomada por los autores durante una visita de campo en las coordenadas N:1212663 E:1105339.

2.2.2 Vertimientos industriales: Al igual que para los vertimientos puntuales a los cuerpos de agua, la ubicación del sitio o lugar de muestreo, corresponde al punto de descarga, el cual podrá ser directamente a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.

2.2.3 Cuerpos de agua superficial: Los factores y criterios para la ubicación de sitios de muestreo en cuerpos de agua superficial se pueden agrupar en:

- **Factores Fundamentales:** Determinan el por qué y el para qué de la localización del sitio, e involucran aspectos tales como: condiciones de referencia, principales vertimientos, confluencia con ríos principales, políticas relacionadas con el recurso hídrico, zonas de desarrollo industrial y urbano existentes y potenciales, bocatomas de acueductos y distritos de riego, entre otros.
- **Factores Condicionantes:** Se refieren a las limitaciones propias de cada localización, que tienen que ver con: dificultad de acceso, seguridad de los equipos y del personal, infraestructura existente, características hidráulicas de la sección y tramo, cercanía a estaciones hidrológicas existentes, facilidad para realizar actividades hidrométricas y facilidad para la recolección de muestras, entre otros.
- **Factores Limitantes:** Hacen referencia al presupuesto y al equipo de medición (capacidad, precisión, requerimientos de instalación, operación y mantenimiento), entre otros.

2.3 TOMA DE MUESTRAS

Al momento de ejecutar un muestreo de un cuerpo de agua es importante conocer los requerimientos y cuidados que se deben tener en cuenta para las mediciones de los parámetros en campo o en in –situ y toma de muestras para análisis de otros parámetros tales como: SST, DBO₅, DQO, fosfatos, nitritos, nitratos, grasas y aceites, entre otros.

2.3.1 Parámetros in-situ: La medición de parámetros en campo (pH, oxígeno disuelto, conductividad, turbidez y temperatura) se realiza generalmente mediante equipos portátiles, tales como: pH-metros y conductímetro. Estos parámetros deberán ser tomados de las muestras puntuales dado que la representatividad de éstos, se pierde si se toman de muestras compuestas o integradas.

En aguas superficiales (ríos, lagunas, arroyos, quebradas, entre otros) la sonda multiparamétrica del pH-metro y conductímetro se debe sumergir directamente en la mitad de la sección transversal, a una profundidad entre 20 y 30 cm de la

superficie, en una zona de poca turbulencia y se procede a tomar la lectura. Para la medición de oxígeno disuelto es deseable que esta se verifique con el método Winkler sobre al menos una alícuota de otra porción de muestra, evitando la agitación y la formación de burbujas. En el caso de vertimientos, es necesario tomar la muestra en un balde, dentro del cual se deberá sumergir el equipo sin tocar el fondo de este. Sin embargo, para evitar posibles daños en los equipos de medición, es recomendable antes de sumergir los sensores verificar las condiciones de temperatura y pH.

2.3.2 Procedimiento técnico de muestreo: En caso de que la muestra sea compuesta o integrada, se sugiere mantener los recipientes de las diferentes muestras puntuales, ubicados a la sombra y tapados para evitar alteraciones en las características de la muestra por elementos extraños.

- **Muestras puntuales:** Se podrá desarrollar a través de la utilización de un muestreador si es para agua superficial y subterránea, o de un balde para aguas superficiales y vertimientos.
- **Muestras compuestas:** Este tipo de muestras se compone tomando y mezclando en un mismo recipiente un volumen (alícuota) de muestra que se calcula de la siguiente forma:

$$V_i = \frac{V \times Q_i}{n \times Q_p}$$

V_i = Volumen de cada alícuota o porción de muestra

V = Volumen total a componer

Q_i = Caudal instantáneo de cada muestra

Q_p = Caudal promedio durante el muestreo

n = Número de muestras tomadas

Se recomienda exceder el volumen de muestra requerida en un 20%, con el fin de suplir posibles pérdidas o derrames en la manipulación. La toma de muestras para el análisis en laboratorio y la duración y frecuencia del muestreo, dependerá del objetivo del programa de monitoreo y de las características del cuerpo de agua o del vertimiento a muestrear. Adicionalmente, para esta clase de vertimientos, es importante conocer el proceso productivo y los posibles contaminantes, ya que existe la probabilidad de producir reacciones químicas con los preservantes, que pueden ser nocivas para la salud.

- **Muestras integradas:** Para el caso del muestreo integrado (aplicable a ríos de 10 a 100 metros de ancho), para la toma de las muestras puntuales es deseable el uso de un muestreador tipo botella Van Dorn², de lo contrario se puede utilizar un balde. Se usa el método del incremento-de-ancho-igual (EWI) para obtener una serie de muestras puntuales, cada muestra puntual representa un volumen de agua tomado a anchos iguales.

2.3.3 Parámetros según el programa de monitoreo: A continuación, en la tabla 1 se muestran los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se deberían analizar en un laboratorio y en campo de conformidad a los objetivos del programa de monitoreo.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según el programa de monitoreo

OBJETIVO	PARÁMETROS A ANALIZAR	OBSERVACIONES
Seguimiento del Recurso	Amoniaco, Arsénico, Bario, Cadmio, Cianuro, Cinc, Cloruros, Cobre, Color, Cromo, Mercurio, Nitratos, Nitritos, pH, Plata, Plomo, Selenio, Sulfatos, SAAM, DBO, DQO, SST, SSD, Coliformes Totales y Fecales.	El Decreto 1594/84 art. 38 - 45, fija los diferentes parámetros a monitorear, así como las concentraciones máximas permisibles para los diferentes usos del recurso hídrica (consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario, recreativo y preservación de flora y fauna).
Control y Vigilancia	Amoniaco, Arsénico, Bario, Cadmio, Cianuro, Cinc, Cloruros, Cobre, Color, Cromo, Mercurio, Nitratos, Nitritos, pH, Plata, Plomo, Selenio, Sulfatos, SAAM, DBO, DQO, SST, SSD, Coliformes Totales y Fecales.	Adicional a lo establecido en el Capítulo IV, en el Capítulo VI art. 72 – 74 del Decreto 1594/84 se fijan los parámetros y las concentraciones máximas permisibles para vertimientos a cuerpos de agua y a alcantarillados.
Modelamiento de los cuerpos de agua	DBO, Metales Pesados, pH, Oxígeno disuelto, Nutrientes y SST.	Los parámetros a analizar dependerán del tipo de modelo que se quiera emplear.

Fuente: IDEAM. Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas. 2002

² **Botella Van Dorn:** Muestreador horizontal ideal para coleccionar agua en lagos, corrientes de agua o aguas estratificadas.

2.4 INDICES DE CONTAMINACIÓN

Los índices de contaminación (ICO) consisten en una expresión matemática simple, de la combinación de parámetros físicos, químico y microbiológicos los cuales sirven como medida de la calidad de una fuente hídrica. El valor obtenido que oscila entre 0 y 1, se clasifica en diferentes rangos a los cuales se les asigna una descripción cualitativa para determinar el grado de contaminación del agua, con los cuales puede valorarse el recurso hídrico.

2.4.1 Índice de contaminación por mineralización (ICOMI): La conductividad refleja el contenido de sólidos disueltos en la corriente del cuerpo de agua, la dureza indica la concentración de iones de calcio y magnesio y la alcalinidad hace referencia a la concentración de los iones carbonato y bicarbonato. Este índice se define en un rango de 0 a 1 en el cual los valores cercanos a cero indican baja contaminación por mineralización, por el contrario, los valores cercanos a uno indican una alta contaminación por mineralización.

$$ICOMI = \frac{1}{3}(I_{CONDUCTIVIDAD} + I_{DUREZA} + I_{ALCALINIDAD})$$

Las expresiones matemáticas empleadas para calcular el ICOMI se muestran a continuación:

- **Cálculos para el índice de conductividad:**

$$I_{CONDUCTIVIDAD} = \log_{10} I_{CONDUCTIVIDAD} = 3,26 + 1,34 \log_{10} \text{Conductividad}(\mu\text{S}/\text{cm})$$

$$I_{CONDUCTIVIDAD} = 10^{\log I_{CONDUCTIVIDAD}}$$

Valores superiores a 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tienen un índice de 1.

- **Cálculos para el índice de dureza:**

$$I_{DUREZA} = \log_{10} I_{DUREZA} = -9,09 + 4,40 \log_{10} \text{Dureza}(\mu\text{S}/\text{cm})$$

$$I_{DUREZA} = 10^{\log I_{DUREZA}}$$

Valores superiores a 100 mg/l tienen un índice de 1 e inferiores a 30 mg/l tienen un índice de 0.

- **Cálculos para el índice de alcalinidad:**

$$I_{ALCALINIDAD} = -0,25 + 0,005 \text{ Alcalinidad (mg/l)}$$

Valores superiores a 250 mg/l tienen un índice de 1 e inferiores a 50 mg/l tienen un índice de 0.

2.4.2 Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO): Utiliza las variables de DBO₅, coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno, donde las dos primeras reflejan fuentes diversas de contaminación orgánica y la tercera expresa la respuesta ambiental del cuerpo a este tipo de polución.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{COLIFORMES} + I_{OXIGENO\%})$$

Las expresiones matemáticas empleadas para calcular el ICOMO se muestran a continuación.

- **Cálculos para el índice de DBO₅:**

$$I_{DBO} = -0,005 \log_{10} DBO \text{ (mg/l)}$$

Valores superiores a 30 mg/l tienen un índice de 1 e inferiores a 2 mg/l tienen un índice de 0.

- **Cálculos para el índice de Coliformes Totales:**

$$I_{COLIFORMES\ TOTALES} = -1,44 + 0,56 \log_{10} \text{Coliformes Totales (NMP /100ml)}$$

Coliformes Totales > 20.000 (NMP/100 ml) = 1
Coliformes Totales < 500 (NMP/100 ml) = 0

- **Cálculos para el índice de Oxígeno**

$$I_{OXIGENO\%} = 1 - 0,001 \text{ Oxígeno}\%$$

Si el % de oxígeno es mayor a 100 tienen un índice de oxígeno = 0

2.4.3 Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS): Se determina a partir de la concentración de sólidos suspendidos, definidas como aquellas partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución.

$$ICOSUS = -0,02 + 0,003 \text{ Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Valores de sólidos suspendidos mayores a 340 mg/l tiene un índice = 1

Valores de sólidos suspendidos menores a 10 mg/l tiene un índice = 0

2.4.4 Índice de Contaminación por Trofia (ICOTRO): Se calcula sobre la base de la concentración de fósforo total en mg/l. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico.

Oligotrofia: < 0,01	(mg/l)
Mesotrofia: 0,01 – 0,02	(mg/l)
Eutrofia: 0,02 – 1,00	(mg/l)
Hipereutrofia: > 1,00	(mg/l)

2.4.5 Índice de Contaminación por pH (ICOpH): Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo.

Si el pH es menor a 7, entonces $pH = 14 - pH$

$$ICOpH = \frac{e^{-3,108 + 3,45}}{1 + e^{-3,108 + 3,45}}$$

Una vez obtenidos los valores de cada uno de los índices descritos anteriormente se determina el grado de contaminación, tal como se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Relación entre lo valoración ICO y el grado de contaminación de aguas superficiales

INDICE DE CONTAMINACIÓN	GRADO DE CONTAMINACIÓN
0.0 – 0,20	NINGUNA
0,21 - 0,40	BAJA
0,41 – 0,60	MEDIA
0,61 – 0,80	ALTA
0,81 – 1,00	MUY ALTA

Fuente: Ramírez et al., 2006.

2.5 NORMATIVIDAD LEGAL

A continuación, se menciona la normatividad ambiental legal vigente en Colombia que regula el manejo de vertimientos y los diferentes usos de las fuentes hídricas receptoras.

- **DECRETO 2811 DE 1974**

Reglamentado por el Decreto Nacional 1608 de 1978 , Reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 1715 de 1978, Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986 , Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988 , Reglamentado por el Decreto Nacional 4688 de 2005, Reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010.

Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente tratando en el Capítulo II sobre el dominio de las aguas y sus cauces, Título II de los modos de adquirir derecho al uso de las aguas, de las concesiones, características y condiciones, el procedimiento para el otorgamiento de dichas concesiones, explotación y ocupación de los cauces, playas y lechos, tasas retributivas en su artículo 18 y el cual fue derogado por el artículo 118 de la Ley 99 de 1993, entre otros.

- **LEY 9 DE 1979**

La cual dicta medidas para el control sanitario de los usos del agua, residuos líquidos, residuos sólidos, disposición de excretas, suministro de agua y salud

ocupacional, así como normas que deben sujetarse para alimentos, saneamiento de edificaciones, control y vigilancia epidemiológica y defunciones.

Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986, Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 1172 de 1989 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 374 de 1994 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 1546 de 1998 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 2493 de 2004 , Modificada por el art. 36, Decreto Nacional 126 de 2010, **en lo relativo a las multas**, Modificada por la Ley 1805 de 2016.

- **DECRETO 1594 DE 1984**

Fue expedido el 26 de junio de 1984 por el Ministerio de Agricultura y Salud y derogado por el art. 79 del decreto 3930 de 2010 a excepción del artículo 20 que contiene el listado de sustancias que son consideradas de interés sanitario. También, el artículo 21 define que un usuario de interés sanitario es aquel en cuyos vertimientos se puede encontrar alguna de las sustancias listadas en el artículo anterior. En su art. 38 se menciona que los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional. En la tabla 3 se definen los valores admisibles de ciertos parámetros del agua según el uso del recurso.

Tabla 3. Valores admisibles del agua para consumo humano y domestico

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
Cinc	mg/l	15
Color	UPC	75
Nitratos	mg/l	10
Nitritos	mg/l	10
pH	Unidades de pH	5,0 – 9,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0,5
Coliformes Totales	NMP/100 ml	20.000
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2.000

Fuente: Art 38. Decreto 1594 de 1984

- **ARTÍCULO 79 Y 80 DE LA CONSTITUCIÓN POLITICA DE 1991**

La Constitución Política de Colombia en sus artículos 79 y 80 establece que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación ambiental para garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales de una manera sostenible. Además, se debe prevenir y controlar los factores de deterioro

ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

- **LEY 99 DE 1993**

Fue reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 3600 de 2007, Reglamentada por el Decreto Nacional 2372 de 2010.

A través de esta Ley se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y otras disposiciones.

En el artículo 42 se reglamentan las tasas retributivas y compensatorias, modificado su parágrafo 1 por el art. 211, Ley 1450 de 2011; el parágrafo 2 Adicionado por el art. 107, Ley 1151 de 2007, Modificado por el art. 211, Ley 1450 de 2011 y el parágrafo 3 Adicionado por el art. 107, Ley 1151 de 2007, Modificado por el art. 211, Ley 1450 de 2011.

El artículo 43 en el cual se reglamentan las tasas por utilización de aguas fue reglamentado por el Decreto Nacional 155 de 2004.

- **DECRETO 3930 DE 2010**

Reglamenta parcialmente el Título I de la ley 9 de 1979 y fue expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial el 25 de octubre de 2010, el cual establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos a fuentes hídricas, al suelo y a los alcantarillados. En su artículo 28 menciona que el Ministerio fijará los parámetros y los límites máximos permisibles de los vertimientos a las aguas superficiales, marinas, a los sistemas de alcantarillado público y al suelo.

Este decreto fue compilado mediante el Decreto 1076 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- **RESOLUCIÓN 631 DE 2015**

Reglamenta el artículo 28 del decreto 3930 de 2010 y fue expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el 17 de marzo de 2015. El objeto principal de esta normatividad es reducir y controlar la descarga de sustancias contaminantes que se realizan en cuerpos de aguas superficiales o al alcantarillado público, mediante límites máximos permisibles de 56 parámetros que definen las características de los diferentes tipos de vertimientos según la actividad desarrollada.

3. ANTECEDENTES

Los índices de contaminación (ICO) fueron desarrollados por Ramírez, et al., (1998), a partir de estudios fisicoquímicos, microbiológicos y limnológicos realizados en la industria petrolera para condiciones de ríos de Colombia. Los ICO se desarrollaron con base en legislaciones de diversos países, acordes con las concentraciones de las distintas variables y los usos potenciales de las aguas. Lamus y Pedraza (2004) evaluaron la parte alta del río Fonce mediante la utilización de índices de contaminación (ICO), los cuales relacionan una amplia variedad de parámetros fisicoquímicos establecidos por normatividad en el decreto 1594/84. Los resultados obtenidos mostraron que la fuente hídrica está contaminada por materia orgánica principalmente, debido a los valores altos de DBO_5 y coliformes totales.

Más adelante, Moreno (2007) examinó los efectos de la regulación ambiental en la adopción de tecnologías que redujeran vertimientos en firmas industriales en el departamento de Santander en relación con la presión del mercado y comunidades. Los resultados mostraron que la inversión en tecnologías ambientales surge de la presión por las autoridades ambientales y que el efecto depende del tamaño de la firma. Un hallazgo significativo del estudio desarrollado por el autor muestra que, si bien es cierto que hay un acompañamiento del regulador ambiental, las plantas industriales se encuentran en la búsqueda de prácticas rentables de reutilización y reciclaje de subproductos presentes en los vertimientos.

Otros estudios realizados sobre el grado de contaminación ambiental del río Fonce fueron desarrollados por Larrota y González (2010), quienes buscaron diagnosticar la situación de los vertimientos de aguas residuales domésticas en el área urbana de San Gil, Pinchote y el Páramo. Los autores evidenciaron que en la fuente hídrica y algunos de sus afluentes excedían los valores máximos permisibles de coliformes fecales hasta cinco veces para las plantas de tratamiento y un tres por ciento para la fuente hídrica, aumentando considerablemente la presencia de microorganismos patógenos. Así mismo, los resultados obtenidos mediante la aplicación de índice de calidad de agua (ICA) mostraron concordancia con los presentados por el IDEAM en los estudios de diagnóstico de la calidad del recurso hídrico, certificando que la calidad del río Fonce en general es dudosa.

Por otra parte, se evaluaron las condiciones fisiográficas que caracterizan al río Fonce en sus secciones alta y media; la primera de ellas destacada principalmente por ser una zona de recarga hídrica con altas pendientes, un cauce encajonado

dentro de un cañón y protegido por vegetación endémica en donde se presentan procesos erosivos del río, que transcurre por los municipios de Encino, Coromoro, Charalá y Ocamonte. En cambio, en su zona media a pesar de tener un cauce encajonado hay una disminución notoria de la pendiente, donde se deposita el material de arrastre y disminuye el número de afluentes; en esta última sección se localizan los municipios de El Páramo, Valle de San José, Curití y San Gil. Estas condiciones tienen una influencia importante en el estado actual y en la capacidad de recuperación del río; pudiéndose afirmar que el sector alto reúne condiciones favorables para garantizar su conservación, en tanto que el sector medio, asociado con su desarrollo socioeconómico y falta de medidas administrativas para el control ambiental del recurso hídrico, dificultan el mantenimiento de las condiciones mínimas de equilibrio (Salazar et al., 2012).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Hacer un diagnóstico ambiental de la contaminación del río Fonce desde el kilómetro 1 al kilómetro 3 en el tramo 4 de la fuente hídrica en el sentido de la vía San Gil – Charalá.

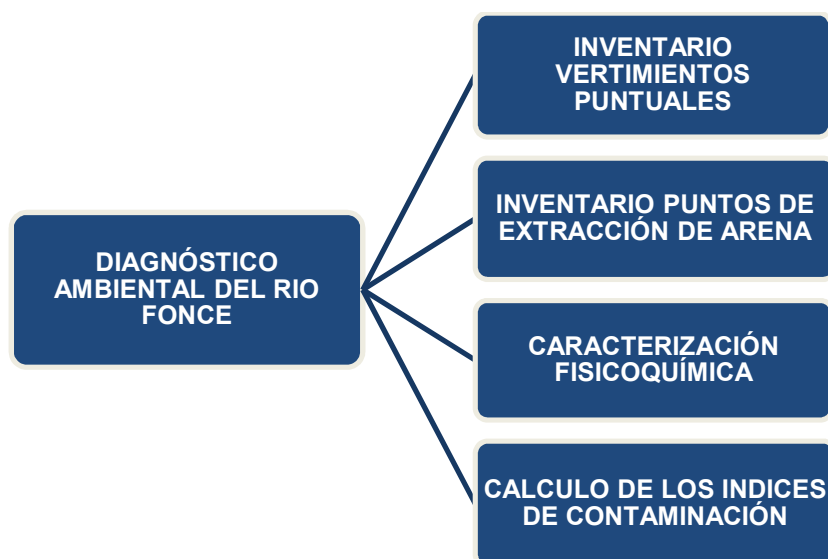
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un inventario de los generadores de vertimientos puntuales mediante visitas de campo a cada uno de los establecimientos comerciales y viviendas existentes en el segmento de estudio seleccionado.
- Identificar los sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en los establecimientos comerciales y viviendas visitadas dentro del segmento seleccionado para el estudio.
- Realizar un inventario de los puntos de extracción de arena artesanal mediante visitas de campo a cada uno de los frentes existentes dentro del segmento de estudio seleccionado.
- Analizar los valores obtenidos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del río Fonce dentro del segmento de estudio seleccionado.
- Determinar el grado de contaminación del río Fonce en el segmento de estudio seleccionado mediante el cálculo de los índices de contaminación (ICO).

5. METODOLOGÍA

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental del río Fonce en el segmento de estudio, que permita determinar el grado de contaminación, se ha propuesto la siguiente metodología tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Aspectos a tener en cuenta para evaluar la calidad del río Fonce



5.1 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PUNTUALES

Cada uno de los hoteles y viviendas dentro del segmento de estudio fueron georreferenciados con un GPS Garmin GPS 60 mediante coordenadas planas y con origen Bogotá. Durante las visitas de campo efectuadas a cada uno de los predios se verificó la existencia y funcionamiento de un sistema de tratamiento para las aguas residuales domésticas.

5.2 INVENTARIO PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE ARENA

En el segmento de estudio se identificó la existencia de minería artesanal, donde se corroboró la superposición de la zona con el título minero HKF - 09471, el cual posee Licencia Ambiental aprobada por la CAS a través de la Resolución DGL No. 000000726 de 20 de agosto de 2013. El título se encuentra concesionado para

materiales de construcción a nombre de la Asociación de Areneros de San Gil, Páramo y Valle de San José. Se realizó el inventario de los frentes de explotación y fueron georreferenciados con un GPS Garmin GPS 60 mediante coordenadas planas y con origen Bogotá.

Como parte del trabajo de campo durante las visitas a los frentes de explotación se diligenció una encuesta social diseñada por los autores, con el fin de identificar posibles enfermedades de los mineros artesanales asociadas al contacto directo con el agua.

5.3 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

Durante el año 2016 se llevaron a cabo dos planes de muestreo sobre el río Fonce y sus tributarios por parte del laboratorio PSL PROANALISIS LTDA, laboratorio debidamente certificado por el IDEAM. Sin embargo, únicamente dos puntos de muestreo se encuentran dentro del segmento de estudio evaluado, estos son los puntos 17 y 18.

5.4 CALCULO DE LOS INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICO)

Con base a los resultados obtenidos en los informes de laboratorio, se procedió a calcular los índices de contaminación (ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO, ICOpH) para determinar el grado de contaminación del río Fonce.

6. RESULTADOS

6.1 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PUNTUALES

Las visitas de campo permitieron determinar la situación actual de cada uno de los predios en cuanto al manejo de sus aguas residuales domésticas. Desde la tabla 4 hasta la tabla 24 se muestra la descripción de cada uno de estos vertimientos. Finalmente, en la figura 5 se muestran todos los vertimientos puntuales identificados.

Tabla 4. Vertimiento del Hotel Bell Spa

P1		COORDENADAS	
Hotel Bell Spa		N: 1214162	E: 1105313
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado. Anteriormente se conocía como Hotel Campestre Rio Fonce		Sistema de tratamiento: Pozo séptico donde se dispone las ARD.	

Tabla 5. Vertimiento del Restaurante Caruso y Hotel Vivaldi

P2		COORDENADAS	
Restaurante Caruso y Hotel Vivaldi		N: 1214111	E: 1105394
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado. Anteriormente se conocía como Hotel La Rivera Campestre.		Sistema de tratamiento: Dos pozos sépticos con trampa de grasas y campos de infiltración.	

Tabla 6. Vertimiento del Hotel Verano

P3		COORDENADAS	
Hotel Verano		N: 1214109	E: 1105388
Registro fotográfico			
		<p>Sistema de tratamiento: Cuenta con una trampa de grasas que conduce las aguas residuales a dos pozos sépticos de dimensiones 3.5m x 2m x 2m, los cuales contienen dos tubos con salida a superficie para el escape de gases y olores. El permiso de vertimiento otorgado por la CAS se encuentra en trámite.</p>	
<p>Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado</p>			
<p>Observaciones: No fue posible obtener registro fotográfico del pozo séptico.</p>			

Tabla 7. Vertimiento del Hotel Posada Campestre

P4		COORDENADAS	
Hotel Posada Campestre		N: 1214047	E: 1105337
Registro fotográfico			
			
<p>Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado.</p>		<p>Sistema de tratamiento: Pozos recolectores de las aguas residuales domésticas de cada una de las áreas del hotel. Luego son conducidas a un tanque séptico con su respectiva trampa de grasa y campo de infiltración.</p>	

Tabla 8. Vertimiento del Bar Bariloche

P5		COORDENADAS	
Bar Bariloche		N: 1213918	E: 1105326
Registro fotográfico			
		<p>Sistema de tratamiento: Un pozo séptico recibe las aguas negras de la batería de los baños. Las aguas grises son conducidas por una canaleta ubicada al costado occidental de la infraestructura, y estas se unen con las aguas lluvias que pasa por el lugar y aguas grises provenientes del Hotel San Marcos Campestre, para finalmente ser vertidas al río Fonce.</p>	
<p>Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado.</p>			
<p>Observaciones: No fue posible obtener registro fotográfico del pozo séptico.</p>			

Tabla 9. Vertimiento del Hotel San Marcos Campestre

P6		COORDENADAS	
Hotel San Marcos Campestre		N: 1213911	E: 1105272
Registro fotográfico			
		<p>Sistema de tratamiento: Pozo séptico que recibe las aguas negras. Mientras que, las aguas grises son conducidas hasta una trampa de grasas y su respectivo campo de infiltración. Las aguas grises son conducidas de forma subterránea hasta la alcantarilla de aguas lluvias ubicada en la entrada del hotel y esta finalmente vierte sus aguas residuales al río Fonce.</p>	
<p>Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado.</p>			
<p>Observaciones: No fue posible obtener registro fotográfico del pozo séptico.</p>			

Tabla 10. Vertimiento del Hotel Villa Lucila

P7		COORDENADAS	
Hotel Villa Lucila		N: 1213875	E: 1105326
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado.		Sistema de tratamiento: Pozo séptico en forma de pila superficial donde se disponen las aguas negras, las aguas grises son conducidas y dispuestas en una trampa de grasa adjunta al pozo séptico, con su respectivo campo de infiltración.	

Tabla 11. Vertimiento del Motel Brisas

P8		COORDENADAS	
Motel Brisas		N: 1213745	E: 1105330
Registro fotográfico			
		Sistema de tratamiento: Se construyó un pozo séptico y allí son dispuestas las aguas residuales generadas en la parte baja del inmueble.	
Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado.			
Observaciones: No fue posible obtener registro fotográfico del pozo séptico.			

Tabla 12. Vertimiento del Restaurante Aires del Fonce

P9	COORDENADAS	
Restaurante Aires del Fonce	N: 1213674	E: 1105341
Registro fotográfico		
		
Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado. El predio se conoce como Los Cavellinos.	Sistema de tratamiento: Pozo séptico de dimensiones 3m x 4m con tapa de concreto donde se disponen la totalidad de las aguas residuales del restaurante.	

Tabla 13. Vertimiento del predio El Anaco

P10	COORDENADAS	
El Anaco	N: 1213681	E: 1105355
Registro fotográfico		
		
Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado.	Sistema de tratamiento: Las aguas grises pasan por una trampa de grasas y posteriormente son conducidas hacia un pozo séptico donde se mezclan con las aguas negras.	

Tabla 14. Vertimiento del Hotel Cacique Yarigüi

P11		COORDENADAS	
Hotel Cacique Yarigüi		N: 1213511	E: 1105348
Registro fotográfico			
			
Descripción:	Uso comercial, sin alcantarillado.	Sistema de tratamiento: Las aguas residuales domésticas son derivadas a un pozo séptico de 5m x 5m x 1.5m ubicado bajo la cancha de playa en la parte trasera del hotel.	

Tabla 15. Vertimiento del Restaurante Bufalera el Muelle

P12		COORDENADAS	
Restaurante Bufalera el Muelle		N: 1212879	E: 1105350
Registro fotográfico			
			
Descripción:	Uso doméstico, sin alcantarillado.	Sistema de tratamiento: El restaurante posee pozo séptico enterrado, sin caja de inspección a la vista.	

Tabla 16. Vertimiento de Villa Tatiana

P13		COORDENADAS	
Villa Tatiana		N: 1212869	E: 1105334
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado.		Sistema de tratamiento: Inicialmente los residuos son conducidos a dos cajas de inspección localizadas sobre el costado norte de la vivienda y posteriormente conducidas a un pozo séptico.	

Tabla 17. Vertimiento de la discoteca El Trapiche

P14		COORDENADAS	
Discoteca El Trapiche		N: 1212843	E: 1105313
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado.		Sistema de Tratamiento: Cuenta con un pozo séptico al otro lado de la carretera a unos 30 metros de la margen izquierda del río Fonce.	

Tabla 18. Vertimiento del Restaurante Mateguadua

P15		COORDENADAS	
Restaurante Mateguadua		N: 1212690	E: 1105316
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso comercial, sin alcantarillado.		Sistema de tratamiento: Se construyó un pozo séptico y allí son dispuestas las aguas residuales generadas en la parte baja del inmueble.	

Tabla 19. Vertimiento del predio de María del Rosario Ardila

P16		COORDENADAS	
María del Rosario Ardila		N: 1212679	E: 1105320
Registro fotográfico			
			
Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado		Sistema de tratamiento: Pozo séptico en construcción.	

Tabla 20. Vertimiento del predio Familia Villar Santos

P17		COORDENADAS	
Familia Villar Santos		N: 1212649	E: 1105283
Registro fotográfico			
			
<p>Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado. El predio consta de dos viviendas ubicadas cada una sobre la margen derecha e izquierda de la vía San Gil – Charalá.</p>		<p>Sistema de tratamiento: La vivienda localizada sobre la margen derecha de la vía cuenta con pozo séptico. Sin embargo, durante la visita se manifestó el daño, por parte del Consorcio Conectividad Vial, encargado de la construcción de la carretera en el pozo séptico en mención, el cual fue perforado infiltrando agua que cae hacia la vía ocasionando malos olores. Actualmente, se encuentra en proceso de contestación por parte de la empresa, la queja impuesta por la señora Ana Delina Villar mediante derecho de petición para el arreglo del sistema de tratamiento de aguas doméstica.</p>	
Registro fotográfico			
			
<p>Sistema de tratamiento: La vivienda ubicada sobre la margen izquierda de la vía posee un pozo séptico el cual, por sus malas condiciones, no se encuentra actualmente en funcionamiento.</p>			

Tabla 21. Vertimiento del predio Bella Vista

P18		COORDENADAS	
Predio Bella Vista		N: 1212617	E: 1105328
Registro fotográfico			
			
<p>Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado. Se ubican 2 viviendas.</p>		sin	<p>Sistema de tratamiento: La vivienda localizada sobre la margen derecha de la vía San Gil – Charalá transporta sus aguas hasta el pozo séptico localizado en la margen izquierda de la vía junto con las aguas domésticas de la vivienda ubicada sobre este lado de la infraestructura vial.</p>

Tabla 22. Vertimiento del predio de Esther Rueda

P19		COORDENADAS	
Esther Rueda		N: 1212527	E: 1105355
Registro fotográfico			
			
<p>Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado. Se observaron dos viviendas ubicadas cada una sobre la margen derecha de la vía San Gil – Charalá.</p>			<p>Sistema de Tratamiento: El tubo que conduce las aguas residuales de las viviendas ubicadas en la margen derecha de la vía, se conectaría con un pozo séptico de la casa que se ubica sobre el costado izquierdo.</p>

	
<p>Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado. Se observó una vivienda ubicada cada una sobre la margen izquierda de la vía San Gil – Charalá.</p>	<p>Sistema de Tratamiento: Debido a la reconstrucción de la infraestructura vial, el tubo que conduce las aguas residuales de las otras dos viviendas no logró conectarse al pozo séptico. Entonces, las aguas residuales son vertidas al suelo localizado en el patio de la vivienda del costado izquierdo.</p>

Tabla 23. Vertimiento del predio de Juan Pablo Vargas Rueda

P20	COORDENADAS	
Juan Pablo Vargas Rueda	N: 1212232	E: 1105351
Registro fotográfico		
	<p>Sistema de tratamiento: Se construyó un pozo séptico desde hace aproximadamente 7 años para la vivienda, allí son dispuestas las aguas residuales generadas.</p>	
<p>Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado</p>		
<p>Observaciones: No fue posible obtener registro fotográfico del pozo séptico.</p>		

Tabla 24. Vertimiento de Tienda Nueva









P21		COORDENADAS	
Nombre: Tienda Nueva		N: 1212174	E: 1105348
Registro fotográfico			
		<p>Sistema de tratamiento: Se cuenta con un pozo séptico y allí son dispuestas las aguas residuales generadas en la vivienda del predio. Según información aportada en la vivienda, el pozo séptico se ubica a un metro de la casa enterrado a 2 metros de profundidad.</p>	
<p>Descripción: Uso doméstico, sin alcantarillado. La propietaria es Nelsa Patricia Vargas Rueda.</p>			
<p>Observaciones: No fue posible obtener registro fotográfico del pozo séptico.</p>			











6.2 INVENTARIO PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE ARENA

Teniendo en cuenta los resultados de las encuestas realizadas, no se evidenció alguna enfermedad en los mineros artesanales por contacto primario con la fuente hídrica. En el Anexo A se pueden observar las encuestas realizadas.

En la tabla 26 se muestra el inventario de los frentes de explotación minera y en la Figura 5 se evidencia la localización de estos puntos de extracción dentro del segmento de estudio del presente trabajo.

Tabla 25. Inventario de los frentes de extracción de arena

NOMBRE	GEORREFERENCIACIÓN		REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	Norte	Este	Frente de explotación	Acopio
NELSA PATRICIA VARGAS M1	1212230	1105332		
MARTHA GÁMEZ BURGOS M2	1212270	1105381		
RAMÓN VILLAR SANTOS M3	1212317	1105382		
JOSÉ HERNANDO AYALA M4	1212346	1105380		

NOMBRE	GEORREFERENCIACIÓN		REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	Norte	Este	Frente de explotación	Acopio
JAIME AYALA M5	1212439	1105385		
ELISEO CARREÑO M6	1212601	1105333		
GLORIA INÉS CARREÑO M7	1212609	1105323		
ARMANDO LIZARAZO M8	1212678	1105334		
MAURICIO VILLAR M9	1212815	1105355		

6.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

En el año 2016 fueron llevados a cabo únicamente dos monitoreos ambientales en el río Fonce y sus tributarios, según los registros archivados en la CAS. Estos monitoreos fueron ejecutados durante los meses de enero (N.º 1) y septiembre (N.º 2), los cuales se muestran en la tabla 26 y tabla 27 respectivamente. Los puntos muestreados fueron codificados como P-17 y P-18; el primero de ellos se encuentra aguas arriba del segmento seleccionado y el segundo corresponde aguas abajo.

Tabla 26. Monitoreo N.º 1 de la calidad del agua del río Fonce

PARÁMETRO	UNIDADES	P-17	P-18
		N 1212801* E 1105347*	N 1215317* E 1105199*
ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	50,2	50,9
AMONIO	mg/l NH ₄ ⁺	0,039	0,039
CIANURO TOTAL	mg/l CN ⁻	<0,015 ⁺	<0,015 ⁺
CROMO VI	mg/l Cr ⁶⁺	<0,03 ⁺	<0,03 ⁺
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	39	14
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	150	75
DBO ₅	mg/l O ₂	4,4	3,2
DQO	mg/l O ₂	<10,3 ⁺	<10,3 ⁺
DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	86,1	64,1
FENOLES	mg/l	<0,06 ⁺	<0,06 ⁺
FÓSFORO INORGÁNICO	mg/l	<0,05 ⁺	<0,05 ⁺
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,060	0,260
GRASAS Y ACEITES	mg/l	<3,0 ⁺	<3,0 ⁺
MERCURIO	mg/l	<0,0008 ⁺	<0,0008 ⁺
NITRATOS	mg/l NO ₃ -N	<0,4 ⁺	<0,4 ⁺
NITRITOS	mg/l NO ₂ -N	<0,008 ⁺	<0,008 ⁺
NIQUEL	mg/l	<0,085 ⁺	<0,085 ⁺
NITRÓGENO TOTAL	mg/l	<0,1 ⁺	<0,1 ⁺
PLOMO DISUELTO	mg/l	<0,15 ⁺	<0,15 ⁺
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	<5,5 ⁺	<5,5 ⁺
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	52,2	54,8
SULFATOS	mg/l	<10 ⁺	<10 ⁺
TENSOACTIVOS	mg/l	0,009	0,012
TURBIEDAD	NTU	<1,8 ⁺	2,4
pH	Unidades de pH	8,88	8,67
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	117,2	117,6
TEMP. MUESTRA	°C	24,1	24,0
TEMP. AMBIENTE	°C	29,3	29,0
OXÍGENO DISUELTO	mg/l	7,9	7,8

⁺ Limite de cuantificación del método.

* Coordenadas Sirgas Origen Bogotá.

Fuente: Informe de resultados N.° 0046-16. PSL PROANÁLISIS LTDA

Tabla 27. Monitoreo N.° 2 de la calidad del agua del río Fonce

PARÁMETRO	UNIDADES	P-17 N 1212801* E 1105347*	P-18 N 1215317* E 1105199*
ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	43,4	43,4
AMONIO	mg/l NH ₄ ⁺	< 1,288 ⁺	< 1,288 ⁺
CIANURO TOTAL	mg/l CN ⁻	< 0,011 ⁺	< 0,011 ⁺
CROMO VI	mg/l Cr ⁶⁺	< 0,03 ⁺	< 0,03 ⁺
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	16000	16000
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	1300	16000
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2400	16000
DBO ₅	mg/l O ₂	3,0	6,4
DQO	mg/l O ₂	< 10,3 ⁺	11,1
DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	32,8	43,6
FENOLES	mg/l	< 0,06 ⁺	< 0,06 ⁺
FÓSFORO INORGÁNICO	mg/l	< 0,05 ⁺	< 0,05 ⁺
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,19	0,14
GRASAS Y ACEITES	mg/l	< 3,0 ⁺	< 3,0 ⁺
MERCURIO	mg/l	<0,0008 ⁺	<0,0008 ⁺
NITRATOS	mg/l NO ₃ -N	< 0,4 ⁺	< 0,4 ⁺
NITRITOS	mg/l NO ₂ -N	0,015	0,015
NÍQUEL	mg/l	< 0,085 ⁺	< 0,085 ⁺
NITRÓGENO TOTAL	mg/l	< 1,0 ⁺	< 1,0 ⁺
PLOMO DISUELTO	mg/l	< 0,15 ⁺	< 0,15 ⁺
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	11,3	14,3
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	54,7	64
SULFATOS	mg/l	< 10,0 ⁺	< 10,0 ⁺
TENSOACTIVOS	mg/l	< 0,5 ⁺	< 0,5 ⁺
TURBIEDAD	NTU	11,3	10,5
pH	Unidades de pH	8,09	7,84
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	104,3	107,2
TEMP. MUESTRA	°C	21,7	21,9
TEMP. AMBIENTE	°C	28,4	28,4
OXÍGENO DISUELTO	mg/l	7,43	7,79

* Limite de cuantificación del método.

* Coordenadas Sirgas Origen Bogotá.

Fuente: Informe de resultados N.° 16-0108-LA-PSL, PSL PROANÁLISIS LTDA

En el Anexo B se pueden apreciar los informes de los análisis de laboratorio de los dos monitoreos realizados por PSL PROANÁLISIS LTDA.

6.4 INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICO)

Los resultados obtenidos de los índices de contaminación: ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO e ICOpH para los monitoreos 1 y 2 fueron los siguientes:

Tabla 28. Parámetros obtenidos para el índice ICOMI

ICOMI							
Monitoreo	Conductividad (µS/cm)	I _c	Alcalinidad (mg/l)	I _A	Dureza (mg/l)	I _D	ICOMI
P-17							
1	117,20	0,33	50,20	0	86,10	0,27	0,20
2	104,30	0,28	43,40	0	32,80	0,00	0,09
P-18							
1	117,60	0,33	50,90	0	64,10	0,07	0,13
2	107,20	0,29	43,40	0	43,60	0,01	0,10

Tabla 29. Parámetros obtenidos para el índice ICOMO

ICOMO							
Monitoreo	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	I _{DBO5}	Coliformes Totales (NMP/100ml)	I _{COL}	Oxígeno (%)	I _O	ICOMO
P-17							
1	4,40	0,45	16000	0,91	91,10	0,91	0,76
2	3,00	0,33	16000	0,91	84,50	0,92	0,72
P-18							
1	3,20	0,35	16000	0,91	92,40	0,91	0,72
2	6,40	0,56	16000	0,91	88,90	0,91	0,79

Tabla 30. Parámetros obtenidos para el índice ICOSUS

ICOSUS		
Monitoreo	Sólidos Suspendidos mg/l	ICOSUS
P-17		
1	5,50	0,00
2	11,30	0,01
P-18		
1	5,50	0,00
2	14,30	0,02

Tabla 31. Parámetros obtenidos para el índice ICOTRO

ICOTRO		
Monitoreo	Fosforo Total mg/l	ICOTRO
P-17		
1	0,06	Eutrofia
2	0,26	Eutrofia
P-18		
1	0,19	Eutrofia
2	0,14	Eutrofia

Tabla 32. Parámetros obtenidos para el índice ICOpH

ICOpH		
Monitoreo	pH	ICOpH
P-17		
1	8,88	0,39
2	8,09	0,04
P-18		
1	8,67	0,24
2	7,84	0,02

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PUNTUALES

El segmento de estudio evaluado inicia desde el primer establecimiento comercial sin alcantarillado, conocido actualmente como Hotel Bell Spa hasta el vertimiento doméstico del predio de Nelsa Patricia Vargas; se lograron identificar un total de 21 vertimientos puntuales sobre el río Fonce; de los cuales 13 corresponden a vertimientos de establecimientos comerciales tales como: restaurantes, hoteles, bares, discotecas y un motel, y 8 corresponden a vertimientos de viviendas de personas particulares. Cabe resaltar que es en este segmento seleccionado donde se concentra la mayor cantidad de establecimientos de uso comercial sobre la margen izquierda del río y aunque se verificó la implementación de sistemas de tratamiento primarios, el drenaje final del sistema es vertido a la fuente hídrica o el campo de infiltración se encuentra sobre la margen de la fuente hídrica.

7.2 INVENTARIO PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE ARENA

La explotación artesanal de arenas de origen aluvial provenientes de río Fonce se realiza teniendo cuenta su reposición mediante procesos de sedimentación natural propios de este río. La explotación a cielo abierto es común a todas las unidades de producción y el método de explotación es completamente manual. Cada minero asociado tiene una playa de arena previamente adecuada para obtener una mayor sedimentación según la dinámica del río. Una vez adecuadas las playas, se convierten en pozos de arena (nombre tradicional dado por los mineros). Una unidad de producción puede tener varios puntos de extracción ubicados en diferentes áreas, denominados frentes de explotación y éstos a su vez pueden tener varios pozos de arena, según la longitud de la playa.

7.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

Los valores de pH del río Fonce indican que el agua presenta un carácter neutro, siendo apta para usos de consumo humano, agrícola, pecuario, recreacional y de preservación de flora y fauna, basado en el decreto 1594 de 1984. Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) presentes en los dos monitoreos favorecen el desarrollo de organismos acuáticos superiores y su posible uso para consumo humano, no sin antes realizar un tratamiento convencional.

El contenido de coliformes totales en el primer monitoreo no fueron medidos. Mientras que, para el segundo monitoreo estos son superiores al límite de cuantificación del método (> 16000 NMP/100 ml). Por ello se puede afirmar que existe una alta contaminación del río por materia fecal, producto de las descargas de aguas residuales de la actividad hotelera y viviendas sobre la vía San Gil – Charalá en el segmento evaluado. Los valores obtenidos de DBO₅ y DQO para ambos monitoreos muestran que el río Fonce en este segmento presenta condiciones de asimilación y dilución favorables para la materia orgánica vertida.

Los sólidos suspendidos totales (SST) aumentaron en un 100% en el segundo monitoreo para ambos puntos. Esto se debe probablemente a la presencia de cultivos, viviendas y/o zonas de extracción de arena, lo que altera este parámetro por vertimientos y/o re suspensión de partículas. También, se debe de tener en cuenta que septiembre es un mes donde hay un aumento de precipitaciones y por consiguiente el aporte de sólidos por escorrentía es mayor. Los valores mínimos obtenidos de metales como cromo, cianuro, mercurio, níquel al igual que otras sustancias toxicas como los fenoles muestran que no hay presencia de contaminación por actividades industriales.

7.4 INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICO)

La tabla 33 muestra los valores obtenidos para cada uno de los ICO y su relación con el grado de contaminación de aguas superficiales, teniendo en cuenta la clasificación mostrada en la tabla 2.

Tabla 33. Grado de contaminación según valores de ICO

PUNTO	INDICE DE CONTAMINACIÓN					
	MONITOREO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	ICOpH
P-17	1	0,20	0,76	0,00	Eutrofia	0,39
	2	0,09	0,72	0,01	Eutrofia	0,04
P-18	1	0,13	0,72	0,00	Eutrofia	0,24
	2	0,10	0,79	0,02	Eutrofia	0,02

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y agrupados en la tabla anterior se puede afirmar que los índices ICOMI e ICOSUS muestran que no hay contaminación por mineralización y sólidos suspendidos en el cuerpo de agua. En cambio, el índice ICOMO refleja una alta contaminación por materia orgánica, principalmente por la elevada concentración de Coliformes Totales (>16000 NMP/100 ml).

8. CONCLUSIONES

- Se lograron identificar 21 vertimientos puntuales dentro del segmento de estudio seleccionado, los cuales no cuentan con el permiso de vertimientos que otorga la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. No obstante, en el segundo párrafo del artículo 99 de la ley 1753 de 2015 “Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018”, las viviendas dispersas en el área rural no requieren de permiso de vertimientos siempre y cuando cuenten con soluciones individuales de saneamiento básico para la gestión de sus aguas residuales domésticas.
- Los establecimientos comerciales dentro del segmento de estudio se encuentran actualmente requeridos por la CAS para la realización del trámite del permiso de vertimientos, todos cuentan con expediente abierto, los cuales reposan en la Oficina Regional Guanentina ubicada en San Gil, Santander.
- Los establecimientos comerciales y hogares evaluados dentro del segmento de estudio implementaron pozos sépticos como sistema de tratamiento primario de las aguas residuales domésticas generadas, pero desconocen el funcionamiento del sistema de tratamiento implementado, mostrando que la construcción de un pozo séptico es en cierta manera un procedimiento de cumplimiento ante la autoridad ambiental y no una real conciencia ambiental sobre las consecuencias y afectaciones al río Fonce.
- Los valores de los parámetros fisicoquímicos de los monitoreos N.º 1 y N.º 2 realizados durante el año 2016 son muy similares y cumplen con la normatividad legal. Por ello, los índices ICOMI, ICOSUS e ICOpH mostraron que la contaminación es nula, lo cual no limita el uso del recurso hídrico.
- El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) permite afirmar que existe una alta contaminación en el segmento evaluado del río Fonce, debido a la descarga de aguas residuales domésticas con alto contenido de materia fecal, impactando negativamente la calidad de la fuente hídrica debido a la presencia de microorganismos patógenos, desoxigenación y una baja autodepuración, generando malos olores.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar un mayor seguimiento a la gestión del trámite de permisos de vertimientos de los establecimientos comerciales en el río Fonce y sus tributarios, condicionando estos vertimientos a la implementación de un sistema de tratamiento óptimo, de tal manera que el vertimiento además de cumplir la norma vigente, no altere la calidad del agua de la corriente de tal forma que no permita su destinación de acuerdo con el uso establecido, como por ejemplo la realización de actividades como el canotaje, donde el cuerpo de agua debe cumplir con las normas establecidas para contacto primario.
- Realizar con más frecuencia programas de monitoreo sobre el río Fonce y sus tributarios, principalmente en el segmento de estudio evaluado, lo que facilitaría conocer con mayor exactitud la calidad de la fuente hídrica en términos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Un pozo séptico es un sistema primario que recoge las aguas negras, y las transforma en aguas grises, de manera que debe estar precedido de un sistema de tratamiento para tratar las aguas grises que contienen materia orgánica, grasas, aceites, emulsionantes y otras sustancias provenientes de la preparación de alimentos y limpieza con detergentes.
- La CAS deberá imponer las sanciones y multas a que haya lugar con base en la ley 1333 de 2009.

BIBLIOGRAFÍA

CAÑAS, Juan Sebastián. Determinación y evaluación de índices de contaminación (ICOS) en cuerpos de agua. Tesis de Licenciatura. Universidad Militar Nueva Granada, 2014.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto Ley 2811. (18, diciembre, 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En: Diario Oficial No. 34243. 135 p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Constitución Política de Colombia 1991. Bogotá D.C.; El Congreso. 14 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y SALUD. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C.: El Ministerio. En: Diario Oficial No. 36700. p. 1 - 52.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 (25, octubre, 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio. En: Diario Oficial No. 47837. p. 1 - 29.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 631 (17, marzo, 2015). Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio. p. 1 - 62.

COLOMBIA. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia IDEAM. Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas. Bogotá D.C.: El instituto. 2002. p. 9 - 28.

COLOMBIA. GOBERNACIÓN DE SANTANDER. Plan Prospectivo Provincia de Guanentá – 2025., Fundación Universitaria de San Gil - UNISANGIL. San Gil – Santander. 2010. p. 21 – 22.

CORPOAIRE. Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Fonce. 2010.

LAMUS, Jaime y PEDRAZA, Pablo. Evaluación del estado de contaminación de las aguas de la parte alta del río Fonce. Trabajo de grado para optar al título de Químico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander Facultad de Ciencias Escuela de Química, 2004.

LARROTA, Jerson y GONZÁLEZ, Liseth. Diagnóstico y evaluación de la situación actual de los vertimientos de tipo doméstico generados por el área urbana en los municipios de San Gil, Pinchote y páramo sobre la cuenca del río Fonce. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería Química, 2011.

MORENO, Carlos. Adopción de tecnologías más limpias en firmas industriales: Un estudio multimétodo sobre efecto de la aplicación de límites de vertimiento y tasas retributivas en Santander, Colombia. *Cuadernos de Administración*. 2007, Vol. 20, No. 33, p. 51 - 52.

ORDOÑEZ, Yuleimy. Impacto ambiental por el incremento demográfico en el municipio de San Gil, Santander. *Revista Ingeniería y Región*. 2014, Vol. 12, No.2, p. 98 - 99.

PÉREZ, Germán. Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. *Revista Economía y Desarrollo*. 2002, Vol. 1, No. 1, 92 p.

RAMÍREZ, A.; RESTREPO, R.; VIÑA, G. Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. *Revista CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro*. 1997, Vol. 1, No. 3, p. 135-153.

RODRIGUEZ, Jeisson y FONTECHA, Lida. Evaluación de la calidad de agua en las plantas de potabilización urbano-rurales de los municipios de Páramo y Pinchote en la cuenca del río Fonce. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería Química, 2011.

SALAZAR, William., TANGUA, Frank., FUQUEN, Pablo. Calidad físico química del agua del río Fonce, una mirada desde conceptos especializados. *Revista Matices Tecnológicos*, 2012, vol. 4. p. 1 – 7

SAMBONI, Natalia., et al. 2012. Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Revista Ingeniería y Competitividad*. Vol.13., No 2. 51 p.

ANEXOS

ANEXO A. ENCUESTAS REALIZADAS A LOS MINEROS

ENCUESTA SOCIAL	
NOMBRE:	Armando Lizaraso
EDAD:	49 años
ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL:	Minería artesanal
CUANTAS VECES AL MES EXTRAER ARENA:	15 días al mes, aproximadamente
CUÁNTAS HORAS AL DÍA TRABAJA DENTRO DEL RÍO	5 horas al día
HACE CUANTOS AÑOS EXTRAER ARENA:	Más de 20 años
POSEE TÍTULO MINERO:	Sí.
PERTENECE A ALGUNA ASOCIACIÓN	Sí. SANPAV
HA PRESENTADO ALGUN TIPO DE ENFERMEDAD ASOCIADA CON LA EXPOSICIÓN AL AGUA EN EL RÍO FONCE? (CUÁNTAS VECES, CADA CUÁNTO, POR CUÁNTO TIEMPO, PROCEDIMIENTO)	Ninguna.
FECHA DE ENCUESTA:	
COORDENADAS:	N: 1212670 E: 105334

ENCUESTA SOCIAL	
NOMBRE:	Dinora Muñoz Carreño
EDAD:	50 años
ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL:	Minería artesanal
CUANTAS VECES AL MES EXTRAER ARENA:	Aproximadamente 3 veces/mes
CUÁNTAS HORAS AL DÍA TRABAJA DENTRO DEL RÍO	4 horas al día
HACE CUANTOS AÑOS EXTRAER ARENA:	Hace más de 30 años
POSEE TÍTULO MINERO:	Sí.
PERTENECE A ALGUNA ASOCIACIÓN	Sí. SANPAV (El tío Eliseo Carr)
HA PRESENTADO ALGUN TIPO DE ENFERMEDAD ASOCIADA CON LA EXPOSICIÓN AL AGUA EN EL RÍO FONCE? (CUÁNTAS VECES, CADA CUÁNTO, POR CUÁNTO TIEMPO, PROCEDIMIENTO)	No. Ninguna.
FECHA DE ENCUESTA:	
COORDENADAS:	N: 1212601 E: 1105333

ENCUESTA SOCIAL	
NOMBRE:	Ramón Villar Santos
EDAD:	60 años
ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL:	Minería artesanal
CUANTAS VECES AL MES EXTRAE ARENA:	Aproximadamente 12 días/mes
CUÁNTAS HORAS AL DÍA TRABAJA DENTRO DEL RÍO	5 horas al día
HACE CUANTOS AÑOS EXTRAE ARENA:	hace 40 años
POSEE TÍTULO MINERO:	SI.
PERTENECE A ALGUNA ASOCIACIÓN	SI. SANPAV
HA PRESENTADO ALGUN TIPO DE ENFERMEDAD ASOCIADA CON LA EXPOSICIÓN AL AGUA EN EL RÍO FONCE? (CUÁNTAS VECES, CADA CUÁNTO, POR CUÁNTO TIEMPO, PROCEDIMIENTO)	Ninguna.
FECHA DE ENCUESTA:	
COORDENADAS:	N: 1212317 E: 1105382

ENCUESTA SOCIAL	
NOMBRE:	Pablo Paetz Uzeroto
EDAD:	47 años
ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL:	Minería artesanal
CUANTAS VECES AL MES EXTRAE ARENA:	12 veces aproximadamente
CUÁNTAS HORAS AL DÍA TRABAJA DENTRO DEL RÍO	5 horas
HACE CUANTOS AÑOS EXTRAE ARENA:	hace más de 20 años
POSEE TÍTULO MINERO:	SI. el señor le trabaja a un asociado
PERTENECE A ALGUNA ASOCIACIÓN	No. Trabaja a destajo para un asociado de SANPAV.
HA PRESENTADO ALGUN TIPO DE ENFERMEDAD ASOCIADA CON LA EXPOSICIÓN AL AGUA EN EL RÍO FONCE? (CUÁNTAS VECES, CADA CUÁNTO, POR CUÁNTO TIEMPO, PROCEDIMIENTO)	Ninguna enfermedad asociada con la exposición al agua
FECHA DE ENCUESTA:	
COORDENADAS:	N: 1212230 E: 1105332

ANEXO B. INFORMES DE LABORATORIO

INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: 0046-16

Fecha de emisión: 16 de Febrero del 2016

Solicitante: CAS

Dirección: Cra 12 # 9-06 San Gil- Santander

Procedimiento de muestreo: Procedimiento interno de PSL PROANALISIS Ltda. P-021 Toma y preservación de muestras

Plan de muestreo: PL-16-0004

Muestras tomadas por: PSL PROANALISIS LTDA

Lugar y punto de muestreo: San Gil Valle de San José- Charalá

Fecha de muestreo: 29 de Enero del 2016

Tipo de muestra: Simple

Matriz de la muestra: Agua natural superficial

Muestra recibida por: Candy Arévalo

Fecha / Hora de recepción: 01 de Febrero del 2016 / 10:55

Fecha de análisis: 01 de febrero a 17 de Febrero 2016

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS

ANÁLISIS REALIZADOS EN LABORATORIO						
ANÁLISIS	IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS			UNIDADES	METODO DE ANÁLISIS	DECRETO
	Río Fonce P.17	Río Fonce P.18	Quebrada Curití P.19			1594 DE 1984
Alcalinidad	50,2	50,9	65,8	mg CaCO ₃ /L	S.M. 2320 B	*
Amonio	0,039	0,039	1,2	mg NH ₄ ⁺ / L	S.M. 4500-NH ₃ B; S.M. 4500-NH ₃ C	*
Cianuro Total	<0,015*	<0,015*	<0,015*	mg CN/L	S.M. 4500-CN-B; S.M. 4500-CN-E	0,2
Cromo VI	<0,03*	<0,03*	<0,03*	mg Cr ^{VI} /L	S.M. 3500-Cr B	0,05
Coliformes fecales	39	14	9	NPM/100mL	S.M. 9223 B	2.000 microorganismos /100 ml
Coliformes Termotolerantes	150	75	23	NMP/100mL	S.M. 9221 E	*
Demanda bioquímica de oxígeno	4,4	3,2	2,1	mg O ₂ /L	S.M. 5210 B; S.M. 4500-O G	*
Demanda química de oxígeno	<10,3*	<10,3*	<10,3*	mg O ₂ /L	S.M. 5220 C	*
Dureza Total	86,1	64,1	105	mg CaCO ₃ / L	S.M. 2340 C	*
Fenoles	<0,06*	<0,06*	<0,06*	mg Fenol / L	S.M. 5530 B; S.M. 5530 D	0,002
Fósforo Soluble Inorgánico	<0,05*	<0,05*	<0,05*	mg P/L	S.M. 4500-P E	*
Fósforo total	0,060	0,260	<0,05*	mg P/L	S.M. 4500-P E	*
Grasas y aceites	<3,0*	<3,0*	<3,0*	mg/L	S.M. 5520-B	No presencia Visible
Mercurio	<0,0008*	<0,0008*	<0,0008*	mg Hg/L	EPA 245.1 Rev 3.0	0,002
Nitratos	<0,4*	<0,4*	0,836	mg NO ₃ -N/L	J.R. Caron y Bacquet	10
Nitritos	<0,008*	<0,008*	0,836	mg NO ₂ -N/L	J.R. Zambelli	1
Níquel	<0,085*	<0,085*	<0,085	mg Ni/L	S.M. 3111 B	0,2
Nitrógeno total	<0,1*	<0,1*	2,6	mg N/L	S.M. 4500-N C	*
Plomo Disuelto	<0,15*	<0,15*	<0,15*	mg Pb/L	S.M. 3111 B	0,05
Sólidos suspendidos	<5,5*	<5,5*	<5,5*	mg/L	S.M. 2540 D	*
Sólidos totales	52,2	54,8	68,3	mg/L	S.M. 2540 B	*
Sulfatos	<10*	<10*	<10*	mg SO ₄ ⁻² /L	S.M. 4500-SO ₄ - ² E	400
Tensoactivos	0,009	0,012	0,018	mg MBAS/L	S.M. 5540 C	0,5
Turbiedad	<1,8*	2,4	2,0	NTU	S.M. 2130 B	190

INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: 0046-16 **Fecha de emisión:** 16 de Febrero del 2016
Solicitante: CAS
Dirección: Cra 12 # 9-06 San Gil- Santander
Procedimiento de muestreo: Procedimiento interno de PSL PROANALISIS Ltda. P-021 Toma y preservación de muestras
Plan de muestreo: PL-16-0004 **Muestras tomadas por:** PSL PROANALISIS LTDA
Lugar y punto de muestreo: San Gil Valle de San José- Charalá
Fecha de muestreo: 29 de Enero del 2016 **Tipo de muestra:** Simple
Matriz de la muestra: Agua natural superficial **Muestra recibida por:** Candy Arévalo
Fecha / Hora de recepción: 01 de Febrero del 2016 / 10:55 **Fecha de análisis:** 01 de febrero a 17 de Febrero 2016

RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUAS

ANALISIS REALIZADOS EN LABORATORIO						
ANALISIS	IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS			UNIDADES	METODO DE ANALISIS	DECRETO 1594 DE 1984
	Río Fonce P-17	Río Fonce P-18	Quebrada Curití P-19			
DATOS IN-SITU						
pH	8,88	8,67	8,57	Unidades de pH	S.M. 4500-H+	
Conductividad	117,2	117,6	158,6	µS/cm	S.M. 2510 B	
Temperatura Muestra	24,1	24,0	22,8	°C	S.M. 2550	
Temperatura Ambiente	29,3	29,0	29,6	°C	S.M. 2550	
Oxígeno Disuelto	7,9	7,8	7,2	mg/L	S.M. 4500-O G	

S.M.: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21ª Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

(*) Limite de cuantificación del método. (*) Rango superior al método

(2) Capítulo IV de los criterios de calidad para destinación del recurso, valores máximos permitidos, Decreto Superficiales. Artículo 38 - 41

- Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución de Extensión de la acreditación número 1588 del 31 de julio de 2013 con la cual se renovó el alcance de la acreditación del laboratorio bajo los lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración" versión 2005 para los siguientes análisis en la matriz agua: Alcalinidad total, cloruros, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, dureza total, pH, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, Sólidos sedimentables, Nitritos, Sulfatos, Grasas y aceites, Muestreo simple y compuesto; se extendió el alcance de la acreditación para los siguientes análisis en la matriz aguas: Nitratos, Plomo total y disuelto, Cadmio total y disuelto, Hierro total y disuelto, Plata total y disuelto, cromo total y disuelto Fenoles totales; se extendió el alcance de la acreditación para los siguientes análisis en la matriz aire: Toma de muestras y análisis de laboratorio para la determinación de la concentración másica de dióxido de nitrógeno en la atmósfera, Toma de muestras y análisis de laboratorio para la determinación de partículas suspendidas totales en la atmósfera, Toma de muestras y análisis de laboratorio para la determinación de material Particulado como PM10 en la atmósfera. "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración". Matriz biota: Recolección de muestras, procesamiento y análisis de Macroinvertebrados bentónicos, Recolección de muestras y análisis de Perifiton, Recolección de muestras y análisis de Macrófitas, Recolección de muestras y análisis de Peces, Recolección de muestras y análisis de Fitoplancton, Recolección de muestras y análisis de Zooplancton.- Laboratorio autorizado por el Ministerio de la Protección Social para realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano, según resolución N° 4353 de Octubre 23 de 2013.- Laboratorio inscrito en el Sistema Nacional Ambiental (SINA) del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. - Participante en el programa de pruebas interlaboratorios del IDEAM y en el programa interlaboratorios de control de calidad para agua potable PICCAP coordinado por el Instituto Nacional de Salud.

"Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él.

Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANALISIS LTDA"

Revisado y Aprobado por:

AMLETO LEON TELLEZ
QUIMICO - Msc M.P 0953
Director del Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: **16-0114-LA-PSL**

Fecha de emisión: 2016-09-29



Laboratorio de: **Aguas**

Solicitante: **CORPORACION AUTONOMA REGIONAL SANTANDER (CAS)**

Dirección: Carrera 12 # 9-06 Barrio La Playas – San Gil, Santander

Procedimiento de muestreo: Procedimiento interno PSL PROANÁLISIS LTDA. P-021 Revisión 11 / 2016

Muestras tomadas por: **Didier Rodríguez**

Plan de muestreo: **PL-16-0052**

Lugar de muestreo: **Subcuenca Río Fonce**

Fecha de muestreo: **2016-09-12 a 2016-09-13**

Fecha / Hora de recepción: **2016-09-13 / 13:10**

Matriz de la muestra: **Agua natural superficial**

Muestra recibida por: **Leidy Mazo/ Francy Guerrero**

Tipo de muestra: **Simple**

Fecha de análisis: **2016-09-13 a 2016-09-23**

1. MUESTRAS ANALIZADAS

Código Interno	Identificación de las muestras
16-0114-LA-PSL-1	P-17 Río Fonce
16-0114-LA-PSL-2	P-18 Río Fonce
16-0114-LA-PSL-3	P-23 Río Fonce

2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Análisis	Código interno			Unidades	Método de análisis
	16-0114-LA-PSL-1	16-0114-LA-PSL-2	16-0114-LA-PSL-3		
En Campo					
pH (25°C)	8,09	7,84	7,93	Unidades de pH	S.M. 4500-H+
Conductividad	104,3	107,2	103,4	µS/cm	S.M. 2510 B.
Temperatura Muestra	21,7	21,9	22,1	°C	S.M. 2550
Temperatura Ambiente	28,4	27,7	28,5	°C	S.M. 2550
Oxígeno disuelto	7,43	7,79	7,85	mg O ₂ /L	S.M.4500-O G.
En Laboratorio					
Alcalinidad Total ^f	43,4	43,4	42,0	mg CaCO ₃ /L	S.M.2320 B
Amonio ^m	<1,288*	<1,288*	<1,288*	mg NH ₄ ⁺ /L	S.M. 4500-NH3 B; S.M. 4500-NH3 C
Cromo Hexavalente ^m	< 0,03*	< 0,03*	< 0,03*	mg Cr ⁶⁺ /L	S.M. 3500-Cr B Equivalente
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅ ^m	3,0	6,4	8,2	mg O ₂ /L	S.M. 5210 B; S.M. 4500-O G
Demanda Química de Oxígeno DQO	< 10,3*	11,1	14,5	mg O ₂ /L	S.M. 5220 C
Dureza Total ^f	32,8	43,6	42,0	mg CaCO ₃ / L	S.M. 2340 C
Fenoles Totales	< 0,06*	< 0,06*	< 0,06*	mg/L	S.M. 5530 D
Fósforo Inorgánico ^m	<0,05*	<0,05*	<0,05*	mg P/L	S.M. 4500-P E
Fósforo Total ^m	0,190	0,140	0,660	mg P/L	S.M. 4500-P E
Grasas y Aceites	< 3,0*	< 3,0*	< 3,0*	mg/L	S.M. 5520 B
Mercurio	<0,0008*	<0,0008*	<0,0008*	mg Hg/L	EPA 245.1 Rev. 3.0

INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: **16-0114-LA-PSL**

Fecha de emisión: 2016-09-29

Laboratorio de: Aguas

Solicitante: **CORPORACION AUTONOMA REGIONAL SANTANDER (CAS)**

Dirección: Carrera 12 # 9-06 Barrio La Playa – San Gil, Santander

Procedimiento de muestreo: Procedimiento interno PSL PROANÁLISIS LTDA. P-021 Revisión 11 / 2016

Muestras tomadas por: Didier Rodríguez

Plan de muestreo: PL-16-0052

Lugar de muestreo: Subcuenca Río Fonce

Fecha de muestreo: 2016-09-12 a 2016-09-13

Fecha / Hora de recepción: 2016-09-13 / 13:10

Matriz de la muestra: Agua natural superficial

Muestra recibida por: Leidy Mazo/ Francy Guerrero

Tipo de muestra: Simple

Fecha de análisis: 2016-09-13 a 2016-09-23



1. MUESTRAS ANALIZADAS

Código Interno	Identificación de las muestras
16-0114-LA-PSL-1	P-17 Río Fonce
16-0114-LA-PSL-2	P-18 Río Fonce
16-0114-LA-PSL-3	P-23 Río Fonce

2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Código interno	16-0114-LA-PSL-1	16-0114-LA-PSL-2	16-0114-LA-PSL-3	Unidades	Método de análisis
Niquel Total ^m	<0,085 [*]	<0,085 [*]	<0,085 [*]	mg Ni/L	S.M. 3111 B; S.M. 3030 E
Nitratos-Nitrógeno	< 0,4 [*]	< 0,4 [*]	0,423	mg NO ₃ ⁻ -N/L	J.R. Caron y Baquet
Nitritos-Nitrógeno	0,015	0,015	0,160	mg NO ₂ ⁻ -N/L	J.R. Zambelli
Nitrógeno Total	<1,0 [*]	<1,0 [*]	<1,0 [*]	mg N/L	S.M. 4500-N C
Piomo Disuelto	<0,15 [*]	<0,15 [*]	<0,15 [*]	mg Pb/L	S.M. 3111 B
Sólidos Suspendedos Totales SST ⁿ	11,3	14,3	52,0	mg/L	S.M. 2540 D
Sólidos Totales ^o	54,7	64,0	108	mg/L	S.M. 2540 B
Sulfatos	< 10,0 [*]	< 10,0 [*]	< 10,0 [*]	mg SO ₄ ²⁻ / L	S.M. 4500-SO4-2 E
Tensoactivos ^m	< 0,5 [*]	< 0,5 [*]	< 0,5 [*]	mg/L	S.M. 5540 C
Turbiedad	11,3	10,5	30,6	NTU	S.M. 2130.B
Subcontratados ^A					
Cianuro Total	<0,011 [*]	<0,011 [*]	<0,011 [*]	mg CN / L	ASTM D7511-09

S.M.: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.
 EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Revisión 3.0 de 1994.
 ASTM D7511-09: Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultravioleta Digestion and
 Fecha de análisis OBO: Oxígeno disuelto inicial: 2016-09-13; Oxígeno disuelto final: 2016-09-18. Las muestras fueron almacenadas a 4°C y analizadas 23 horas después de la recolección de la muestra.
^mParámetro no amparado por la acreditación del organismo de acreditación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
ⁿAnálisis realizados en la sede 2: Bucaramanga Carrera 14 N° 56-05
^oAnálisis realizados por SGS Informe de resultados BO1604796
Observaciones: * Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución de Extensión de la acreditación número 1566 del 31 de julio de 2013 con la cual se renovó y extendió el alcance de la acreditación del laboratorio bajo los lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración" versión 2005 para los siguientes análisis en la matriz agua: alcalinidad total, cloruros, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto, dureza total, pH, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, nitratos, nitrato total y disuelto, plata total y disuelta, cadmio total y disuelto, cromo total y disuelto, hierro total y disuelto, fenoles totales, sulfatos, grasas y aceites, muestreo simple y compuesto. Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución de Extensión de la acreditación número 2029 de 15 de septiembre del 2016 que modifica Resolución de Extensión de la acreditación número 1566 del 31 de julio de 2013 donde se excluye de la acreditación el análisis de pH en matriz agua, y extendió el alcance de la acreditación del laboratorio bajo los lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración" versión 2005 para los siguientes análisis en la matriz agua: Acidez, Cianuro Libre y Disociado, Dureza Cálcica, Dureza Magnésica, Fósforo Reactivo Soluble, Mercurio total, Cobre Disuelto y Total, Sodio Disuelto y Total, Potasio Disuelto y Total, Aluminio Disuelto y Total, y Turbidez.
 * Laboratorio autorizado por el Ministerio de la Protección Social para realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano, según resolución N° 1615 de mayo 15 de 2015.
 * Laboratorio inscrito en el Sistema Nacional Ambiental (SINA) del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
 * Participante en el programa de pruebas interlaboratorios del IDEAM y en el programa interlaboratorios de control de calidad para agua potable PCCAP coordinado por el Instituto Nacional de Salud.

"Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANÁLISIS LTDA"

Revisado por:

Aprobado por:



MARtha J. Aragón B.
 Directora de Laboratorio de Aguas
MARTHA JANETH ARDILA BARAJAS
 QUÍMICO PQ - 2826
 Directora de Laboratorio



Angela P. Borja P.
 Coordinadora de Operaciones en Campo
ANGELA PATRICIA BORJA PICO
 INGENIERA AMBIENTAL 68238-263607 STD
 Coordinadora de Operaciones en Campo

Aprobado por:

Javier Mauricio Pabón Mora
JAVIER MAURICIO PABÓN MORA
 QUÍMICO PQ - 2838
 Coordinador Técnico

INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: 16-0068-LM-PSL-1 Solicitante: Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS Procedimiento de muestreo: Procedimiento Interno PSL PROANALISIS LTDA Número P-021 Muestras tomadas por: Didier Rodriguez Lugar y punto de muestreo: Subcuenca Río Fonce - San Gil -Santander Fecha de muestreo: 2016-09- 12 y 13 Matriz de la muestra: Agua Natural Fecha / Hora de recepción: 2016-09-13 17: 10 h	Fecha de emisión: 2016-09-15 Dirección: Cra 12 # 9 – 06 Barrio La Playa, San Gil Sder Plan de muestreo: PL-16-0052 Tipo de muestra: Simple Muestra recibida por: Viviana Bayona C Fecha de análisis: 2016-09-13 AL 14
--	--



MUESTRAS ANALIZADAS	
Código interno	Identificación de las muestras
16-0068-LM-PSL-1	P17- Río Fonce
16-0068-LM-PSL-2	P18- Río Fonce
16-0068-LM-PSL-3	P23- Río Fonce

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

ANÁLISIS	CÓDIGO INTERNO DE LA(S) MUESTRA(S)			UNIDADES	METODO DE ANALISIS
	16-0068-LM-PSL-1	16-0068-LM-PSL-2	16-0068-LM-PSL-3		
ANÁLISIS REALIZADOS EN EL LABORATORIO					
COLIFORMES TOTALES	>16000	>16000	>16000	NMP/100ml	SM 9223B
COLIFORMES FECALES (E coli) =	1300	16000	>16000	NMP/100ml	SM 9223B
COLIFORMES TERMOTOLERANTES=	2400	16000	>16000	NMP/100ml	SM 9221 E

S.M.: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22^a Edition, 2012, APHA, AWWA, WEF.

Observaciones.

*Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución de extensión y renovación de la acreditación número 1506 del 31 de julio de 2013 con la cual se renovó el alcance de la acreditación del laboratorio bajo los lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración" versión 2005 para los siguientes análisis en la matriz agua, calidad de aire, biota.
 *Resolución 2029 del 2016, por la cual se extiende el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y se toman otras disposiciones para las matrices agua, calidad de aires, biota, emisión de fuentes fijas y suelos.
 *Parámetro no amparado por la acreditación del organismo de acreditación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

"Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANALISIS LTDA"

Revisado por



Carlos Andrés Coronado Q.
 Bacteriólogo Esp. Qca. Ambiental RP: 10425-07
 Director Laboratorio Microbiología

CAC

Aprobado por:



PSL PROANALISIS LTDA
 NIT: 800.193.019-3
 Coordinador Técnico de Laboratorio

Javier Mauricio Pabón
 Químico PQ-2838
 Coordinador Técnico

JMP