

# **FACTORES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR EL DESARROLLO DE PROYECTOS PETROLEROS EN EL CAÑO EL INGENIERO, MUNICIPIO DE PUERTO GAITAN META**

**Sonia Janneth Martínez Gómez. Universidad de Manizales.  
misonia62@hotmail.com**

**Juan Carlos Granobles Torres. Universidad de Manizales.  
jcgranobles@umanizales.edu.co**

Tesis de grado Maestría en Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente Marzo 1 de 2017

## **RESUMEN**

El estudio se realizó en el Caño el Ingeniero, municipio de Puerto Gaitán Meta, cerca de la vereda Alto de Manacacías, esta región se caracteriza por ser zona de explotación petrolera, la investigación fue basada en los impactos ambientales generados por esta actividad, se realizaron estudios de parámetros de la calidad del agua en el Caño el Ingeniero, para determinar la presencia de contaminación en la fuente superficial y las posibles causas de los impactos negativos generados, teniendo en cuenta que existe población cercana que también hace parte del uso de esta fuente hídrica. Los parámetros que se analizaron fueron pH, conductividad, Sólidos totales, Coliformes totales, fecales, DQO, DBO5, temperatura y Grasas y Aceites, los cuales se analizaron teniendo en cuenta el decreto 1594 de 1984. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente donde se pudo observar que parámetros como DQO y Grasas y Aceites presentaron desviaciones significativas, este tipo de contaminantes es principalmente por material orgánico de tipo vegetal, animal o derivados de hidrocarburos, los otros parámetros aunque las desviaciones se observan en su mayoría en los últimos muestreos y no son tan significativos se deben tener en cuenta. Es importante seguir con los estudios de todas las fuentes hídricas del sector y hacer seguimiento para evitar que la contaminación aumente y su control se dificulte.

**Palabras Clave:** Empresas petroleras, Características fisicoquímicas, Análisis microbiológico, contaminantes hídrica.

## **ABSTRAC**

The study was conducted in the Caño the Engineer, municipality of Puerto Gaitan Meta, near the village of Alto de Manacacías, this region is characterized by area of oil exploration, research was based on the environmental impacts generated by this activity, conducted studies of parameters of water quality in the Caño the engineer to determine the presence of contamination on the surface source and possible causes of the generated negative impacts, taking into account that there nearby town that is also part of the use of this water source. The parameters analyzed were pH, conductivity, total solids, total coliforms, fecal, COD, BOD 5, temperature and fats and oils, which were analyzed taking

into account the decree 1594 of 1984. The results were statistically analyzed where it could note that parameters such as COD and Fats and oils showed significant deviations, these pollutants is mainly organic material of vegetal, animal or hydrocarbon derivatives, the other parameters although deviations are found mostly in the last sampling and are not so significant to be taken into account. It is important to continue with the studies of all the water sources in the sector and track to prevent and control pollution increases more difficult.

**Keywords:** Oil companies, physicochemical characteristics, microbiological analysis, water pollutants.

---

La contaminación ambiental de los cuerpos de aguas en la región del Meta se deben principalmente a la explotación y extracción de petróleo, también por la captación masiva que hay principalmente en los fuentes hídricas superficiales pequeñas que abastece a muchas poblaciones como veredas cercanas a estas afluentes de agua.

El Caño el Ingeniero es una fuente de agua que se encuentra cerca de la vereda alto de Manacacías, a una hora aproximadamente del municipio de Puerto Gaitán Meta, este caño desemboca en el rio Manacacías recurso hídrico que provee a la población de Puerto Gaitán.

Son muy pocos los estudios realizados en los cuerpos de agua superficiales en este municipio y sus alrededores en la determinación de factores de contaminación por el desarrollo de proyectos petroleros que generan impactos negativos hacia el recurso hídrico, aunque son muchas las compañías que se abastecen de estos cuerpo de agua, realmente no se puede evidenciar que impactos se han generado frente a esta actividad.

Con esta investigación se quiere realizar un estudio en el caño el ingeniero para determinar los principales factores y causas de contaminación, aplicando métodos de recolección de muestras para análisis y/o determinación de los valores de las fuentes de agua y posteriormente obtener unos resultados para realizar un análisis de lo que se quiere estudiar y generar planes de prevención para controlar y mitigar los impactos negativos que se generan por la actividad de extracción de petróleo y captación masiva de agua en el Caño el Ingeniero.

---

## **METODOLOGÍA**

El tipo de investigación es de campo, es principalmente un estudio cuantitativo de carácter descriptivo, se empleó el método científico donde el objetivo era conocer las condiciones y la necesidad de identificar el impacto ambiental generado por el desarrollo de proyectos petroleros en la región y obtener datos que permitieron verificar y evidenciar que realmente la población escogida se estaba viendo afectada.

La unidad de análisis escogida fue el Caño el Ingeniero fuente superficial hídrica que abastece a varias compañías del sector petrolero y se encuentra en el departamento del Meta cerca del municipio de Puerto Gaitán y desemboca en el río Manacacías, río principal que abastece a todas las poblaciones aledañas.

Teniendo en cuenta la estrategia que se utilizó, fueron muestreos aleatorios río arriba y río abajo, las muestras tomadas se analizaron en un laboratorio de referencia de análisis de aguas, el cual determinó que tipo de agentes químicos y biológicos se encontraron en el río y este se validó con la normatividad legal vigente para fuentes superficiales de agua y se determinó el impacto ambiental de este Caño el Ingeniero unidad de análisis en la investigación, esta unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa del objeto específico de este estudio en la investigación.

### **Área de estudio**

El Caño el Ingeniero se localiza en el Departamento del Meta, en el municipio de Puerto Gaitán, en la vereda de Altos de Manacacías, a 32 kilómetros al sur del casco urbano del municipio, al costado derecho del Oleoducto de los Llanos empresa que transporta crudo (petróleo) por tuberías y capta agua en el caño en la abscisa kilómetro 86.

Para acceder al caño, se llega saliendo desde Puerto Gaitán por carretera destapada que conduce a campo Rubiales (sitio de mayor explotación de petróleo en Colombia), en el kilómetro 28,9 se toma a mano derecha por un acceso descendente, posteriormente a unos 3,1 kilómetros, sobre la margen izquierda de la vía se encuentra el caño, esta área corresponde a un sector de topografía ondulada que se caracteriza por presentar topes redondeados, pendientes cortas convexas de baja inclinación, las formas suaves representan vallecitos de fondo plano, los cuales evidencian procesos erosivos superficiales asociados a la poca cobertura vegetal.

### **Procedimiento**

Para el desarrollo de los objetivos propuestos en el Caño el Ingeniero objeto de estudio, inicialmente se hizo una visita al sitio para revisar las condiciones del área, y posteriormente se realizó el muestreo teniendo en cuenta como puntos de referencia para el estudio aguas arriba y aguas abajo, proceso que hizo con un laboratorio certificado, los muestreos se realizaron periódicamente de tal forma que se pudo obtener una base de datos representativos para el análisis de la información.

Fases del estudio:

- Fase 1: Revisión documental y construcción de la propuesta.
- Fase 2: Observación de la situación actual en campo.
- Fase 3: Consolidado y análisis estadísticos de resultados.
- Fase 4: Ajuste, conclusiones y recomendaciones preliminares.

## **Técnicas de recolección de información.**

Para llevar a cabo esta investigación el instrumento a utilizar fue la observación en campo que se aplicó como técnica de recolección, donde se recogieron datos primarios y se describió paso a paso la recolección de las muestras, la organización y planificación del trabajo de campo, en particular la movilización y preparación de los recursos y el material necesario para el muestreo y después de finalizado el muestreo se obtuvo datos o resultados por medio de análisis de laboratorio, que posteriormente se organizaron para ser analizados aplicando técnicas de análisis estadístico.

La observación fue directa, el investigador formo parte activa del grupo donde se realizó la investigación, se utilizó este método ya que netamente la unidad de estudio fue el ambiente natural en este caso el Caño el Ingeniero (fuente superficial de agua).

## **Recolección de información**

Una vez realizado el trabajo en campo, se obtuvo la información proveniente de los análisis emitidos por el laboratorio, esto proporciono la información requerida para el análisis donde los datos y valores obtenidos se tomaron como variables.

Con esta primera información se distribuyeron los valores de la variable en medidas de tendencia central, datos estadísticos que permitieron una descripción global de la población estudiada y orientaron el análisis de la información y cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio de la investigación.

## **Población y muestra**

Para el desarrollo de los objetivos propuestos la población que se tomó en estudio es el Caño el Ingeniero que se encuentra en el municipio de Puerto Gaitán Meta, esta población se escoge ya que es un afluente hídrico el cual sirve para abastecer a varias empresas del sector de petróleos que se encuentra en el área de esta fuente superficial y lo hizo favorable para el objeto de estudio de investigación, el cual fue determinar los posibles factores de contaminación por la actividad petrolera.

La muestra fue la toma del recurso hídrico (Agua) que provee este caño a las empresas que tienen el permiso para captar y abastecerse, a las cuales se hizo un análisis de laboratorio para identificar la existencia o no de factores contaminantes en el caño.

Los siguientes datos (Análisis de laboratorio) son las variables de análisis:

**Tabla No. 1.** Análisis de laboratorio Aguas arriba y aguas abajo del caño el ingeniero.

Tipo de análisis	N° de muestreos Aguas arriba	N° de Muestreos Aguas abajo
PH (Potencial de hidrogeno)	14	14
Conductividad	14	14
Sólidos suspendidos totales	14	14

DQO (Demanda Química de oxígeno)	14	14
DBO5 (Demanda Bioquímica de oxígeno)	14	14
Grasas y aceites	14	14
Coliformes totales	14	14
Coliformes fecales	14	14
Temperatura	14	14
Hidrocarburos totales	3	3
Total Análisis	129	129

Fuente: Martínez S. J., 2015.

### Sistematización de la información.

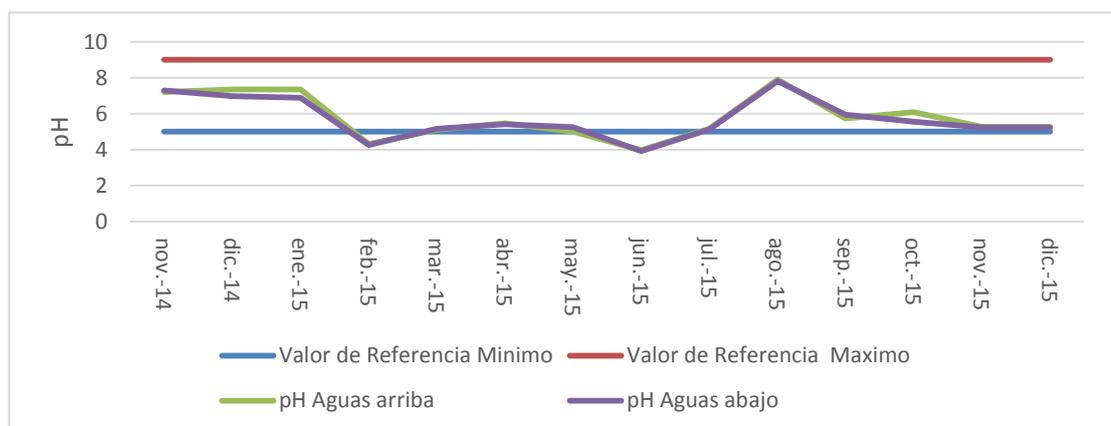
Para sistematizar la información obtenida se utilizó la herramienta de Microsoft Office Excel; tablas y gráficos dinámicos, funciones estadísticas, donde se analizaron principalmente frecuencias y medidas de tendencia central y se hicieron cartas de control estadístico.

En conclusión la observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los muestreos realizados en campo, el análisis consistió en la medición y la recolección de datos, haciendo énfasis en la lógica y al interrogante de la investigación.

## RESULTADOS

Las aguas superficiales que son de uso doméstico o consumo humano deben mantener uno parámetros de acuerdo al decreto 1594 de 1984.

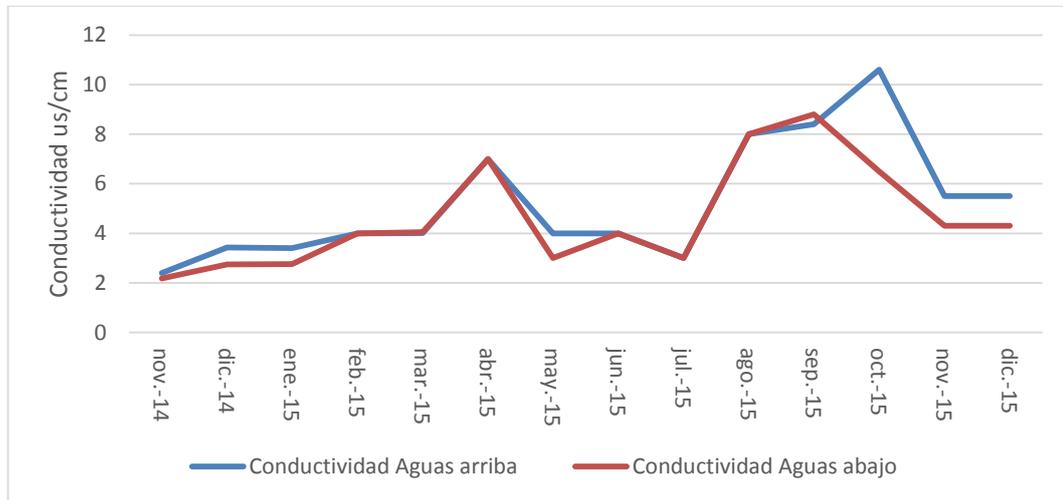
**Figura No. 1.** Análisis de pH en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeo 1, 2015.



Fuente: Martínez S. J., 2015.

Se observa que en dos momentos durante el periodo de evaluación, el pH estuvo por debajo de los valores mínimos de acidez permitidos (pH 5), con valores de 4,32 aguas arriba y 4,26 aguas abajo, el resto del periodo el pH del agua estuvo dentro del rango permitido (Figura No. 3).

**Figura No. 2.** Análisis de Conductividad Eléctrica en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeo 1, 2015.



**Fuente:** Martínez S. J., 2015.

En los parámetros de Conductividad aunque no hay un parámetro de referencia, se puede observar que existe un aumento progresivo, en la muestreo de abril de 2015 hay un pico de aumento de 7 us/cm y luego en agosto a octubre de 2015 los picos se elevan mucho más llegando a 10,6 us/cm como lo indica la figura No. 4.

**Figura No 3.** Análisis de Sólidos Totales en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeo 1, 2015.

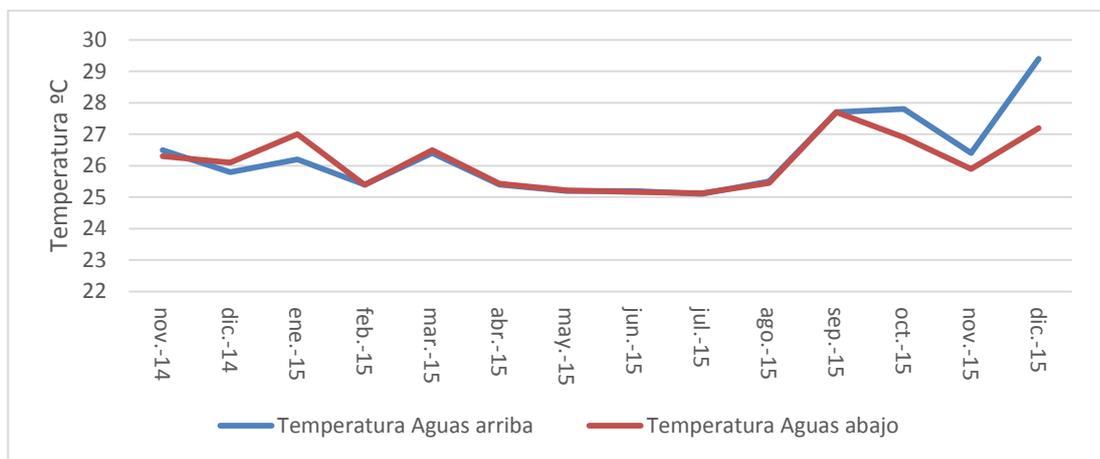


**Fuente:** Martínez S. J., 2015.

Los sólidos suspendidos presentan una variación en los muestreo de febrero de 2015 a junio de 2015 y picos altos en el muestreo de septiembre de 2015 tanto en aguas arriba como en aguas abajo con resultados de 46 y 43 mg/L, los sólidos suspendidos están relacionados con la calidad química del agua.

En relación con la conductividad de la figura No. 4 se puede observar el aumento de los sólidos se encuentra en los últimos muestreos de septiembre a diciembre de 2015 al igual que los resultados de la conductividad teniendo una relación entre los dos, ya que parte de los sólidos suspendidos tienen sustancias químicas compuestas de iones que hacen que la conductividad aumente.

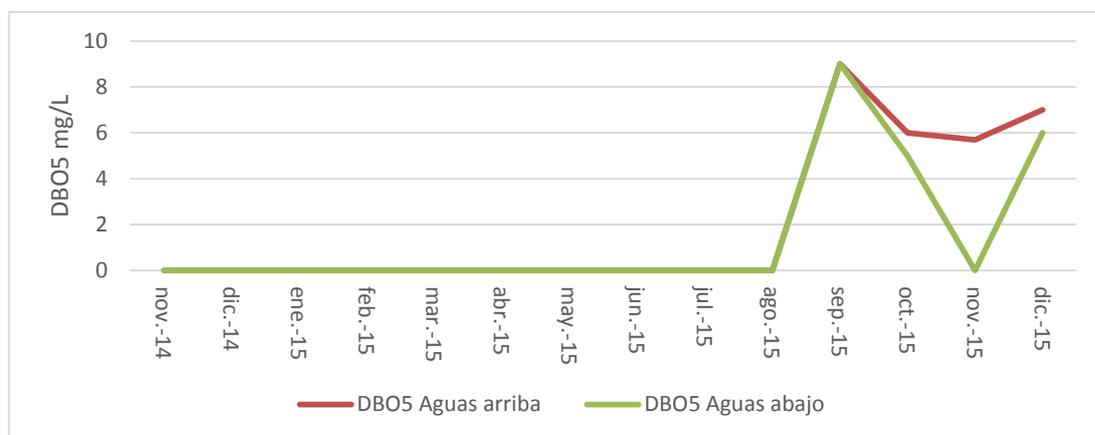
**Figura No. 4.** Análisis de Temperatura en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeco 1, 2015.



**Fuente:** Martínez S. J., 2015.

El municipio de Puerto Gaitán Meta maneja un temperatura ambiente variable de 24°C a 28,5 °C, en la figura No. 6 la temperatura del agua presenta una variación entre 28°C y 29,5 °C en las muestras de septiembre a diciembre de 2015, esto en relación a la temperatura ambiental es significativa ya que presenta valores altos.

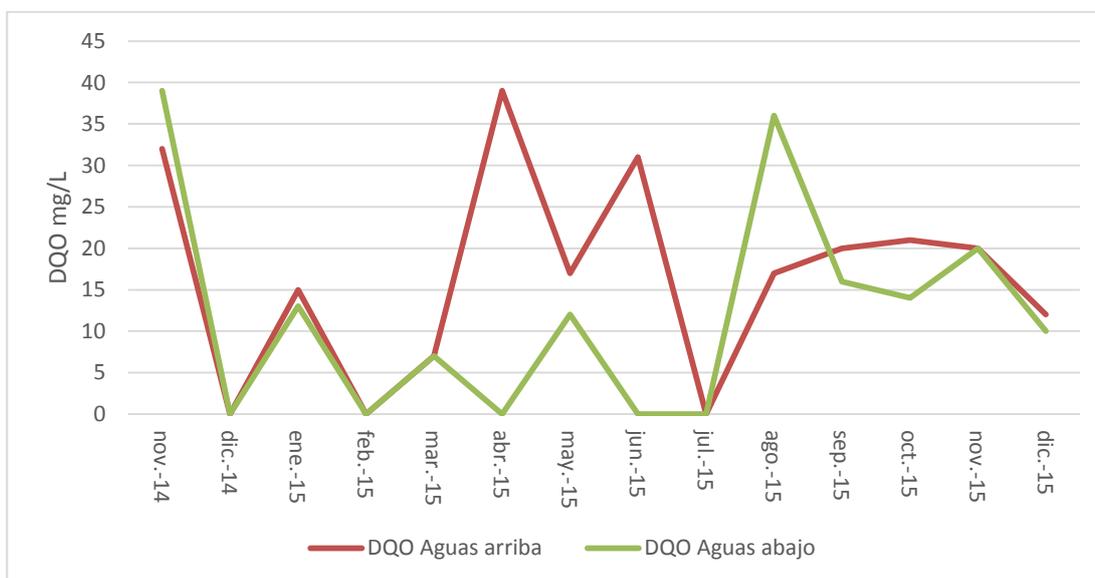
**Figura No. 5.** Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeo 1, 2015.



**Fuente:** Martínez S. J., 2015.

Se observa en la figura No. 7 que hay un aumento considerable de DBO5 en las muestras de septiembre a diciembre de 2015 con picos hasta 9 mg/L, principalmente aguas arriba.

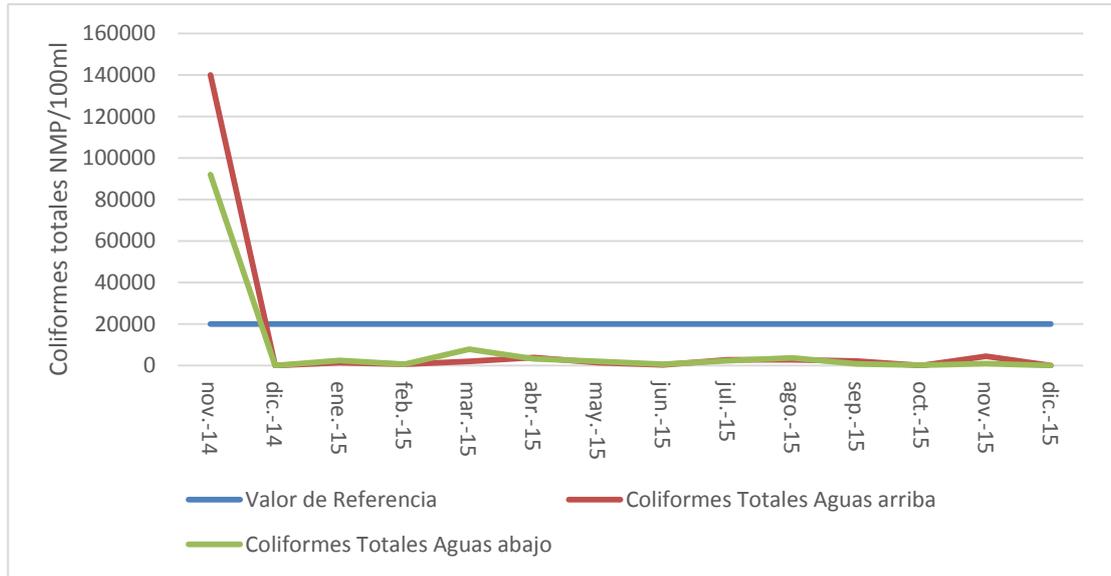
**Figura No. 6.** Análisis Demanda Química de Oxígeno (DQO) en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeo 1, 2015.



**Fuente:** Martínez S. J., 2015.

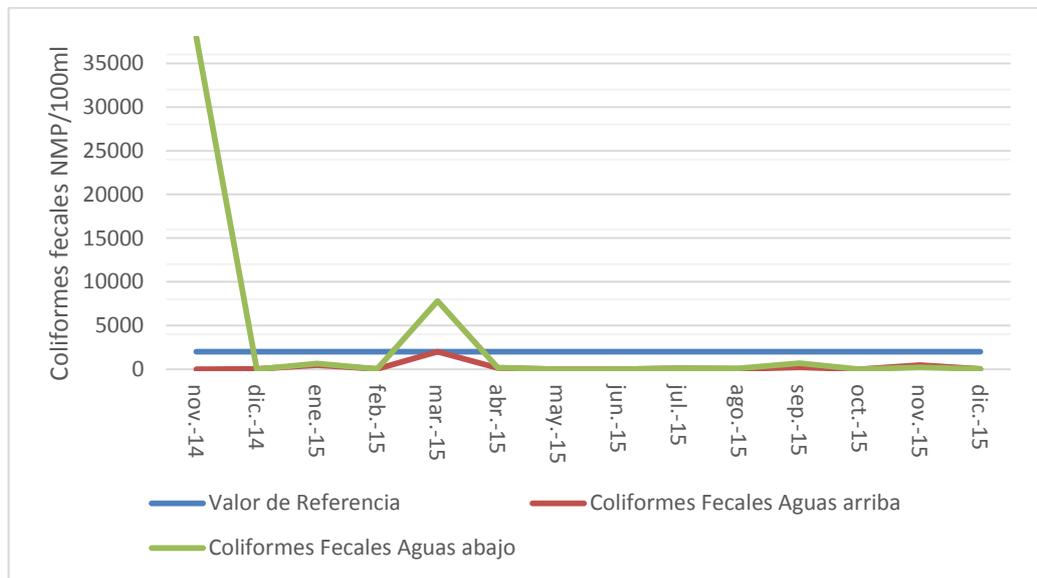
La demanda química de oxígeno (DQO) es el análisis que ha presentado las mayores variaciones en los resultados, desde el inicio presente picos altos que están entre valores de 7 mg/L a 39 mg/L, esta variación se ha dado tanto en aguas arriba como en aguas abajo (Figura No 8.).

**Figura No. 7.** Análisis Coliformes totales en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeco 1, 2015.



Fuente: Martínez S. J., 2015.

**Figura No 8.** Análisis Coliformes fecales en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeco 1, 2015.

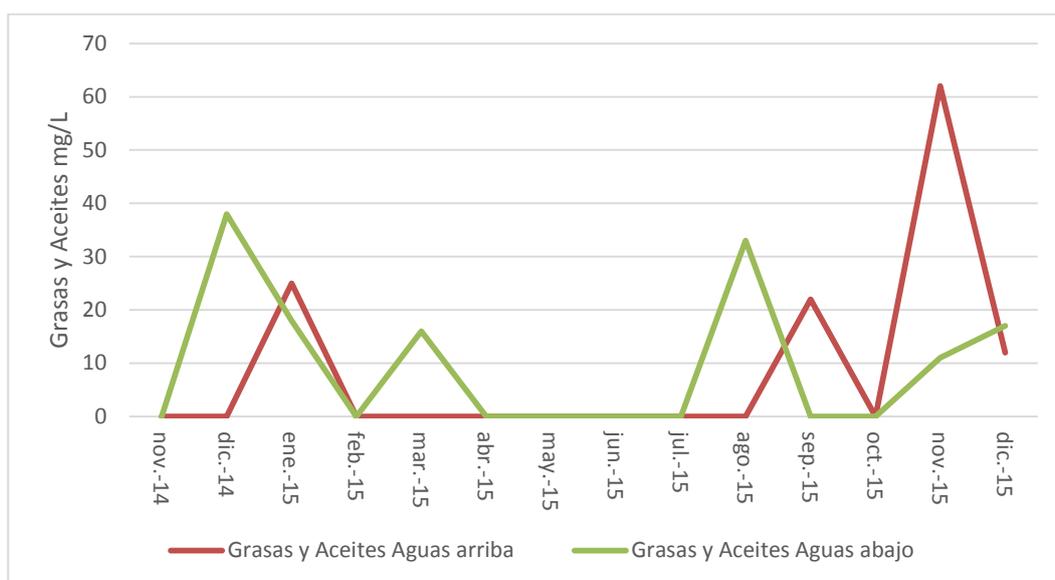


Fuente: Martínez S. J., 2015.

La detección de coliformes tanto totales como fecales se ha mantenido, existe unas desviaciones en los muestreos iniciales, los coliformes totales como su nombre lo dice es la sumatoria de todas estas enterobacterias, por lo tanto los coliformes fecales hacen parte de los coliformes totales, estos tienen un valor de referencia de 20000 NMP/100ml, en el

muestreo de noviembre de 2014 de presento una desviación con resultados de 14000 NPM/100ml aguas arriba y 92000 NPM/100ml aguas abajo, en relación con estos resultados los coliformes fecales presentaron un resultado de 38000 NPM/100ml aguas abajo teniendo en cuenta que los valores permisibles son hasta 2000 NPM/100ml, los coliformes fecales también presentaron desviación en el mes de marzo de 2015 con un valor de 7800 NPM/100ml aguas abajo (Figura No. 9. y 10.).

**Figura No 9.** Análisis Grasas y Aceites en dos sitios con referencia al punto de descarga Caño el Ingeniero Campo Corocora Estación de Rebombeo 1, 2015.



**Fuente:** Martínez S. J., 2015.

De acuerdo a los parámetros evaluados en las grasas y aceites se evidencia variaciones en la figura No. 11, durante los muestreos se presentaron resultados de 16 mg/L a 62 mg/L, este último se presentó en el mes de noviembre de 2015 aguas arriba siendo el pico más alto de los resultados obtenidos.

## DISCUSIÓN

### Principales causas de la contaminación en el Caño el Ingeniero.

Los análisis arrojan que existen algunos parámetros que presentan variaciones significativas como Grasas y Aceites y DQO, y otros van aumentando evidenciándose en los últimos muestreos como Conductividad y temperatura.

Aunque no es representativo los resultados obtenidos de pH, se evidencia que el agua ha presentado unos picos de acidez, es importante tener en cuenta esto, ya que un pH ácido puede afectar la vida acuática, tienden a mantener un número bajo de especies, afectando la

producción de los peces, y esto se da en muchos casos por vertimientos industriales (Ocasio F. 2011).

La conductividad está asociada a la carga de iones en una solución, suele aumentar cuando hay descargas de aguas residuales debido al aumento de concentración iones como el Cl, NO<sub>3</sub> y el SO<sub>4</sub>, en los casos de contaminación por derrame de hidrocarburos o compuestos orgánicos como aceites, alcohol u otros que no son ionizantes no modifican significativamente la conductividad. El aumento de la conductividad también se puede asociar a la cantidad de sales o sólidos suspendidos en el agua (Ocasio F. 2011).

Los sólidos suspendidos son la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas en el agua que pueden ser filtrables, los sólidos disueltos determinan la salinidad del medio y en consecuencia la conductividad y los sólidos en suspensión desarrollan la turbidez y el color (Rojas C. 2011).

La existencia elevada de sólidos totales indica la existencia en el agua de grasas, arcillas, aceites entre otras o material orgánico que son el resultado de contaminación por residuos de procesos industriales de minería o de cualquier otra industria que vierta residuos en las aguas superficiales, así mismo puede ser por contaminación de poblaciones aledañas a las fuentes hídricas que desechan sus residuos en estas aguas (Rojas C. 2011).

El aumento de temperatura es importante en los cuerpos de agua, el oxígeno disminuye afectando la vida acuática, la temperatura es importante también en los análisis de laboratorio ya que influye en los mismos, por el aumento de sales y la disminución del oxígeno, esta variación se puede dar por el clima local en épocas de verano, caso especial en este muestreo, los resultados de septiembre a diciembre de 2015 se tomaron en verano y las temperaturas superaban los 27 °C.

El aumento DBO<sub>5</sub> se debe principalmente al consumo de oxígeno por las bacterias para degradar material orgánico que existen en el cuerpo de agua, lo cual indica que el agua en algún momento presentó contaminación de materia orgánica que hizo que aumentara el uso de oxígeno por parte de las bacterias y protozoos, Álvarez J., Panta J., Ayala C. y Acosta E (2008), mencionan que la DBO<sub>5</sub> indica la cantidad de oxígeno necesaria para destruir, estabilizar o degradar la materia orgánica presente en una muestra de agua por la acción bacteriológica, establecieron que altos valores de DBO<sub>5</sub>, indican contaminación de agua, y cargas significativas de materia orgánica, e incremento de nutrientes y de carbono orgánico.

Cerca del Caño el Ingeniero se encuentran las empresas de petróleo, estas manejan plantas de tratamiento de agua residual y residuos sólidos resultado de sus procesos, estas empresas tienen permisos de verter esta agua residual por aspersión al suelo en épocas de verano, existe la posibilidad que por infiltración y escorrentía estas aguas lleguen al Caño y aumenten el material orgánico, aunque existe el permiso para verter por aspersión, el no tratamiento adecuado del agua residual o la aspersión de la misma cerca al Caño puede afectar el agua superficial.

La DQO nos indica la cantidad de materia orgánica contaminante en un cuerpo de agua

por medio del uso del oxígeno para la oxidación y degradación de material orgánico a bióxido de carbono y agua, entre más consumo de oxígeno es por el aumento de material orgánico en el agua, los desechos orgánicos principalmente vienen de vertimiento de aguas negras, desechos de las diferentes actividades petroleras, la mayoría de los desechos orgánicos son descompuestos por bacterias, parte de los desechos orgánicos también son por las grasas y aceites que en muchos casos son derivados del petróleo o tipo vegetal y animal.

La presencia coliformes en aguas superficiales actúan como indicadores de contaminación por materia fecal que provienen principalmente de tracto intestinal del hombre, dentro de los coliformes existen microorganismos patógenos productores de enfermedades y son parte de los coliformes fecales entre lo más comunes esta la E coli, bacteria productora de enfermedades cuando se encuentra en aguas de uso doméstico, la presencia de estos fuera de los parámetros establecidos indica que hay contaminación por desechos de aguas residuales de tipo doméstico, esto debido principalmente en este sector del Caño el Ingeniero por fallas de tratamiento de las aguas residuales, las cuales son vertidas por aspersión y por infiltración llegan a los cuerpos de aguas de cercanos en las épocas de verano en la zona, los vertimiento por aspersión se realizan de acuerdo a licencia ambiental establecida para el área, pero como se mencionó anteriormente pueden existir fallas en el tratamiento en la eliminación o disminución de la carga microbiana del agua residual.

De acuerdo a Álvarez J., Panta J., Ayala C., Acosta E. (2008), los valores establecidos por la norma para coliformes se refieren a aguas tratadas, por lo que no debe sorprender que las concentraciones en las aguas residuales que no reciben ningún tratamiento, sean tan elevadas, esto implica un riesgo de infección por estos organismos para la población expuesta, los coliformes fecales están profusamente distribuidos en la naturaleza, por lo que no debe llamar la atención el que todas las aguas naturales contengan una variedad relativamente grande, algunas de ellas son saprofitas procedentes del suelo, otras pueden ser parásitas, aun las bacterias patógenas pueden encontrarse en el agua debido a la contaminación, con esta referencia se puede explicar ampliamente el porqué, se cuantificaron altas concentraciones en algunos de los resultados que se realizaron al Caño el Ingeniero.

Guzmán G., Ramírez E. (2009), mencionan estudios realizados en todo el cauce del Río San Pedro México y coinciden con el estudio realizado en esta investigación en el Caño en Ingeniero, Puerto Gaitán Meta, los autores afirman un deterioro de la calidad del agua, provocado principalmente por las descargas de aguas residuales sin tratar, de origen municipal, agropecuario e industrial, el 50 % de las muestras de agua sobrepasaron el límite permisible de referencia para dos o más parámetros de materia orgánica y coliformes fecales, las concentraciones máximas de DBO5 fueron hasta 7.5 veces superiores a los límites permisibles establecido, mientras que los valores de DQO fueron hasta 14 veces superiores al límites permisibles, esto debido a elevados niveles de materia orgánica son congruentes con las bajas concentraciones de Oxígeno Disuelto, en los resultados presentados en el Caño el Ingeniero se evidencia que los análisis de DQO, la mayoría de los muestreos presentan variaciones considerables (Ver figura 9) y resultados como DBO5 y coliformes fecales presentan algunas desviaciones lo cuales indican que existe una

problemática de contaminación en el Caño el Ingeniero y ha sido progresivo como se observa en algunos de los parámetros estudiados y que se presentan en las figuras anteriores.

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos y pueden ser derivados de ácidos grasos de origen animal y vegetal o de hidrocarburos del petróleo, no se tiene un análisis representativo de hidrocarburos totales, se realizaron tres muestreos los cuales dieron negativo, la desviaciones de los análisis de grasas y aceites posiblemente sean de origen animal y vegetal provenientes de los procesos de tipo domestico de las industrias de petróleo o comunidades aledañas, las grasas y aceites son difíciles de degradar por las bacterias, lo cual hace que sean un contaminante importante en los ecosistemas de aguas superficiales ya que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmosfera, no permite el libre paso del oxígeno hacia el agua ni la salida de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera, en muchos casos acidifica el agua e impide el paso de la luz solar, esto afectando significativamente la vida acuática y está relacionado con la presencia de sólidos en los cuerpos de agua.

En Colombia lo mismo está pasando la mayoría de los ecosistemas hídricos se están viendo afectados por las actividades mineras de todo tipo y por la falta de conciencia de las poblaciones en el uso y cuidado de los recursos, El Caño el Ingeniero es un ejemplo de fuente de agua que abastece empresas de minería cercanas y también poblaciones, aunque los resultados en algunos parámetros no están por fuera de los límites se evidencia un aumento progresivo que es una alerta de que los contaminantes están aumentando y si no se hace el debido control pueden causar daño irreversible en estos ecosistemas afectando la fauna y flora y comunidades que tengan este fuente como consumo y abastecimiento.

Los efectos sobre el agua en especial las aguas superficiales el vertido de petróleo u otros desechos producen disminución del contenido de oxígeno, aporte de sólidos y de sustancias orgánicas e inorgánicas de las cuales varias fueron analizadas en esta investigación y que arrojaron resultados significantes que dan inicio a que se está presentando contaminación en la población de estudio que es el Caño el Ingeniero.

Los contaminantes estudiados en esta investigación, aunque no sean directamente de los derivados del petróleo, si provienen de las actividades realizadas en algunos de sus procesos, en especial por las descargas de aguas de tipo industrial y doméstico, generación de residuos sólidos, captación de agua, de este último se genera contaminación debido al riego de aceites por el lavado vehículos y residuos generados por las personas que hacen la captación.

Otros causantes del daño al Caño el ingeniero es la actividad humana de las veredas y fincas que se encuentran cerca por la generación de residuos que botan al afluente hídrico y el agua residual que no tiene un tratamiento previo antes de verterla teniendo en cuenta que no tienen un sistema sanitario, ni plantas de tratamiento para las aguas residuales generados por la población, en estas veredas también se realizan actividades de tipo agrícola, las cuales también generan contaminación que pueden estar afectando el Caño el Ingeniero.

## **Posibles medidas de mitigación para prevenir y controlar el impacto ambiental generado en el Caño el Ingeniero por la presencia de proyectos petroleros.**

La contaminación de la fuente hídrica es una problemática que se ha venido presentando en el Caño el Ingeniero, los valores presentados en las gráficas anteriores muestran que han ido aumentando paulatinamente, es importante buscar medidas que ayuden a mitigar o a prevenir la contaminación del río, por esta razón existen programas que podrían implementarse en las empresas que se encuentran cerca del Caño el Ingeniero como es el sistema de Producción Más Limpia (PML), el cual compromete todo el procesos productivo de una empresa, en donde desde el inicio hasta el final de los procesos se reducen los residuos contaminantes los cuales no son solo favorable para el medio ambiente, el PML también mejora los costos de la producción de la empresas siendo benéfico en temas económicos y ambientales.

Las industrias de los países en vías de desarrollo todavía no entienden la lógica de la producción más limpia y optan por tratar de controlar el impacto ambiental de sus empresas por medio de equipos al final de los procesos, con lo cual lo único que logran es aumentar sus costos de fabricación y por ende el precio de venta de sus productos, aumentando en gran medida su capacidad competitiva, sobre todo los mercados internacionales, (Bocanegra J.; Cavidad S.; Cifuentes C.; Giraldo J.; Varón J. 2013).

Una industria que opta por la producción más limpia, además de reducir el impacto que provoca sobre su entorno, también obtiene beneficios adicionales como son:

- Disminuye la generación de residuos y desechos, y por lo tanto los costos asociados con ellos.
- En el caso de sustancias peligrosas se disminuye el riesgo, tanto para los empleados como para los vecinos del lugar donde se localice la industria.
- Al optimizar los equipos y proceso su productividad aumenta.
- Se genera un ambiente de trabajo más eficiente y motivante a la innovación.
- El potencial competitivo de la industria aumenta, tanto a nivel local como internacional al ganar nichos de mercado entre los clientes conscientes de la problemática ambiental.
- Una industria que opta por la prevención de la contaminación demuestra su responsabilidad hacia el ambiente y por lo tanto mejora considerablemente su imagen ante la sociedad.

Existen normas internacionales como la ISO 14000 – 14001, es una norma ambiental voluntaria que muy pocas empresas aplican y sugiere dentro de sus programas de prevención de la contaminación que empiecen con el diseño adecuado de los productos y que al mismo tiempo se incluyan estudios del ciclo de vida de los mismos.

Aun cuando la normativa de la serie ISO es voluntaria, las industrias que no la adopten quedarán excluidas para ingresar en los grandes bloques económicos del planeta, como es el caso actual de la Comunidad Europea, en donde es obligatorio el cumplimiento de la normatividad de la serie ISO-9000 de aseguramiento de la calidad de los productos y los

servicios (Bocanegra J.; Cavidad S.; Cifuentes C.; Giraldo J.; Varón J. 2013).

Esta norma debería ser obligatoria en Colombia hacer parte de la legislación nacional, lo cual sería un paso importante para el logro de minimizar los impactos negativos del medio ambiente y prevención de las nuevas industrias que entren al país en el sector de minería es especial el de petróleos.

En Perú se han mostrado desviaciones significativas en controles operacionales que fueron detectadas en compañías relacionadas con la minería que operan en este país, se han desarrollado once auditorías ambientales con relación a ISO 14001 y se ha encontrado que las desviaciones se deben a la administración inadecuada de residuos sólidos (residuos peligrosos y no peligrosos), así como a consumos no eficientes de la electricidad, agua, aceite y combustible en el transporte; y a derrames de aceite, emisiones de polvo y desperdicios de aguas sin un adecuado tratamiento. Algunas técnicas de Producción Más Limpia han sido discutidas con el objetivo de mitigar estas desviaciones (Valdivia S.; Mongrut M. 2006).

Así mismo el gobierno debe exigir un apoyo de educación ambiental a las empresas de hidrocarburos a las comunidades cerca, donde generen conciencia del cuidado del medio ambiente y la disposición adecuada de residuos que generan en sus veredas, esto con el apoyo de los entes gubernamentales en donde se creen proyectos que permitan hacer una mejor disposición de los residuos y los impactos sean menos al medio ambiente.

Rodríguez R., Castro F., (2013), plantean la aplicación de un Programa de Educación Ambiental en el Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá, Sector Pacífico; como alternativa para lograr la prevención y disminución de los derrames de Hidrocarburo en el área de excavación que resultan de las actividades y operaciones del Proyecto.

El Sistema de Gestión Ambiental del Proyecto establece el desarrollo de programas de Educación Ambiental para generar conciencia en los colaboradores de la obra y que de esta forma puedan cumplir con las normativas de protección y conservación ambiental establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental (Rodríguez R.; Castro F. 2013).

La implementación consistió en la capacitación a los trabajadores del área de excavación del Proyecto y el uso de materiales didácticos referentes a los temas de manejo de hidrocarburos. El objetivo fue disminuir la incidencia en la cantidad de derrames de hidrocarburo, enfocándose en las consecuencias al ambiente que traería un derrame de este material y el desarrollo de buenas prácticas de modo que realicen sus labores previniendo y conteniendo posibles impactos ambientales (Rodríguez R.; Castro F. 2013).

El porcentaje de derrames en el área de excavación disminuyó en los dos últimos meses del año, seguramente se deba a la variación en la cantidad del personal del área de excavación, con ayuda de los folletos, murales y charlas en el lugar (Rodríguez R.; Castro F. 2013).

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede evidenciar que existen desviaciones significativas en los análisis de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Grasas y Aceites.

Las mediciones de DQO y Grasas y Aceites son importante en este estudio debido a que nos indican que existe contaminación en el Caño el Ingeniero por material orgánico posiblemente de los residuos de aguas residuales provenientes de vertimientos que se realizan cerca de afluente del agua y que se hace en la épocas de verano de acuerdo a la licencia ambiental que se establece para el sector y que por filtración y escorrentía llegan al cuerpo de agua.

Los permisos de vertimiento son claros en que para realizar esta actividad el agua residual debe cumplir con los parámetros establecidos por la legislación Colombia, lo cual puede ser una falla en el tratamiento del agua que posteriormente se vierte.

El Caño el Ingeniero también es una fuente de captación para las empresas de petróleo que se encuentran cerca, esto puede afectar directamente el caño ya que los vehículos y personas que llegan a este sitio generan residuos como grasas y aceites provenientes del lavado y arreglos de los vehículos y otro tipo de residuos del uso personal de la personas que llegan a este afluente hídrico.

Existe pocas desviaciones o diferencias en los análisis de Conductividad, Sólidos suspendidos, Temperatura, y Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5) se puede observar que los últimos muestreos los resultados aumentaron saliendo de los parámetros establecidos por la norma y en los que no aplica norma de igual manera aumentaron los resultados, lo cual puede indicar que así sea en mínimas proporciones esta aumentado la contaminación del Caño el Ingeniero, lo cual si no se controla puede generar impactos significativos en este cuerpo de agua, teniendo en cuenta que este Caño desemboca en el río Manacacías el cual provee el agua al municipio de Puerto Gaitán Meta.

Aunque los resultados analizados en su mayoría presentan estabilidad, las desviaciones presentadas es una alerta de que si hay una contaminación en el Caño el Ingeniero y a aparte de afectar la vida acuática del agua superficial también puede afectar las veredas, fincas que tenga como fuente de abastecimiento este recurso hídrico, ya sea de uso doméstico y/o agrícola.

Los tratamientos de aguas de tipo industrial y doméstico en las industrias de petróleo deben cumplir con toda la normatividad para tratamiento de aguas residuales, y así mismo el vertimiento de estas se debe hacer en épocas especiales como verano, pero para el vertimiento de aguas residuales éstas deben cumplir con los parámetros para su disposición final, puede ser que este tenga una falla en este proceso de tratamiento y el agua vertida no esté cumpliendo con la lo establecido por la norma para ser vertida.

Con los resultados obtenidos se observa que la contaminación se puede dar por escorrentías y el desarrollo industrial que pueden estar causando problemas a la calidad del agua y al cauce del caño el Ingeniero.

En los muestreos de calidad analizados se encontró una relación entre los resultados y las posibles fuentes de contaminación, como es el caso las industrias de petróleos que se encuentran aledañas al Caño del Ingeniero y que utilizan esta fuente hídrica como suministro de agua para sus actividades ya sea de tipo industrial o doméstico captando el agua con vehículos que la transportan a sus centros de operación.

---

## AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios, Por acompañarme en este camino y por ser mi guía y fortaleza en cada momento de mi vida. A mi Padre Fernando Martínez y mi madre Valdenis Gómez, por su apoyo y confianza incondicional. Al Profesor Juan Carlos Granobles Torres I. A. MSc. Director del trabajo de Tesis por aportarme parte de su conocimiento, por su paciencia y dedicación. A la Universidad de Manizales con todos sus docentes y tutores de la Maestría; porque cada uno con su entendimiento y dedicación me formaron y aportaron nuevos conocimientos para mejorar mi formación profesional.

## REFERENCIAS

- Agenda alterna. ¿agua o petróleo? el grave impacto de las petroleras. el caso de ecopetrol en meta. [en línea] <<http://www.agendalterna.com/denuncia/menudenuncia/multimedienuncia/1709-ecopetrolimpacto.html>>, descargado en el 2013.
- Avellaneda A. Petróleo e impacto ambiental en Colombia. [en línea] <<http://www.bdigital.unal.edu.co/41162/1/12208-31104-1-PB.pdf>>, descargado en el 2016.
- Bojaca R. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia 2007. grasas y aceites en agua extracción líquido- líquido y gravimetría. Bogotá D.C., Colombia, segunda versión. 8 P.
- Chales G., Alderete E., Fuentes E. Medidas de producción más limpia en instalaciones petroleras cubanas. Cuba 5P.
- Choc A. La contaminación ambiental. [en línea] <<http://lacontaminacionambiental1erp2012.blogspot.com.co/2012/06/efectos-de-la-contaminacion-de-las.html>>, descargado en 2016.
- Estrada J.; Martínez S. Tipos de contaminantes del agua. [en línea] <<https://sites.google.com/site/blogdeeducacionambiental/tipos-de-contaminantes-de>>. descargado en 2016.
- Exploración de Petróleo en Colombia. (s.f.). [en línea] <<http://laotraopinion.net/recursos-naturales/exploracion-de-petroleo-en-colombia/>>, descargado en el 2014.
- Fierro J. (S.F). Prioridades ambientales en la altillanura colombiana. [en línea] <<https://javierfierro.files.wordpress.com/2007/06/lanos-orientales.pdf>>. Descargado en el 2014.

- Galván R., Luís E., Reyes G., Rosa E. Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la Contaminación ambiental ciudad de Caracas. Venezuela 19 P.
- General Form For Electronic References. (s.f.). [en línea] <[http://www.puertogaitan-meta.gov.co/apc-aa/files/31353536396633393038313430346361/INFORME\\_INDIGENA.pdf](http://www.puertogaitan-meta.gov.co/apc-aa/files/31353536396633393038313430346361/INFORME_INDIGENA.pdf)>, descargado en el 2014.
- G Guzmán-Colis, EM Ramírez-López, F Thalasso, S Rodríguez-Narciso, AL Guerrero-Barrera, FJ Avelar-González. Evaluación de contaminantes en agua y sedimentos del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes. México 26 P.
- Herrera Duran N. (2013, agosto). Trazas de crudo y seños de agua. [en línea] <<http://www.elespectador.com/noticias/politica/trazas-de-crudo-y-suenos-de-agua-articulo-440758>>, descargado en el 2014.
- Industrias Petroleras Mexicana Pemex. [en línea] <<http://www.industriapetroleramexicana.com/tag/petroleos-mexicanos/>>, descargado en 2016.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Julio 2000. Diagnóstico ambiental y lineamientos para el uso sostenible de área caño limón – estero de lipa. Bogotá, Colombia.
- Navas D.; Rodríguez P. procesos para la obtención del petróleo y los impactos ambientales generados por actividades petroleras 2010. Universidad Santander 57 P.
- Ocasio F. Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río piedras. Universidad Metropolitana escuela graduada de asuntos ambientales San Juan, Puerto Rico 141 P.
- Otalora A. evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedales artificiales de alta tasa en la locación petrolera de caño gandúl 2011. Universidad nacional de Colombia 163 P.
- Ortiz P. A. Contaminación de los cuerpos de agua superficiales por sistemas de relleno sanitario en puerto rico, bs, ciencias ambientales, universidad de Puerto Rico de río piedras. 157 P.
- Rojas C. Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit. México 168 P.
- Rodríguez R., Castro F. La Educación Ambiental Como Alternativa Para La Prevención De Derrames de Hidrocarburos En El Proyecto De Diseño Y Construcción Del Tercer Juego de Esclusas, Sitio Pacífico. Panamá 32 P.
- Uso Nacional. Puerto Gaitán Meta con petróleo y sin futuro. [en línea] <<http://www.usofrenteobrero.org/index.php/secretarias/internacional/42-subdirectivas/meta/1485-puerto-gaitan-meta-con-petroleo-y-sin-futuro>>, descargado en 2016.
- Zhen B. Calidad físico – química del agua para el consumo de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, y Guanacaste .Costa Rica 204 P.