

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Evaluación del Impacto en la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas del vertedero del Distrito Municipal Boyá, ubicado en la provincia Monte Plata, República Dominicana, 2018.

Para la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

Sustentantes:

Enmanuel Antonio Perdomo Medrano	11-0966
David Sebastián Pérez Escanio	13-0065

Asesora:

Ing. Sandra José Clases, MSc.

Santo Domingo, D.N. AGOSTO, 2018

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por ser nuestro sostén, nuestro guía, ayudador y sustentador. Por darnos el privilegio de llegar hasta este punto de nuestra vida, por la oportunidad que nos da cada día de seguir adelante.

A la **Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**, por permitirnos ser parte de este gran centro educativo, por brindarnos una excelente formación académica y concedernos la oportunidad de poder obtener a través de esta carrera, un mayor crecimiento en nuestra vida como profesionales.

A los **maestros**, porque por medio de ellos pudimos adquirir múltiples conocimientos.

A la **Ing. Sandra José Clases**, nuestra asesora, quien fue nuestro guía en el desarrollo de esta investigación, infinitamente agradecidos por su dedicación y apoyo incondicional.

A la **Ing. Yenny Rodríguez** del Servicio Geológico Nacional, por brindarnos informaciones clave, por compartir conocimientos, por su apoyo, entrega incondicional y acompañarnos en esta investigación.

A **Francesco Padovani**, por su disposición, apoyo y gran esfuerzo para ser posible el desarrollo eficaz de esta investigación.

A la **Ing. Cecilia Pradella** de la Universidad di Trento, Italia, por su disposición y apoyo al momento de trabajar, por compartir sus experiencias, recomendaciones y acompañarnos en esta investigación.

Al **Servicio Geológico Nacional**, por colaborar con nosotros, por suministrarnos de información y proveernos de equipos y herramientas para el desarrollo de esta investigación.

Enmanuel Antonio Perdomo Medrano

David Sebastián Pérez Escanío

DEDICATORIA

A mi madre Raquel Medrano

Mujer luchadora y dedicada, por darme la vida, por darme la oportunidad de crecer cada día y ser un ente de bien para la sociedad, por su apoyo, esfuerzo y entrega, por decirme: “si otro pudo, tú puedes, falta poco, y que a los hijos de Dios todas las cosas le ayudan a bien”, por orar siempre por mí, por poner todo su empeño y dedicación para ayudarme a alzar la meta.

A mi padre Antonio Perdomo

Por brindarme sus sabios consejos, porque supo conducirme por el buen camino, por recordarme cuales son las prioridades y comprometerme en ellos, por su dedicación en asistirme en todo lo que necesito, por animarme a hacer lo mejor y por siempre orar por mí.

A mi novia Luisa Báez

Por ser mi socorro y motivación, por siempre estar ahí en los momentos difíciles e incómodos, por aguantarme, por decirme que tengo que dar lo mejor, por siempre estar dispuesta a ayudarme no importando qué, por ser un soporte incondicional en este proceso, por tenerme presente en sus oraciones, por querer siempre lo mejor para mí y sacarme una sonrisa en medio de la tormenta y por siempre recordarme vivir conforme a Josué 1:9.

A mi Amada abuela Alida Heredia de Medrano

Mi otra madre y padre, mujer virtuosa, por compartir su sabiduría conmigo, por sus consejos profundos y puntuales, por confiar en mí, por siempre recordarme que todo tiene su tiempo (Eclesiastés 3:1), por ayudarme y apoyarme sin ninguna restricción, por siempre querer lo mejor de lo mejor para mi motivándome a ser mejor bajo cualquier circunstancia, por darme aliento para no rendirme durante esta carrera.

A mi abuelo Eleodoro Medrano

Por motivarme a estudiar esta carrera.

Enmanuel Antonio Perdomo Medrano

DEDICATORIA

A mi madre Ybelia Escanio

Por llevar nuestra familia hacia adelante, por siempre estar ahí para mí, por ser una madre atenta y siempre dispuesta en ayudarme alcanzar mis sueños, uno de ellos ser ingeniero.

A mi padre Milcíades Pérez

Por siempre apoyarme y sentirte orgulloso de todo lo que haga, por llevar nuestra familia adelante y nunca darnos un no como respuesta.

A mi hermana Karina Pérez

Por ser una hermana ejemplar y servirme de motivación para llegar donde estoy, no te imaginas lo importante que eres en mi vida, eres y siempre serás mi patrón a seguir, gracias por estar ahí siempre para mí.

A mi familia

A todos mis familiares por apoyarme siempre y brindarme su amor incondicional. Mis tíos Aurelina Luciano, Oreste Pérez, Podalina Pérez, mis primos Miguel Ramírez, Fidel Gonzales, Manuel Martin Perez, Jorge Luis Urbaez, Aneudy Luciano, Angélica Pérez, Caridad Eugenio, Duncan.

A mi novia Arlenny Cruz

Por siempre motivarme a ser una mejor persona, por estar ahí durante cada etapa de mi vida y ser parte del proceso, por siempre apoyarme y brindarme tu amor.

A mis amigos

Por apoyarme en todo y demostrarme que mi triunfo es suyo también y demostrarme que existen amigos reales: Estarlin German, Félix santana, David Junior santana, Meriyen Montilla.

A mis amigos de la universidad

Por servirme de soporte durante todo este camino y demostrarme que la universidad se puede encontrar amistad: Wander Montan, José Lora, Juan Vargas, Gabriel Caridad, José Peña, William Mateo, Abraham Luna, Efrain Santos, Roinny Pérez, Joaquín Medina, Miguel Mariano, Guillermo Ramírez, Ray Suazo.

David Sebastián Pérez Escanío

Índice

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
Introducción.....	12
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 Planteamiento y formulación del problema	14
1.2 Preguntas de Investigación	15
1.3 Objetivos de la investigación	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.5 Antecedentes	16
1.5.1 Nacionales	16
1.5.2 Internacionales	17
1.6 Alcances.....	18
1.7 Limitaciones.....	18
CAPÍTULO II. DISEÑO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1 Marco Teórico.....	20
2.1.1 El agua	20
2.1.2 Calidad de agua.....	21
2.1.3 Parámetros de la calidad del agua.....	23
2.1.4 Tipos de Aguas	24
2.1.4.1 Aguas Naturales	24
2.1.4.2 Aguas Duras	25
2.1.4.3 Aguas Blandas.....	26
2.1.4.5 Aguas Negras	27
2.1.4.6 Aguas Residuales	27
2.1.5 Aguas superficiales	28
2.1.5.1 Clasificación de aguas superficiales.....	29
2.1.6 Agua Subterránea o freática.....	29
2.1.7 Relación entre agua subterránea y superficial	31
2.1.8 Parámetros físico químicos y bacteriológicos	32
2.1.8.1 Nitrato.....	32

2.1.8.3 DQO	33
Relación entre la DQO y la DBO	34
2.1.8.4 Temperatura	34
2.1.8.5 pH.....	35
2.1.8.6 Coliformes Fecales.....	36
2.1.8.7 Coliformes Totales	37
2.1.8.8 EscherichiaColi	37
2.1.8.9 Pseudomona SP.....	37
2.1.9 Marco Legal.....	38
2.1.10 Vertederos.....	40
2.1.10.1 Tipos de vertederos	42
2.1.10.2 Principales impactos causados por los vertederos.....	42
2.2 Marco contextual	44
2.2.1 Red hidrográfica	45
2.2.3 Marco Geológico	45
2.2.4 Vertedero	47
2.2.5 Datos climáticos históricos obtenidos por la ONAMET	48
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	53
3.1 Enfoque de la investigación.....	54
3.2 Tipo de investigación.....	54
3.3 Diseño de investigación	54
3.4 Procedimientos de la investigación.....	54
3.5 Técnica de investigación.....	55
3.6 Análisis bibliográfico.....	55
3.7 Trabajo de campo.....	55
3.8 Criterio de selección de la muestra	55
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1 Resultados.....	57
4.1.1 Punto de Muestreo 1: Río Hicaco Aguas Arriba.	65
4.1.1.2 Evaluación del río Hicaco, aguas arriba.....	65
4.1.2 Punto de Muestreo 2: Río Hicaco Centro	68
4.1.2.1 Evaluación del río Hicaco centro	68
4.1.3 Punto de Muestreo 3: Río Hicaco Aguas Abajo (Proyecto Esperanza).....	71

4.1.3.1 Evaluación del río Hicaco, aguas abajo	71
4.1.4 Punto de Muestreo 4: Pozo Hospital.....	74
4.1.4.1 Evaluación de pozo Hospital.....	74
4.1.5 Punto de Muestreo 5: Pozo Iglesia.	77
4.1.5 Evaluación de pozo Iglesia.....	77
Conclusiones.....	81
Recomendaciones	83
Bibliografía.....	85
ANEXO I.....	88
ANÁLISIS BACTEREOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS, DBO5 Y DQO POR EL INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS (INAPA).....	88
ANEXO II.....	99
ANÁLISIS BACTEREOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS, DBO5 Y DQO POR LA CORPORACIÓN DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTO DOMINGO (CAASD).....	99
ANEXO III.....	116
IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN	116

Índice de tablas

<i>Tabla 1.</i> Clasificación de aguas superficiales	29
<i>Tabla 2.</i> Escala del pH.....	36
<i>Tabla 3.</i> pH de los líquidos más comunes.	36
<i>Tabla 4.</i> Datos mensuales de precipitación	48
<i>Tabla 5.</i> Datos mensuales de temperatura máxima	49
<i>Tabla 6.</i> Datos mensuales de temperatura	49
<i>Tabla 7.</i> Datos promedios normales	51
<i>Tabla 8.</i> Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas superficiales y en aguas costeras	58
<i>Tabla 9.</i> Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas superficiales y en aguas costeras	59
<i>Tabla 10.</i> Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas superficiales y en aguas costeras	60
<i>Tabla 11.</i> Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas	61
<i>Tabla 12.</i> Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas.	62
<i>Tabla 13.</i> Datos Geográficos de los puntos de muestreo.	63
<i>Tabla 14</i> Características Físico Químicas y bacteriológicas del Río Hicaco y Pozo en el Municipio de Boyá	64
<i>Tabla 15.</i> Leyenda	64

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa con identificación de vertederos a cielo abierto	43
<i>Figura 2.</i> Localización geográfica del Distrito Municipal de Boyá.....	44
<i>Figura 3.</i> Variación de la precipitación y temperatura media mensual	50
<i>Figura 4.</i> Variación de la precipitación, humedad relativa y temperatura media mensual	52
<i>Figura 5.</i> Puntos de Muestreo.	63
<i>Figura 6.</i> Punto de Muestreo 1	65
<i>Figura 7.</i> Coliformes totales y fecales, río Hicaco aguas arriba	66
<i>Figura 8.</i> Nitratos y pH, río Hicaco aguas arriba.	66
<i>Figura 9.</i> DBO5 y DQO, río Hicaco aguas arriba.....	67
<i>Figura 10.</i> Punto de Muestreo 2.....	68
<i>Figura 11.</i> Coliformes totales y fecales, río Hicaco centro	69
<i>Figura 12.</i> Nitratos y pH, río Hicaco centro.....	69
<i>Figura 13.</i> DBO5 y DQO, río Hicaco centro	70
<i>Figura 14.</i> Punto de Muestreo 3.....	71
<i>Figura 15.</i> Coliformes totales y fecales, río Hicaco aguas abajo	72
<i>Figura 16.</i> Nitratos y pH, río Hicaco aguas abajo.....	72
<i>Figura 17.</i> DBO5 y DQO, río Hicaco aguas abajo	73
<i>Figura 18.</i> Punto de Muestreo 4.....	74
<i>Figura 19.</i> Coliformes totales y fecales, pozo del Hospital	75
<i>Figura 20.</i> Nitratos y pH, pozo Hospital	75
<i>Figura 21.</i> DBO5 y DQO, pozo Hospital.....	76
<i>Figura 22.</i> Punto de Muestreo 5.....	77
<i>Figura 23.</i> Coliformes totales y fecales, pozo Iglesia	78
<i>Figura 24.</i> Nitratos y pH, pozo Iglesia.....	79
<i>Figura 25.</i> DBO5 y DQO, pozo Iglesia.....	80

Introducción

El presente trabajo surge por la necesidad de ofrecer solución a la problemática de la existencia de un vertedero que, a través de los años, ha ido afectando al Distrito Municipal de Boyá, ubicado en la provincia Monte Plata.

El interés de estudiar este caso, ha nacido específicamente de la estudiante de maestría de ingeniería ambiental de la Universidad de Trento, Italia, Cecilia Pradella, quien a través del Servicio Geológico Nacional dominicano (SGN) y por el acuerdo de colaboración de investigación que tienen estas dos entidades, ha solicitado apoyo para el desarrollo de su trabajo de master.

Es importante mencionar que el trabajo de investigación de la ingeniera Pradella se titula: Comparación entre tres diferentes contextos en la República Dominicana para comprender cómo se gestionan los desechos sólidos. Algunos de los objetivos específicos planteados en éste son los siguientes: Evaluar la producción de lixiviados y la contaminación que provoca en el agua el vertedero del distrito municipal de Boyá; realizar un proyecto para tratar la laguna de lixiviados creada cerca del vertedero.

Según lo mencionado anteriormente, los objetivos de este presente trabajo contribuirán directamente al primer objetivo específico del trabajo de master planteado.

En ese sentido, la asesora de este trabajo planteó que como la UNPHU y el SGN también tienen un acuerdo de colaboración, entonces era conveniente buscar estudiantes de término que estuvieran en la disposición de apoyar esta iniciativa.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento y formulación del problema

La existencia de un vertedero a cielo abierto en el Distrito Municipal de Boya ha causado varias problemáticas; como la creación de una laguna de lixiviados que va en constante crecimiento, provocado por la basura, la escorrentía y estancamiento del mismo sin tomar las medidas medio ambientales, la descomposición y oxidación de la basura permeando el suelo por residuos tóxicos. Esto ha causado que se contaminen gravemente las aguas subterráneas y superficiales del municipio.

Según Antúnez, Rivera y Rodríguez (2013), uno de los principales impactos que producen los vertederos es la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales causadas por los lixiviados, que se puede prolongar durante 20 o 30 años después de su clausura.

De acuerdo a Ojeda (2005), el lixiviado produce la contaminación de los suelos y las aguas superficiales y subterráneas aledañas a los sitios de disposición final de residuos sólidos, su naturaleza depende del tipo de residuos que se depositen.

Por otra parte Antúnez, Rivera y Rodríguez (2013) puntualizan, que la contaminación del suelo y el agua, por lixiviación de sustancias tóxicas de los vertederos liberadas en aguas superficiales y subterráneas, puede afectar al agua potable y contaminar aguas continentales y litorales. Los vertederos de residuos municipales producen lixiviados que a menudo contienen materia orgánica, amoníaco, metales pesados y otras materias tóxicas.

Según Castaño (s.f.), las aguas subterráneas se encuentran mejor protegidas frente a la contaminación que las aguas superficiales, siempre que los contaminantes no los afecten directamente. Sin embargo, una vez que los contaminantes se incorporan al flujo subterráneo resulta difícil y costoso tanto el detectar su presencia como desconocer su desplazamiento, siendo la contaminación en ocasiones un proceso prácticamente irreversible.

1.2 Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la climatología del área de estudio?
- ¿Cuáles son los parámetros de calidad de las aguas superficiales y subterráneas?
- ¿Cómo caracterizar la zona objetivo en cuanto a hidrología, hidrogeología se refiere?
- ¿Cuál es el efecto del vertedero del distrito municipal de Boyá en las aguas superficiales y subterráneas en la zona objeto de estudio?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el impacto en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas del vertedero del Distrito Municipal Boyá, ubicado en la provincia Monte Plata, República Dominicana

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la climatología del área de estudio.
- Determinar los parámetros de calidad de las aguas superficiales y subterráneas.
- Caracterizar la zona objetivo en cuanto a hidrología, hidrogeología se refiere.
- Determinar el efecto del vertedero del distrito municipal de Boyá en las aguas superficiales y subterráneas en la zona objeto de estudio.

1.4 Justificación

En República Dominicana, la prevención, en cuanto a la contaminación que producen los lixiviados en las aguas como para los terrenos, que producen malos olores y tienen un efecto negativo en la flora y la fauna, así como también, la salud humana, está siendo considerada en los últimos años pero aun así no existe la suficiente base, en cuanto a estudios de calidad de aguas y suelos, para abordar este problema.

El dilema de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas debido a la existencia de vertederos se debe básicamente a la falta de concientización acerca de la importancia que tiene la adquisición de estos datos precisos sobre el sitio donde se va a ubicar un vertedero y de las medidas a tomar en cuenta para dotar la instalación de los requisitos necesarios para descartar posibles problemas de deterioro.

El presente estudio tratara de contribuir con la base de datos de la República Dominicana, y con esto se pueda tomar decisiones para una adecuada ubicación y gestión de los vertederos.

1.5 Antecedentes

1.5.1 Nacionales

Ferreras (2015) citando a De León (2013) expresa, que la Liga Municipal Dominicana (LMD) y la empresa minera Falconbridge Dominicana (Falcondo) iniciaron en Villa Altagracia, Municipio la provincia de San Cristóbal, la construcción del primer vertedero controlado para residuos biodegradables, con una inversión superior a los \$51.0 millones de pesos. La obra fue definida como trascendental por Johnny Jones, secretario general de la LMD; Darren Bowden, gerente general de Falcondo, y José Miguel Méndez, alcalde de Villa Altagracia, porque marca el inicio del manejo de desechos conservando el medio ambiente, eliminando las humaredas y los residuos que contaminan las aguas subterráneas y porque su modelo sería replicado en el resto del país.

El autor anterior afirma que la recolección de desechos por parte del Ayuntamiento del Distrito Nacional requiere de 16 horas diarias de trabajo, por lo que cualquier retraso genera un impacto negativo. Ese ayuntamiento es líder en capacidad técnica, seguido de Santiago de los Caballeros. La participación de las fundaciones citadas les da capacidad operativa, pero necesitan más cooperación de la ciudadanía, así como una política o ley sancionadora. El Ayuntamiento del Distrito Nacional cuenta con el apoyo de la cooperación japonesa, de la mano de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), para desarrollar un programa de educación sobre la clasificación de los desechos sólidos dirigido a la ciudadanía.

Castillo (2014), plantea que el suelo se contamina con los tantos desperdicios, basuras y otros. Algunos de estos sitios son los parques industriales, los basureros municipales, las zonas urbanas muy pobladas y los depósitos de químicos, combustibles y aceites, entre otras, sin dejar de mencionar las zonas agrícolas donde se utilizan los químicos y fertilizantes de manera descontrolada.

Independientemente de su origen, los residuos pueden ser peligrosos y no peligrosos. Los peligrosos son aquellos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas, representan un riesgo para la salud de las personas y el ambiente, mientras que los residuos no peligrosos se denominan residuos sólidos.

1.5.2 Internacionales

Sandoval y Rodríguez (2013), señalan que es de suma importancia identificar en los estudios hidrológicos de aguas subterráneas el papel y extensión de las zonas hiporreicas, ya que éstas pudieran influir en la calidad fisicoquímica del agua subterránea y, de ser posible, que ambas sean manejadas como un mismo sistema hidrogeológico con el fin de proteger los acuíferos y preservar estas zonas debido a su importancia biológica.

Astorga (2013) citando a Reynolds (2006), plantea que como resultado del cambio de uso del suelo, de plantaciones de café a zonas residenciales urbanas sin sistemas de alcantarillado sanitario y en general, con tanques sépticos construidos de forma inadecuada, sin un buen mantenimiento y en sitios con limitaciones del suelo, el potencial de carga contaminante de nitrato a las aguas subterráneas en la zona de recarga de los acuíferos Barva, La Libertad y Colima, continuará aumentando. De asumir un ingreso constante de contaminación a las aguas subterráneas, en pocas décadas las aguas de los acuíferos del Valle Central, no serán aptas en varios de los sitios estudiados, los cuales están siendo utilizados en su mayoría como fuente pública de agua de consumo humano.

Blarasin (2005), expresa que aunque el agua es un recurso estratégico para la vida, la contaminación de varios ríos del mundo, la sobreexplotación de acuíferos, el derroche de agua y otras actividades del hombre, la afectan seriamente. Ante este

panorama cabe preguntarse hasta qué punto, los que tenemos buena disponibilidad de agua, hacemos uso o abuso del recurso. De acuerdo al último informe de las Naciones Unidas sobre el tema del agua en el mundo, en los próximos años se habrá agrandado la brecha entre los países ricos y pobres debido a que los primeros tendrán más tecnología y consecuentemente más disponibilidad de agua, la que será fundamentalmente utilizada para riego y producción de sus propios alimentos.

1.6 Alcances

Este trabajo de grado contempla sólo los siguientes análisis:

- Físico – químicos: **Temperatura, pH y Nitratos.**
- Bacteriológicos: **Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Pseudomona SP.**
- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

1.7 Limitaciones

Durante la recolección de información relacionada al tema en cuestión, se presentaron algunas dificultades:

- Poca información relacionada al vertedero de Boyá.
- Poco o ningún dato del río o fuente superficial a analizar.
- Poco o ningún dato de los pozos a analizar.

CAPÍTULO II. DISEÑO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Teórico

2.1.1 El agua

De acuerdo a García (2012), el agua es un bien de la naturaleza cuya finitud, calidad y vulnerabilidad son de vital importancia, debido a que sin ella resulta imposible la vida en la tierra. Conservar la calidad del agua es indispensable para el suministro de agua potable, la productividad de alimentos, la utilización de aguas recreativas. Lo cual posibilita el desarrollo de las sociedades.

Para suplir las necesidades de agua en el hogar y las industrias, el ser humano interviene sobre el ciclo hidrológico de dos formas: cuantitativamente, por medio de represas, regulación del torrente, desvío de las corrientes de agua y extracción; y cualitativamente, por liberación de aguas ya usadas y derramamiento directo de contaminantes. Como resultado de estas actividades, cuando no se han realizado investigaciones de proyecciones hídricas con anticipación, se generan problemas de uso multisectorial en cantidad y calidad del recurso natural.

García et. al (s. f.) el agua es un elemento de propiedades exclusivas, de gran importancia para la vida, el más copioso en la naturaleza y definitivo en los procedimientos físicos, químicos y biológicos, que rigen el medio natural.

Desde el punto de vista químico es peculiar su importancia, ya que la mayoría de los procedimientos químicos que acontecen en la naturaleza tienen parte en sustancias diluidas en agua. El agua es un recurso de acarreo de nutrientes; se trata de un atributo muy importante para la vida, debido a que para ciertos ecosistemas, el agua sirve de receptáculo de sustancias esenciales para su existencia.

El autor antes citado argumenta que, el agua supuestamente se simplifica en una sencilla fórmula: H_2O , que es la particularidad más absoluta de las enormes masas que envuelven el 71% de la extensión de la tierra (casquetes polares, océanos, glaciares, aguas superficiales y subterráneas) y que constituyen lo que se llama la hidrosfera.

2.1.2 Calidad de agua

Para Agramonte, Matos y Rojas (2016) citando al Colegio de agricultura y ciencias de la vida (2014), los estándares más comunes que se utilizan para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, la seguridad del contacto humano y el agua potable. La calidad determina la condición del agua en relación con su impacto en una o más especies acuáticas como peces y ranas o en usos humanos, ya sea para consumo o recreativo.

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación.

Por otra parte, en un estudio reciente el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI (2012), se desarrolló una propuesta para la optimización del uso y gerenciamiento de los recursos hídricos nacionales, revelando cuál es la situación del agua en la República Dominicana, identificando acciones prioritarias y definiendo un plan de acción para solucionar los problemas vigentes en torno a la cantidad y la calidad del agua, así como prevenir futuras complicaciones en este sector, procurando realizar un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos hídricos del país. En este Plan se plantearon acciones para un desarrollo de largo alcance, definiendo los indicadores y medios necesarios, un seguimiento permanente y una revisión de sus objetivos en el mediano término.

Ojeda (2005), puntualiza que existe un buen número de parámetros ambientales que se usan como indicadores de calidad de agua, entre ellos: temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, turbidez, sulfatos, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y metales pesados. A continuación se da una breve descripción del significado ambiental de cada parámetro.

Cuando se habla de calidad del agua, vinculada con el uso de desperdicios sólidos es necesario tomar en consideración el valor y caracterización del terreno para comprender el procedimiento de los agentes contagiosos hasta el agua subterránea.

El terreno está formado de sustancia sólida, aire y agua, partiendo de una profundidad definida, su nivel freático se encuentra repleto de agua libre que constituye la cubierta freática, esta se desplaza a muy baja velocidad en la trayectoria de la presión inferior, uniéndose en general a lo reclinado del terreno; brota en profundidades, pozos y localiza ríos y lagunas, traspasándoles agua casualmente obteniéndola de ellos. Además de trasladarse horizontalmente, el agua se traslada en sentido vertical como consecuencia de la gravedad, por elevación capilar entre los granos de la superficie, aislada por bulbos vegetales o por la acumulación del suelo por causa a las lluvias. Por tales circunstancias, el nivel freático no es permanente pero muestra un cambio estacional parcialmente bien definida. Como resultado de esos desplazamientos del agua freática, un elemento de contaminación que percola a través del suelo halla un vehículo y consigue gran circulación al adquirir el nivel freático.

El autor anterior también puntualiza, que en determinados lugares se localizan reservorios de agua constituidos por rocas y terrenos impermeables, que además se relacionan con aguas superiores mediante fisuras y otras grietas. El acuífero es normalmente reguardado por la capa de superficie superior.

La filtración del contaminante necesita de la permeabilidad del terreno y ésta a su vez necesita de la dimensión de los granos que lo forman, de la distribución de estos granos organizando el terreno y del nivel de abarrotamiento por agua capturada. De manera que, un terreno de arena es permeable, mientras uno de arcilla es impermeable.

La permeabilidad se caracteriza por un coeficiente (K) que en las arenas es del orden de 10^{-1} a 10^{-3} cms/ s, y en los suelos arcillosos es de 10^{-5} a 10^{-8} cms/s. Tales valores significan, por ejemplo, que la resistencia a la percolación en un suelo de $K = 10^{-8}$ cms/s es 1millonésimo de aquella ofrecida por un suelo de $K = 10^{-2}$ cms/ s y, por lo tanto, la distancia de 1 mm al primer suelo es recorrida en el mismo tiempo que 1 Km. en el segundo (Rodríguez, 1998).

El lento paso del líquido por el terreno disminuye su poder contaminante. Además de esto, las partículas sólidas tienden a colmatar el suelo, disminuyendo su permeabilidad salvo efectos químicos adversos.

La capacidad que tienen los suelos arcillosos de retener agua en sus intersticios, tornándose impermeables, es aliada a un fenómeno iónico, el cual puede ser afectado por un intercambio de iones de la arcilla (en solución coloidal) con iones contenidos en el líquido que percola, rompiendo la impermeabilidad.

El agua es el compuesto químico formado por la unión de una molécula de oxígeno con dos moléculas de hidrógeno, sin embargo bajo estas condiciones de pureza nunca encontraremos el agua en la naturaleza, la cual por lo general se encuentra con trazas o grandes cantidades de otros elementos, o compuestos, adquiridos de la atmósfera o del medio en que se encuentre.

La enorme capacidad de solvencia que presenta el agua, hace posible la presencia en ella de diversos elementos, en forma de solución, las cantidades de algunos de estos elementos son tan insignificantes que no revisten mayor importancia sin embargo algunos, por la concentración o por su naturaleza pueden resultar perjudiciales desde el punto de vista económico o para la salud humana y animal, directa o indirectamente, dependiendo de los usos del agua.

Estos elementos o compuestos entran a modificar las características, físicas, químicas y microbiológicas del agua, perceptibles algunas a simple vista y en otras se hace necesario el análisis especializado para identificarlas. La calidad del agua es el compendio de características físicas, químicas y microbiológicas, en función de su uso, mediante las cuales se cuantifica su grado de rechazo o aceptabilidad, cada país de acuerdo a su grado de avance o siguiendo las directrices de la Organización mundial de la salud –OMS y/o de la Organización Panamericana de la Salud -OPS, estandariza las mediciones validas de estos parámetros utilizados como indicadores de acuerdo al uso del agua.

2.1.3 Parámetros de la calidad del agua

García (2012) comenta que la selección de parámetros o variables para evaluar la calidad de agua depende básicamente de los objetivos relacionados con su uso. La selección apropiada de los parámetros permite alcanzar las metas de eficiencia en los procesos de mejoramiento de la calidad del agua. Cada parámetro debe ser discutido con respecto a sus orígenes, fuentes, comportamiento, transporte y transformación en el

sistema acuático.

Los criterios de calidad del agua se establecen científicamente de acuerdo con los factores de intensidad; estos criterios forman la base para juzgar, con respecto a la compatibilidad de la composición del agua, los objetivos ecológicos o los requeridos para un determinado uso. Los estándares son reglas, principios o niveles de tolerancia establecidos por las autoridades ambientales, como parte de los programas de conservación de la calidad del recurso hídrico para propósitos específicos.

El proceso de fijar estos criterios se desarrolla a través de experimentos científicos. Un criterio de calidad del agua puede estar basado en la morbilidad o toxicidad crónica de varias sustancias para el hombre o la vida acuática, o también puede estar relacionado con los métodos técnicos para remover sustancias específicas del agua.

2.1.4 Tipos de Aguas

2.1.4.1 Aguas Naturales

Gonzales Figuereo, (tesis 2000). El agua natural o agua bruta, puede ser de lluvia, recogida en recipientes, de pozos, de ríos y/o lagos. De acuerdo a su origen, pueden contener diversas clases de sólidos en suspensión en distintas proporciones.

Como resultado de su exposición a la atmosfera, el agua puede quedar saturada, o muy próxima a la saturación, de nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono. Algunas también pueden tener disueltos otros gases, en especial sulfuro de hidrogeno y dióxido de azufre, los cuales se pueden encontrar en las aguas naturales de manantiales y pozos

Las impurezas orgánicas son muy variadas. Algunas, como sucede en las aguas residuales, son de procedencia humana y poseen una gran variación de clase y cantidad. Pueden estar presentes también los productos metabólicos y de descomposición de las plantas inferiores que pululan las aguas.

Los sólidos inorgánicos disueltos varían ampliamente en concentración y, algún tanto, en clase. En general, la concentración, de una cierta sustancia disuelta, es en función del origen del agua. Por ejemplo el agua de lluvia presenta muy bajo contenido de sales inorgánicas disueltas; mientras que por otra parte, el agua que procede de pozos y manantiales contiene, en general, una alta proporción de compuestos inorgánicos

disueltos. El tipo particular de sólidos disueltos dependerá de la clase de suelo y de rocas por las que aquella ha atravesado.

2.1.4.2 Aguas Duras

Las aguas naturales que han atravesado suelos ricos en caliza y dolomita contienen los carbonatos ácidos de calcio y magnesio, solubles, formados por reacción con dichos metales. Además, las aguas naturales contienen generalmente, otras sales solubles de magnesio y ferrosas, por ejemplo, sulfato de magnesio y sulfato ferroso. El agua que contiene cantidades apreciables de iones calcio, magnesio o ferroso se dice que es una agua dura.

Se define la dureza temporal como la dureza que se debe a los bicarbonatos. Como estos últimos no son estables a la temperatura de ebullición del agua, se define también la dureza temporal como “la dureza que se elimina por ebullición”.

La dureza permanente se debe a las sales cuyos aniones no sean el bicarbonato. Estas sales son estables a la ebullición.

La dureza de un agua se expresa en grados hidrotimétricos o grados de dureza, los cuales pueden ser:

- a) Franceses – centígrados de carbonato de calcio por litro de agua
- b) Alemanes – centígrados de óxido de calcio por litro de agua
- c) Ingleses – grados de carbonato de calcio por galón de agua o bien centigramos de carbonato de calcio en 701.5 ml de agua.

Un grado de dureza francés equivale a 0.56 grados alemanes y a 0.70 grados ingleses.

El agua dura reacciona con el jabón corriente con formación de un precipitado blanco grisáceo. La acción detergente del jabón es debida, en gran parte, a los aniones orgánicos de alto peso molecular, por lo que su precipitación disminuye mucho la eficiencia del jabón, necesiándose mucho más cantidad de éste si el agua es dura.

Cuando se emplea agua dura para el uso de calderas, éstas se van recubriendo de incrustaciones, por efecto del calentamiento prolongado de aquella, que disminuyen, el rendimiento de la misma, ya que esta capa es poco conductora del calor. Estos depósitos consisten generalmente en mezcla de los carbonatos de calcio, magnesio y hierro y de

sulfato cálcico. Los carbonatos se forman por descomposición térmica de los carbonatos ácidos.

Es evidente, pues, que el empleo de agua dura es antieconómico, por lo que es de importancia práctica su ablandamiento.

2.1.4.3 Aguas Blandas

Cuando las aguas duras son sometidas a un tratamiento de eliminación de la dureza, surgen las aguas desendurecidas o aguas blandas.

Sea cual sea el método empleado, el agua blanda presenta un pH alcalino y el grado de alcalinidad depende de la dureza original.

Si el agua se destina para el lavado y limpieza, esto no plantea ningún problema, ya que los jabones y detergentes resultan más eficaces en medio alcalino. Sin embargo, esta agua, relativamente alcalina, no resulta satisfactoria para su empleo general en usos domésticos.

El ablandamiento de las aguas sólo elimina las sustancias más perjudiciales y son construidas por el ion sodio, con lo cual permanece invariable el contenido total de sales del agua. Aunque parece a primera vista que es preferible una eliminación completa de los electrolitos, la diferencia de costo la hace casi impracticable.

2.1.4.4 Agua Potable

El agua potable es un agua natural que se ha hecho apropiada para el consumo humano, y que se suministra generalmente por medio de los embalses municipales.

Las características que debe poseer un agua para considerarse potable son las siguientes:

- A) Exenta de microorganismos patógenos, que son los microorganismos capaces de transmitir enfermedades.
- B) Agradable a los sentidos.
- C) Los valores de los contenidos de sustancias químicas, deben ser tales que no causen ningún daño fisiológico en el organismo.

Tradicionalmente las normas existentes para agua de consumo están dirigidas a regular los valores de los parámetros físicos químicos y microbiológicos que garanticen

el cumplimiento de las tres características citadas anteriormente, y que define el agua apta para el consumo humano.

2.1.4.5 Aguas Negras

Son las aguas incluidas en los desechos de una población. Contiene materia orgánica en suspensión y en solución y sustancias minerales disueltas. Las materias orgánicas se encuentran en estado inestable y se convierte en compuestos estables. Si esta reacción se efectúa en presencia de una cantidad suficiente de oxígeno, las cloacales serán un poco o nada nocivas para el cuerpo de agua que las recibe. Si la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno, provocara intensa putrefacción, con todos los males inherentes de este estado a menos que ello ocurra en digestión. El residuo, en los digestores después de sometido a aireación forzada puede ser usado como fertilizante.

Las aguas negras contienen también miles de millones de bacterias, algunas de las cuales son especies patógenas para el hombre. Este aspecto de las aguas negras es más indeseable que la posibilidad que tiene empeñar las cualidades organolépticas del agua.

2.1.4.6 Aguas Residuales

Se comprenden con este nombre los residuos líquidos de las viviendas, cuadras, polémicas, minas y talleres, cuando se han mezclado con ciertas materias que proceden directa o indirectamente de la actividad humana, y a causa de ellas han perdido el carácter de agua natural.

Según su procedencia, pueden distinguirse cuatro grupos de aguas residuales, que son:

- 1) Aguas residuales de las ciudades, excepto las domesticas.
- 2) Aguas residuales de las industrias.
- 3) Aguas domésticas.
- 4) Aguas residuales de la industria minera.

Por razones de conveniencia las aguas residuales se dividen mejor en dos clases; la primera, aquellas que deben su carácter de tales solo a su contenido en materias

orgánicas, más o menos susceptibles de putrefacción y a la segunda, las que se distinguen por un cierto contenido de sustancias inorgánicas (ácidos, sales, bases).

El primer grupo se subdivide, teniendo en cuenta su grado de malignidad, en aguas que por su origen son sospechas de estas infectadas, o sea, pueden ser vehículos de gérmenes patógenos, y aguas que normalmente no los contiene.

2.1.5 Aguas superficiales

García (2012) argumenta que, los fluidos superficiales, están limitados por ciertos factores, como son físicos-químicos, hidrogeológicos, climato-meteorológicos, antropogénicos y bióticos los cuales van a especificar las peculiaridades resultantes de la calidad y cantidad del agua como resumen de la relación cuenca cauce, por lo que las diferencias de índole espaciales estarán moduladas, en cada situación por componentes provisionales.

Para la administración saludable del agua en la complicación de la prepotabilidad la escala provisional es la fenomenología. En temperatura con cuatro temporadas distintas resulta apetecible la investigación de las particularidades del agua en cada una de ellas, aunque sea en los casos exagerados de avenidas y estiaje. A estos factores climatológicos es importante incluir también, otras clases de antropogénicos que pueden transformar intensamente los ciclos naturales, entre los cuales se pueden nombrar los vertidos municipales e industriales, aguas encima de captaciones, la localización inapropiada de basureros de residuos sólidos, sobre las plataformas de un río y la utilización del territorio, como las políticas de colonización o repoblación en las cabeceras de las cavidades entre otras.

2.1.5.1 Clasificación de aguas superficiales

En la tabla 1, se puede observar la clasificación de las aguas superficiales según normas ambientales dominicanas.

Tabla 1: Clasificación de aguas superficiales.

CLASE	DESCRIPCION
A	Aguas destinadas al abastecimiento público de agua potable sin necesidad de tratamiento previo, excepto simple desinfección. Aguas destinadas para el riego de vegetales de consumo crudo, y para usos de recreo con contacto directo (ej: natación). Aguas destinadas a la preservación de la fauna y la flora.
B	Aguas destinadas al abastecimiento público de agua potable con tratamiento. Aguas aprovechables para regadío de cultivos, deportes acuáticos sin contacto directo, y usos industriales y pecuarios.
C	Aguas utilizadas para navegación, enfriamiento, y otros usos que no impliquen contacto directo.
D-1	Aguas superficiales a preservar en condiciones naturales, por su excepcional calidad o gran valor ecológico
D-2, E,F Y G	Aguas de estuarios y costeras

Fuente: SEMANERA. Norma Ambiental Sobre la Calidad del Agua y Control de Descarga. RD 2003.

2.1.6 Agua Subterránea o freática

Ordoñez (2011) plantea que, agua subterránea es aquella parte del agua que existe bajo la superficie terrestre la cual puede ser recaudada por medio de excavaciones, conducto de drenaje o la que brota naturalmente hacia el exterior mediante fuentes o goteras a los cursos fluviales.

López, Fornés, Ramos y Villaroya (2009) reiteran que, el agua subterránea es el agua que se encuentra bajo la superficie de la tierra. Exactamente, es aquella localizada

bajo el nivel freático y que está cargando totalmente los poros y fisuras del terreno. Esta agua brota a la superficie de manera natural mediante manantiales, zona de rezume, cauces fluviales, o directamente al mar. Así mismo, puede también conducirse simuladamente a galerías, pozos, así como también, a otros tipos de captaciones. Cambia de forma continua por la naturaleza, gracias a la acumulación. Esta acumulación se origina principalmente de las precipitaciones, pero también puede realizarse por medio de escorrentía superficial y trayectorias superficiales de agua (especialmente en climas secos), de acuíferos cercanos o de retornos de algunos usos (predominan los retornos de las plantaciones).

El agua subterránea se traslada muy despacio por los acuíferos. Su rapidez media normal puede cambiar entre unos escasos decímetros, a ciertos centenares de metros después del año; solamente cuando se trata de acuíferos kársticos y rocas muy fracturadas, pueden moverse a velocidades semejantes a los fluidos superficiales.

De acuerdo a la Autoridad Nacional de Ambiente (2013), las aguas subterráneas son parte del recorrido del agua en la naturaleza, y de lo que recibe el nombre de ciclo hidrológico, el cual es un procedimiento que narra el desplazamiento constante y periódico del agua en la Tierra. Los distintos tipos de agua componen la hidrósfera, el cual es el sistema material formado por el agua, que se halla debajo y sobre la superficie de la tierra de manera reducida. El proceso de desplazamiento se puede explicar del modo siguiente: se esfuman las aguas de los océanos, los vapores se concentran y producen las nubes que se trasladan dentro de los continentes. Después, de las nubes se desprenden las precipitaciones a la tierra. Estas lluvias con las corrientes de los ríos y, por la ruta subterránea, regresan al océano.

El uso de las aguas subterráneas tiene ventajas comparativas respecto a las aguas superficiales, las cuales se pueden resumir en:

- Presentan buena calidad natural.
- Gozan de buena protección natural y no son afectadas por avenidas, ni desechos.
- Su presencia y disponibilidad.
- La cuenca hidrogeológica representa un gran reservorio subterráneo, que permite compensar los períodos secos con la explotación permanente.
- Propiedad de autolimpieza química por medio de filtración en las rocas limpias.

- Accesibilidad, lo que significa la necesidad de un menor número y complejidad en las obras para su obtención y empleo.

Entre las desventajas del agua subterránea, se pueden mencionar las siguientes:

- No son visibles.
- No siempre se sabe su origen.
- No siempre se comprende su dinámica.
- Es más difícil controlar su calidad.
- Es más difícil regular la construcción de nuevas captaciones.

2.1.7 Relación entre agua subterránea y superficial

Las aguas subterráneas poco profundas se pueden captar mediante pozos manuales, calicatas y galerías, pero el principal método de captar las aguas subterráneas es la perforación de pozos profundos. La relación entre las dos aguas, en la actualidad, se debe a que forman parte del mismo ciclo hidrológico, formando parte al ciclo general del agua. Este se inicia con la evaporación del agua en mares y océanos por la energía solar y finalizando con la lluvia, hasta que la precipitación penetra en la superficie de la corteza terrestre llenando poros y fisuras del suelo.

Las aguas superficiales se generan a través de la precipitación atmosférica, pero también de aflorar agua subterránea o por la fusión de placas de hielo. Contamos con tres tipos de agua superficial: el agua que corre por escorrentías, la que se encuentra almacenada en un lago natural o artificial y la que está en estuarios. En el caso de las aguas subterráneas hablamos de aguas que forman parte del nivel freático, bien sea en un pozo o en acuífero bajo tierra.

En definitiva, la relación entre ambas aguas es que las aguas subterráneas van a parar directa o indirectamente a un curso superficial. En el caso de las subterráneas, pueden proceder de agua superficial. La diferencia es vital para un sistema de tratamiento de agua o para realizar diversos estudios hidrogeológicos.

2.1.8 Parámetros físico químicos y bacteriológicos

2.1.8.1 Nitrato

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3 . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2). El nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales.

El origen de los nitratos en aguas subterráneas es principalmente de fertilizantes, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol u operaciones de extensión. Los fertilizantes nitrogenados no absorbidos por las plantas, volatilizados, o arrastrados por la escorrentía superficial acaban en las aguas subterráneas en forma de nitratos. Esto hace que el nitrógeno no esté disponible para las plantas, y puede también elevar la concentración en aguas subterráneas por encima de los niveles admisibles de calidad del agua potable. El nitrógeno procedente del estiércol o de los abonos puede perderse de manera similar de los prados, corrales, o lugares de almacenamiento. Los sistemas sépticos eliminan solamente la mitad del nitrógeno de las aguas residuales, dejando que la otra mitad sea lavada hacia las aguas subterráneas, de esta forma aumentando las concentraciones de nitrato en las aguas subterráneas. (Lenntech, 2015).

2.1.8.2 DBO

La demanda bioquímica de oxígeno mide la cantidad de oxígeno consumida por microorganismos en materia orgánica en descomposición en la corriente del agua. Se utiliza una prueba para medir la cantidad de oxígeno consumido por estos organismos durante un periodo de tiempo específico (usualmente 5 días a 20°C). La tasa de consumo de oxígeno en una corriente se afecta por un número de variables: temperatura, pH, la presencia de ciertos tipos de microorganismos y el tipo de material orgánico e inorgánico en el agua. (División CIMCOOL, 2004).

Dependiendo del agua a investigar, el método incluye o no, la dilución de ciertas porciones de muestra con agua saturada de oxígeno e inoculación de un cultivo de microorganismos. El oxígeno disuelto se analiza en muestras por separado, al principio y al final del tiempo de incubación, normalmente 5 ó 7 días (DBO5 o DBO7) a 20°C . El

contenido de oxígeno disuelto se mide por titulación, utilizando el Método de Winkler o por uso de electrodos de membrana sensibles al oxígeno.

Las pruebas de DBO se aplican para calcular el efecto que producen los efluentes domésticos o industriales, sobre el contenido de oxígeno en los cuerpos de agua receptoras y para evaluar su capacidad para asimilar descargas. Las determinaciones de DBO solamente deben hacerse cuando en el agua a investigar están ausentes sustancias tóxicas.

La determinación de la DBO por Winkler, sin dilución, es aplicable para aguas naturales, especialmente marinas y de ríos con bajo niveles de materia orgánica. En muestras salobres (25 psu) se puede determinar DBO hasta de 6 mg/l, después de saturar la muestra (la concentración de saturación de oxígeno de una muestra de agua a 25 psu y 20 °C a nivel del mar es de 7.83 mg/l).

2.1.8.3 DQO

La demanda química de oxígeno es la medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra que es susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte. Para muestras de una fuente específica, la DQO puede relacionarse empíricamente con la DBO, carbono orgánico o contenido de materia orgánica. El método de reflujo con dicromato es la más aceptada para su determinación debido a su mayor capacidad oxidativa, aplicabilidad a una gran variedad de muestras y fácil manipulación.

Los compuestos alifáticos de cadena larga no muy oxidable, se oxidan más fácilmente en presencia de un catalizador como el sulfato de plata. Sin embargo, esto sólo funciona con haluros que al ser oxidados parcialmente son precipitados; esto puede causar dificultades en el análisis, las cuales pueden ser subsanadas aplicando sulfato de mercurio antes del proceso de reflujo. La prueba no debe aplicarse en muestras que contengan más de 2000 mg de cloruros/l.

Este método es aplicable a aguas residuales industriales y domésticas; puede ser usado en aguas marinas siempre y cuando el contenido de cloruros no supere los 2000

mg Cl⁻ /l en la muestra. Un conjunto de muestras sintéticas de ftalato ácido de potasio y NaCl fueron probadas en 74 laboratorios. Para una DQO de 200 mg O₂ /l en ausencia de cloruros, la desviación estándar fue +/-13 mg/l (coeficiente de variación de 6.5%). Para una DQO de 160 mg O₂ /l y 100 mg Cl⁻ /l, la desviación estándar fue de +/- 14 mg/l (coeficiente de variación 10.8%). (APHA, 1998).

Relación entre la DQO y la DBO

El valor de la DQO, siempre será superior al de la DBO debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente.

La diferencia es que los gramos o miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO, a los requeridos por la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que en el caso de la DQO representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica.

La relación entre la DBO₅ y la DQO nos da una idea del nivel de contaminación de las aguas. (DBO₅/DQO)

- Si la relación (DBO₅/DQO) < 0.2 entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza industrial, poco biodegradables y son convenientes los tratamientos físico-químicos.
- Si la relación (DBO₅/DQO) > 0.5 entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme esa relación sea mayor. Estas aguas residuales, puede ser tratadas mediante tratamientos biológicos.

2.1.8.4 Temperatura

Es una medida del grado de calor del cuerpo del agua. Este parámetro puede incidir mucho en la calidad del agua, ya que determina otras propiedades y procesos que tienen lugar en el agua como la viscosidad, la solubilidad de los gases y de las sales, procesos fisiológicos de los organismos que provocan variaciones de su metabolismo, la proliferación de ciertos microorganismos, etc.

La temperatura varía anualmente a consecuencia de la meteorología y del clima. Esta variación tiene mucha incidencia dentro del ecosistema fluvial, ya que determina la riqueza y abundancia de los organismos. La adaptación de éstos a la temperatura se manifiesta con el patrón biológico, que es propio de cada uno de ellos y se repite de forma cíclica a lo largo del tiempo. La actividad antropogénica, puede alterar la temperatura. Esta contaminación térmica puede estar producida, por ejemplo, por el vertido de aguas calientes que han sido utilizadas como refrigerantes en centrales nucleares y térmicas. Estas variaciones de la temperatura del río implican un fuerte estrés para muchas especies y un peligro para su supervivencia. Las especies más tolerantes o con un ciclo biológico menos específico se convierten en abundantes. El análisis de las comunidades biológicas, por lo tanto, nos puede servir como indicador de la variación local de la temperatura.

Finalmente, hay que tener en cuenta que la temperatura incide, además, en la solubilidad del oxígeno en el agua. Este efecto tiene una fuerte incidencia sobre la fauna y la flora acuática asociada al curso del agua.

2.1.8.5 pH

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H^+). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos. Todos los organismos están sujetos a la cantidad de acidez del agua y funcionan mejor dentro de un rango determinado.

La escala de pH es logarítmica, por lo que cada cambio de la unidad del pH en realidad representa un cambio de diez veces en la acidez. En otras palabras, pH 6.0 es diez veces más ácido que el pH 7.0; pH 5 es cien veces más ácido que el pH 7.0.

En general, un agua con un $pH < 7$ se considera ácido y con un $pH > 7$ se considera básica o alcalina. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5 y para las aguas subterráneas 6 – 8.5. La alcalinidad es una medida de la capacidad del

agua para resistir un cambio de pH que tendría que hacerse más ácida. Es necesaria la medición de la alcalinidad y el pH para determinar la corrosividad del agua. (Ver tabla 2). (Carbotecnia, 2014).

Tabla 2: Escala del pH.



Fuente: www.carbotecnia.info

En la siguiente tabla 3 se observan los pH de los líquidos más comunes.

Tabla 3: pH de los líquidos más comunes.

Vinagre	3
Vino	2.8 – 3.8
Cerveza	4 – 5
Leche	6.3 – 6.6
Agua de mar	8.3

Fuente: www.carbotecnia.info

2.1.8.6 Coliformes Fecales

Según SEMANERA, 2003., parte del grupo de los coliformes asociados a la flora intestinal de los animales de sangre caliente, usados como indicador de la presencia potencial de organismos patógenos. Comprende todos los bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que:

- a) En la técnica de filtración por membrana, produzcan colonias de color azul dentro de 24 ± 2 h, cuando se incuban en un medio m-FC a $44.5 \pm 0.2^\circ$ C; y/o
- b) En la técnica de tubos múltiples, fermenten la lactosa con producción de gas a $44.5 \pm 0.2^\circ$ C dentro de 24 ± 2 h.

2.1.8.7 Coliformes Totales

Conjunto de todos los coliformes, comprende todos los bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que:

- a) En la técnica de filtración por membrana, produzcan colonias con un brillo verde dorado metálico dentro de las 24 ± 2 h de incubación, a $35 \pm 0.5^\circ$ C, en medio m-Endo; y/o
- b) En la técnica de tubos múltiples, fermenten la lactosa con producción de gas a $35 \pm 0.5^\circ$ C dentro de 48 h.

2.1.8.8 Escherichia Coli

Escherichiacoli (*E. coli*) es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas. Sin embargo algunas de ellas, como *E. coli* productora de toxina Shiga, pueden causar graves enfermedades a través de los alimentos. La bacteria se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida, leche cruda, y hortalizas y semillas germinadas crudas contaminadas.

2.1.8.9 Pseudomona SP

Las bacterias Pseudomonas, incluida la Pseudomonas aeruginosa, están presentes en el suelo y el agua en todo el planeta. Estas bacterias crecen en áreas húmedas, tales como fregaderos, lavabos, piscinas inadecuadamente cloradas y jacuzzis, y en soluciones antisépticas caducadas o inactivadas. En ocasiones, estas bacterias están presentes en las axilas y área genital de las personas sanas.

Las infecciones por *Pseudomonasaeruginosa* varían desde infecciones externas leves hasta enfermedades graves potencialmente mortales. Las infecciones son más frecuentes y suelen ser más graves en personas que:

- Estén debilitadas por ciertas enfermedades o trastornos graves.
- Sufran diabetes o fibrosis quística.
- Se encuentren hospitalizadas.
- Padezcan una enfermedad que debilite su sistema inmunitario, como la infección por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH).
- Tomen medicamentos que inhiban el sistema inmunitario, como los utilizados para tratar el cáncer o para evitar el rechazo de órganos trasplantados.

Estas bacterias infectan la sangre, la piel, los huesos, los oídos, los ojos, el sistema urinario, las válvulas cardíacas y los pulmones, así como heridas (como quemaduras, lesiones o heridas quirúrgicas). El uso de dispositivos médicos, como catéteres insertados en la vejiga o en una vena, tubos de respiración y ventiladores mecánicos, aumenta el riesgo de infecciones por *Pseudomonasaeruginosa*. Estas infecciones se adquieren habitualmente en los hospitales. En los hospitales, las bacterias a menudo se encuentran en los sumideros, las soluciones antisépticas y los recipientes utilizados para recoger la orina procedente de una sonda vesical.

2.1.9 Marco Legal

Para evitar las consecuencias del uso del agua contaminada se han ideado mecanismos de control temprano de la contaminación. Existen normas que establecen los rangos permisibles de contaminación, que buscan asegurar que el agua que se utiliza no sea dañina. Cada país debe tener una institución que se encargue de dicho control y acción.

La República Dominicana actualmente consta con un marco legal para la protección del medio ambiente y los recursos naturales que es la Ley 64-00 del 18 de agosto del año 2000 y sus normas, reglamentos y resoluciones que la complementan.

Esta Ley general sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (64-00), tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, asegurando su uso sostenible.

En ese mismo orden la ley 64-00 en el Capítulo I, Art. 79, Capítulo II, de la contaminación de las aguas, art. 86, Capítulo V, de los elementos, sustancias y productos peligrosos, art. 97. Capítulo VII, de la Educación y Divulgación Ambientales, art. 56.

Cumpliendo con las disposiciones contenidas en esta ley, se elaboraron y pusieron en vigencia a partir del 5 de junio del 2001, las siguientes Normas Ambientales.

- Norma Ambiental sobre Calidad del Agua y Control de Descargas.
- Norma Ambiental sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo, (2004).
- Norma Dominicana, Agua para uso Doméstico (NORDOM 1).
- Norma Dominicana, Agua Embasada (NORDOM 64).
- La ley 5852 del 29 de marzo de 1962 sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de aguas públicas, en su capítulo II (del aprovechamiento de las aguas públicas para fines industriales), artículo 42.
- La ley No 6 del 8 de septiembre de 1965 que crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

En lo que se refiere a las normas ambientales sobre calidad del agua y control de descargas y sobre calidad de aguas subterráneas y descargas al subsuelo, fijan valores máximos de parámetros generales, metales, radioactividad, biocidas (organosclorados, organofosforados y otros persistentes), biocidas (organofosforados, sulfurosos y otros no persistentes) y sustancias orgánicas presentes en cuerpos hídricos superficiales y en aguas subterráneas respectivamente. Actualmente estas normas han sido revisadas y oficializadas y tendrá vigencia de cinco años.

A nivel internacional el control de la contaminación del agua es un esfuerzo que se ha venido realizando por los diferentes países desarrollados, los cuales se rigen por normas de calidad de aguas, regulados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Normativa de Calidad de Aguas de la Unión Europea.

2.1.10 Vertederos

Según Mejía Mercado, (Tesis 2015), el ministerio de medio ambiente de Argentina dice que un vertedero es la última etapa en el manejo de Residuos Sólidos Urbanos y comprende el conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente, producto de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de valorización adoptados.

Estos lugares por alguna disposición o normativa que hasta el momento no está contemplada en ningún tratado internacional.

Sobre los aspectos que deben tener un terreno al momento de verter los residuos específicamente, cada país o locación tiene bajo su consideración los aspectos detallados de como botar sus desechos.

En las leyes que rigen a la República Dominicana, el Ministerio de Medios Ambiente, es la entidad encargada y responsable de aprobar el lugar donde deben ser vertidos los residuos sólidos.

La disposición de la basura sin ningún tipo de control, como ocurre en los vertederos a cielo abierto, genera impactos negativos directos en el medio ambiente circundante. Los más importantes son:

- Contaminación del suelo.
- Contaminación de las aguas subterráneas (acuíferos) percolación de lixiviados.
- Contaminación de las aguas superficiales por escorrentía superficial y subsuperficial.
- Generación y emisión de biogás, conteniendo gases de efecto invernadero, producto de la descomposición y de la combustión incontrolada de los residuos

allí vertidos.

- Incendios provocados por la presencia del biogás y por el aumento de la temperatura en la masa de residuos, debido a la acción del sol sobre los mismos y al calor generado en dicho proceso de descomposición.
- Emisión de otros gases y material particulado a la atmósfera.
- Ocupación no controlada del territorio generando cambios e impactos negativos sobre el paisaje y los espacios naturales.
- Generación de malos olores.
- Sensación de abandono y suciedad, producida por la presencia de residuos diseminados.
- Contaminación visual por la alteración de la estética del paisaje.

Por otro lado, este vertido incontrolado tiene efectos importantes en la salud humana:

- Enfermedades debido a la proliferación de plagas y vectores transmisores de las mismas, por ejemplo roedores e insectos (moscas, cucarachas).
- Creación de focos infecciosos.
- Agudización de las enfermedades respiratorias debido a la quema de natural o provocada de los residuos.

Además de estas consecuencias directas de la gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos, existen efectos indirectos, como la sobreexplotación de los recursos naturales.

Los residuos están formados por recursos que en la mayoría de los casos son no renovables.

Un estudio de Medio Ambiente, georreferenció con GPS 237 vertederos, de un total de 354, que se estima hay en el país. En la mayoría de estos espacios, la basura se deposita a cielo abierto sin ningún tratamiento ni control, provocando la contaminación del aire, las aguas y el subsuelo. (Alcántara, Yvonny, Diario Libre, 2012).

2.1.10.1 Tipos de vertederos

- **Vertedero Clandestino:** Es un lugar en el que, sin consideraciones medioambientales, es elegido por algún grupo humano para depositar sus desechos sólidos. Son grave fuente de contaminación, enfermedades y otros problemas. Generalmente son establecidos en depresiones naturales o sumideros.
- **Vertedero Municipal o Urbano:** Es un vertedero que bajo ciertas consideraciones o estudios de tipo económico, social y ambiental, es destinado a ese fin por los gobiernos municipales. También son conocidos como “vertederos controlados o rellenos sanitarios”.
- **Relleno Sanitario:** En un relleno sanitario se trata de aislar los desechos, y controlar los lixiviados y biogás que se generan y que tienden a fluir fuera del relleno, evitando impactos ambientales adversos.

2.1.10.2 Principales impactos causados por los vertederos

La contaminación del suelo y el agua, por lixiviación de sustancias tóxicas de los vertederos liberadas en aguas superficiales y subterráneas, puede afectar al agua potable y contaminar aguas continentales y litorales. Los vertederos de residuos municipales producen lixiviados que a menudo contienen materia orgánica, amoníaco, metales pesados y otras materias tóxicas. El tratamiento de estos lixiviados es técnicamente difícil y costoso. (Antúñez, Rivera y Rodríguez, 2013).

Las emisiones en la atmósfera de metano de los vertederos, que contribuyen al calentamiento global. La formación de una mezcla explosiva de metano y aire ha provocado incendios y explosiones con múltiples víctimas.

La siguiente figura 1, muestra la distribución de los vertederos en RD.

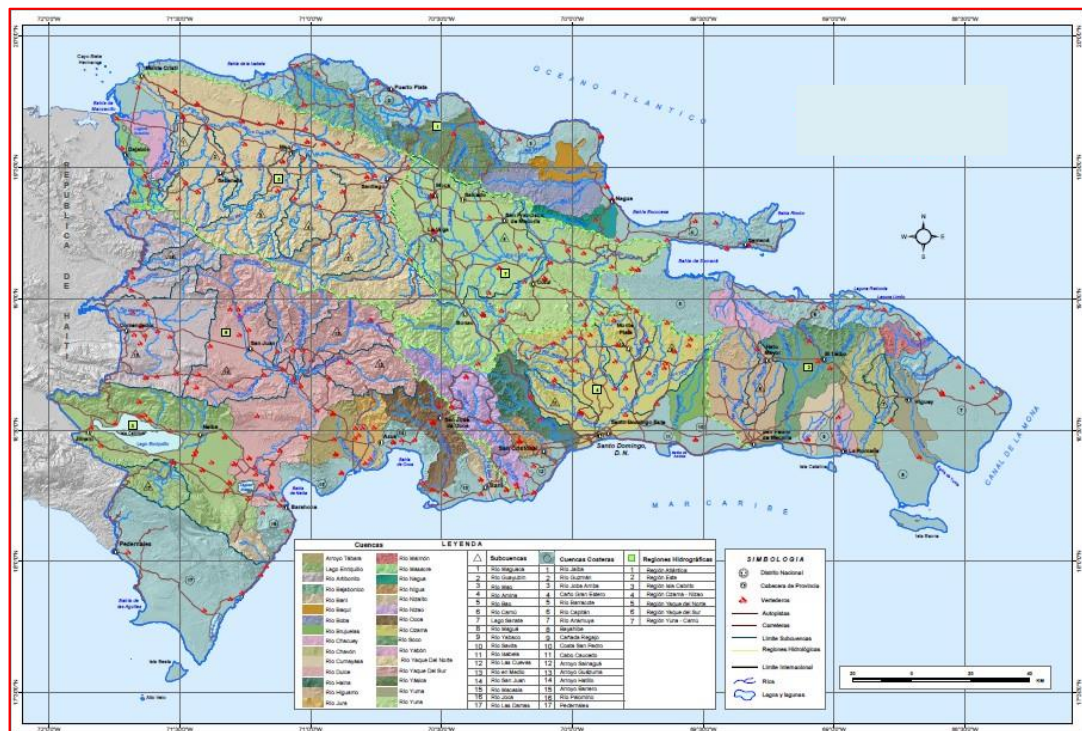


Figura 1: Mapa con Identificación de Vertederos a Cielo Abierto, 2010.

Fuente: “Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)” Santo Domingo, MIMARENA 2014

2.2 Marco contextual

El Distrito Municipal Boyá se ubica al Nordeste de Santo Domingo, en la ruta de acceso al promontorio montañoso denominado Parque Nacional de Los Haitises, seis kilómetros después de la ciudad de Monte Plata, con coordenadas: 18°50'51.08" N / 69°46'14.56" W, con una área de 136.7 km², (Agramonte Rosa, Tesis 2016), (ver figura 2).

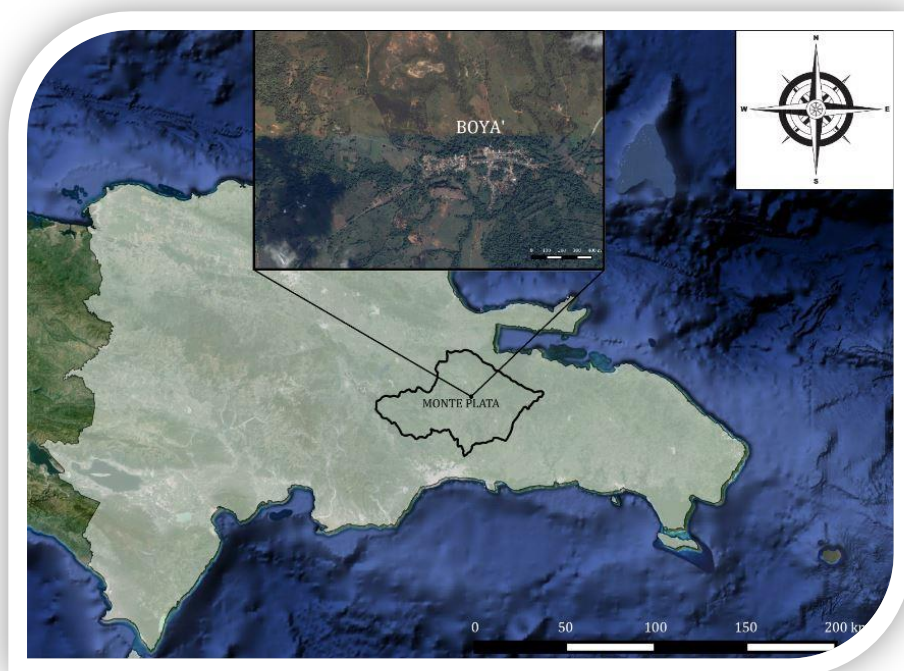


Figura 2: Localización geográfica del Distrito Municipal de Boyá.

Fuente: Google Earth, 2018.

Según el censo nacional 2012, este distrito cuenta con una población total de 5,267 personas dentro de las cuales 2,769 son del género masculino y 2,498 pertenecen al femenino, del total poblacional una cantidad de 2,009 son menores de 18 años.

Este Distrito Municipal cuenta con 2 centros educativos para los niveles básico e intermedio, una policlínica municipal y una iglesia católica con más 500 años de antigüedad. Dentro de las principales actividades económicas están el comercio de productos de primera necesidad, la ganadería y en menor proporción la agricultura y el

turismo. La población de Boyá actualmente no posee industrias que presenten gran impacto económico.

2.2.1 Red hidrográfica

El territorio de la Hoja Sabana Grande de Boyá está atravesado de Oeste a Este por una línea divisoria de aguas, con altitud variable entre los 200 y los 300 m que culmina en la Loma Jengibre (482 m).

Hacia el Norte los ríos Cevicos, Payabo y Ara convergen para encontrarse con el río Yuna, en el extremo oriental de la llanura del Cibao (Vega Real). En el Sur, el trazado contorneado por los ríos resalta la presencia de numerosos bloques resistentes a la erosión, movidos principalmente por el juego de accidentes cizallantes. De Oeste a Este, la región es drenada por los ríos Ozama, Milo, La Savita, Arazao y Boyá, que desaguan en dirección sur, en la zona de unión entre la Cordillera Central y la Llanura Costera del Caribe.

Todos estos ríos presentan un régimen torrencial, con variaciones fuertes y brutales de caudal en función de las precipitaciones. El único dato cifrado del que se dispone concierne al río Payabo. Los registros efectuados en la estación hidrométrica de Abadesa I, situada en la unión de la Hoja Sabana y Cevicos, indican un caudal medio de 3,25 m³/s. (Memoria Geológica 6272-IV Sabana Grande, (SGN)).

El arroyo Hicaco, afluente del río Boyá ubicado en su margen derecha, es la fuente superficial que pasa a través del distrito municipal Boyá. Es el cauce que se seleccionó para la toma de muestras. El arroyo cuenta con una longitud de 6.5 km. Nace en Loma Colorada y desemboca en el río Boyá a unos 80 m.s.n.m.

2.2.3 Marco Geológico

La isla La Española es la segunda en extensión de las Antillas Mayores que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela. Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann P. et al., 1991). O Arco de Isla CircumCaribeño (Burke K. et al., 1980).

Existe un común acuerdo en que todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y que todos ellos se empezaron a formar en el Pacífico, a partir del (Jurásico Superior) - Cretácico Inferior (Mann P. et al., 1991), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el Este durante el Cretácico Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindel J. L. y Barret S.F., 1990; Pindel J.L., 1994).

La Cordillera Oriental es el bloque más extenso de rocas cretácicas (875 km² según Lebrón M.C. y Perfit M.R., 1994) de la aglomeración de terrenos que componen La Española (Mann P. et al., 1991). El límite occidental es el cabalgamiento NO-SE de Hatillo que separa las rocas poco deformadas de la Cordillera Oriental de la banda de rocas de edad equivalente, pero fuertemente deformadas y con peridotita serpentizada (Peridotita de Loma Caribe), del Cinturón Intermedio (Bowin C., 1966). El límite norte rectilíneo son las fallas E-O de la Bahía de Samaná, que prolongan la cuenca del Cibao de La Española Central, donde se ha acumulado un espesor considerable de sedimentos neógenos. Hacia el Sur y hacia el Este, la Cordillera Oriental termina enterrada bajo la plataforma de carbonatos plio-cuaternaria de la Llanura Costera del Caribe.

La mayor parte del espesor de la corteza de la Cordillera Oriental la forman varios kilómetros de rocas generadas en el Cretácico por acumulación de magma y sedimentos sobre la zona de subducción, en un arco de islas volcánico (Bowin C., 1975). Estas rocas incluyen lavas y rocas volcanoclásticas cubiertas por calizas de edad cretácico inferior, epiclastitas y otras rocas sedimentarias de edad cretácica superior y granitoides intrusivos (plutones de El Valle y de Sabana Grande de Boyá).

Boyá se encuentra en la Hoja de Sabana Grande de Boyá (6271-IV), que se sitúa en la esquina NO de la Cordillera Oriental. Los terrenos volcánicos y volcano-sedimentarios cretácicos ocupan la mayor superficie y constituyen el armazón de los principales relieves.

En el ángulo noroeste, están instruidos por el batolito tonalítico de Cevicos. Las tonalitas están bien representadas al Sur de Sabana Grande. La cubierta tabular de las margo-calizas de los Haitises ocupa todo el cuarto nordeste de la Hoja, donde engendra una morfología kárstica particularmente característica. Finaliza con amplios recubrimientos cuaternarios que rellenan los principales valles o las zonas de llanuras poco inclinadas, bajo los principales relieves. El modelado de los relieves y el trazado

de la red hidrográfica están condicionados por la naturaleza de las formaciones geológicas y, más profundamente aún, por la fracturación NO-SE.

2.2.4 Vertedero

El vertedero del Distrito Municipal de Boyá, es donde se vierten basuras, residuos, escombros y todo tipo de desechos. Localizado a 1,264mts del centro municipio, con coordenadas: 18°51.113' N / 69°46.902' W.

Anteriormente, Boyá pertenecía al Municipio de Monte Plata y no contaba con el servicio de recogida de basura. Fue en el 2003-2004 que se fundó el Distrito Municipal como tal.

Debido a la necesidad de contar con su propio sistema de recogida de basura, en el mismo año se crea el ayuntamiento municipal por ley para cumplir con dicha tarea.

A pesar de que no existen muchos datos históricos y relevantes del vertedero del Distrito Municipal de Boyá, se podrá apreciar en las imágenes el alto nivel de contaminación que existe y la laguna de lixiviados que se ha formado por desechos y escorrentía en este lugar como consecuencia de un mal manejo de las autoridades de Medio Ambiente.

2.2.5 Datos climáticos históricos obtenidos por la ONAMET

Se ha recopilado datos climáticos cercanos a la zona de estudio (Estación Bayaguana, monitoreo más cercano a Boya) con la intención de conocer la variación de algunos parámetros climatológicos.

A continuación, se muestran los datos de variación de precipitación en los últimos años (2008-2017), según los datos obtenidos por la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET). (Ver tabla 4).

Tabla 4: Datos mensuales de precipitación (mm) 2008-2017. Estación Bayaguana, Provincia Monte Plata. LAT: 1845.0N LON: 6938.0W ALT: 61.0M.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2008	51.5	38.4	46.3	145.3	87.0	186.8	192.9	331.6	439.5	173.6	110.9	27.4	1831.2
2009	63.5	119.2	84.8	114.9	254.3	198.4	100.1	226.4	182.4	153.4	33.7	76.9	1608.0
2010	29.4	21.7	19.9	156.0	180.2	306.5	461.0	216.8	230.8	110.1	139.9	9.3	1881.6
2011	13.5	51.5	31.4	143.0	205.3	312.9	387.3	304.8	187.1	162.2	31.4	19.5	1849.9
2012	62.4	107.9	175.5	377.1	254.7	77.8	269.6	364.6	106.5	386.7	127.6	40.4	2350.8
2013	22.3	35.1	70.4	104.5	516.8	313.5	23.0	259.4	89.1	209.4	94.5	69.3	1807.3
2014	48.9	52.7	29.9	65.7	166.0	29.4	306.6	395.3	158.1	62.8	83.1	14.2	1412.7
2015	118.1	186.6	27.6	133.3	255.8	163.9	83.7	236.2	88.1	153.3	163.0	31.1	1640.7
2016	39.9	71.3	77.6	193.7	304.9	157.9	284.6	295.5	184.7	368.9	229.5	56.5	2265.0
2017	25.3	59.5	101.1	275.8	284.7	136.3	155.2	274.6	520.0	126.1	289.5	22.3	2270.4
N	47.48	74.39	66.45	170.93	250.97	188.34	226.4	290.52	218.6	190.65	130.31	36.69	

Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).

A continuación, se muestran datos de variación de temperatura máxima en los últimos años (2008-2017), según los datos obtenidos por la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET). (Ver tabla 5).

Tabla 5: Datos mensuales de temperatura máxima (°C) 2008-2017. Estación Bayaguana, Provincia Monte Plata. LAT: 1845.0N LON: 6938.0W ALT: 61.0M

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
2008	28.4	30.0	30.5	30.8	31.5	32.0	32.9	32.3	31.1	31.8	30.1	29.3	30.9
2009	30.0	28.9	28.3	31.0	30.8	31.8	33.4	33.2	33.3	33.0	32.4	31.5	31.5
2010	29.7	31.6	32.1	32.3	31.9	32.1	32.4	33.1	32.3	32.1	29.5	28.9	31.0
2011	31.1	31.1	31.4	32.5	31.8	32.0	31.8	32.5	32.9	32.2	30.9	30.4	31.7
2012	29.4	30.2	30.4	30.6	31.7	33.4	32.9	32.1	33.7	32.0	31.4	-	31.6
2013	30.4	31.6	31.1	32.0	31.8	32.1	32.8	32.7	33.2	32.2	31.4	30.9	31.8
2014	31.0	31.1	31.9	32.8	31.9	33.4	33.5	32.7	31.7	33.4	33.4	31.2	32.3
2015	31.6	30.5	31.5	32.4	33.0	33.2	33.8	33.9	33.7	33.6	31.3	31.8	32.5
2016	31.1	31.2	31.6	32.0	31.7	32.5	33.3	32.9	33.4	32.5	30.7	31.2	32.0
2017	30.3	30.9	31.4	31.1	32.1	33.3	33.0	33.5	32.3	32.3	30.9	31.3	31.8
	30.3	30.7	31.0	31.8	31.8	32.6	33.0	32.9	32.8	32.5	31.2	31.3	

Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).

En la siguiente tabla, se muestran los datos de la variación de temperatura mínima en los últimos años (2008-2017), según los datos obtenidos por la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET). (Ver tabla 6).

Tabla 6: Datos mensuales de temperatura mínima (°C) 2008-2017. Estación Bayaguana, Provincia Monte Plata. LAT: 1845.0N LON: 6938.0W ALT: 61.0M

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
2008	17.7	17.9	17.8	19.9	21.0	22.0	22.2	22.6	22.7	21.8	20.8	18.8	20.4
2009	18.8	18.0	18.3	19.8	21.4	22.3	23.2	22.8	22.4	22.3	21.1	20.1	20.9
2010	19.7	19.8	20.6	21.7	22.6	23.2	23.2	23.1	22.7	22.1	20.4	18.0	21.4
2011	18.5	18.1	17.6	19.5	21.2	22.9	22.3	23.0	22.5	22.2	21.1	19.2	20.7
2012	18.7	18.5	18.9	20.6	21.5	22.0	22.6	22.6	22.0	22.3	21.5	-	21.0
2013	18.9	18.0	19.9	20.1	26.6	22.4	27.1	22.6	22.9	22.0	20.9	19.5	21.7
2014	18.7	19.1	19.0	20.5	21.5	22.7	22.4	23.0	22.3	21.3	20.5	18.3	20.7
2015	18.5	19.5	18.6	19.2	20.6	21.9	21.7	22.4	22.4	22.4	20.8	20.3	20.6
2016	18.5	19.1	19.7	20.8	22.3	22.4	22.6	22.6	22.2	22.7	21.8	20.2	21.2
2017	17.8	19.1	19.7	20.7	21.4	22.4	22.9	23.0	23.0	22.3	21.9	19.7	21.1
	18.6	18.7	19.0	20.3	22.0	22.4	23.0	22.8	22.5	22.1	21.1	19.6	

Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).

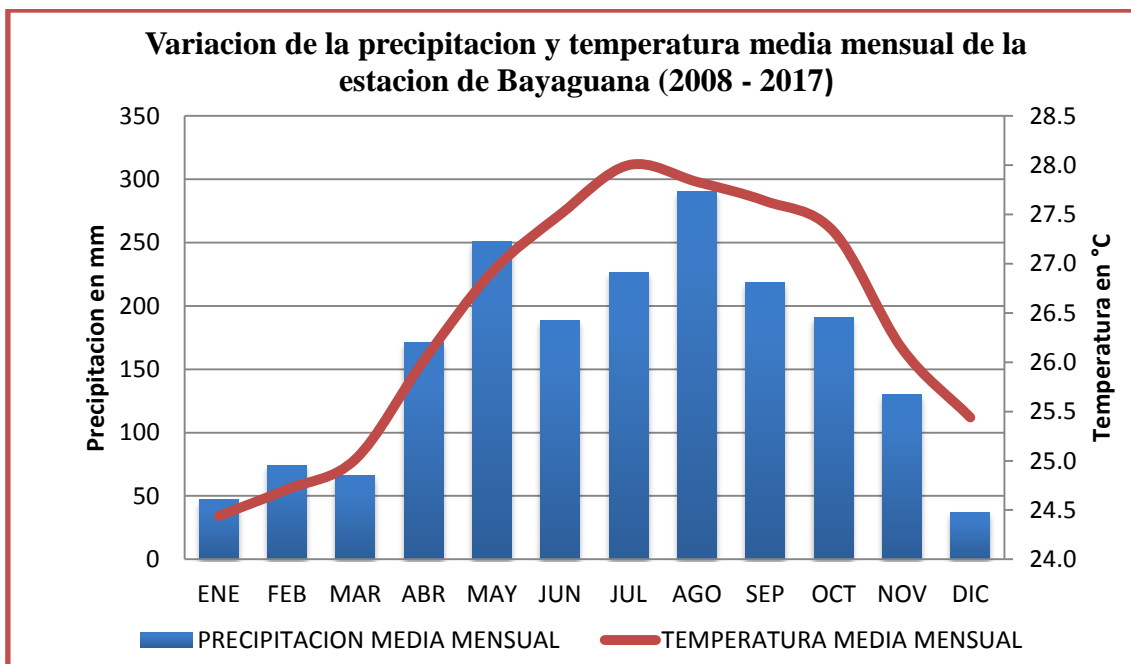


Figura 3: Variación de la precipitación y temperatura media mensual de la estación de Bayaguana, (2008 - 2017).

Fuente: ONAMET

La figura 3 muestra cómo varía la precipitación media mensual y la temperatura media mensual según los meses del año, se puede observar; que en los meses donde hay más precipitación y la temperatura es más alta es de mayo a agosto, siendo el mes de agosto el mayor que los demás meses, por lo tanto, es el mes más caluroso. Se observan también los valores mínimos que es de diciembre a marzo. (Ver también tabla 6).

Tabla 7: Datos promedios normales del 1971-2000. Estación Bayaguana, Provincia Monte Plata.

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
BAYAGUANA (PROV. MONTE PLATA)	78473.0 LAT: 18.7 50N LON: 69.6 33W ALT: 61.0M												
PRECIPITACION NORMAL (mm)	58.5	71.3	82.5	134.4	253.5	196.4	208.8	267.8	241.7	194.9	114.0	59.4	1883.2
PR RECORD MAYOR EN 24 HORAS (mm)	95.1	62.6	91.8	91.8	135.0	141.0	100.4	280,8	171.0	98.9	100.5	98.6	
FECHA (DIA/AÑO)	25/2000	04/98	22/99	17/78	23/98	19/84	31/81	31/79	22/98	24/94	25/87	09/87	
DIAS DE LLUVIA NORMAL (dias)	7.3	7.2	7.0	10.1	13.9	13.1	14.4	16.4	16.2	14.7	10.9	8.2	139.4
TEMPERATURA MEDIA NORMAL (°C)	24.1	24.3	24.9	25.6	26.3	27.0	27.1	27.0	27.0	26.6	25.8	24.5	25.9
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL (°C)	27.2	27.5	28.2	28.7	28.9	29.4	29.6	29.6	29.5	29.2	28.4	27.3	28.6
TX RECORD MAXIMO DIARIO (°C)	33.5	34.0	36.5	36.5	36.0	36.0	35.6	39,5	35.6	35.5	35.0	35.5	
FECHA (DIA/AÑO)	09/73	27/75	30/72	26/72	06/75	26/74	06/92	12/74	10/89	01/74	28/74	20/72	
TEMPERATURA MINIMA NORMAL (°C)	18.7	18.7	19.1	20.1	21.3	22.1	22.0	22.0	21.9	21.5	20.8	19.4	20.6
TM RECORD MINIMO DIARIO (°C)	14.0	12,5	13.2	14.0	14.6	19.0	19.0	18.0	18.8	17.7	16.1	13.4	
FECHA (DIA/AÑO)	30/76	14/78	19/84	18/76	08/82	19/84	13/75	02/76	16/78	28/81	13/84	26/79	
HUMEDAD RELATIVA NORMAL (%)	77.7	74.9	73.1	75.1	79.2	79.1	79.3	81.3	82.4	82.7	81.2	79.2	78.8
HORA DE SOL NORMAL (horas)	227.2	236.1	241.3	227.8	207.1	196.9	214.2	217.9	207.6	226.1	220.1	--	--
VELOCIDAD DE VIENTO NORMAL (km/h)	6.9	6.8	7.1	6.9	6.2	6.0	6.1	5.8	5.9	5.7	6.3	6.8	6.4
PRESION DE ESTACION (mb)	1009.2	1008.8	1008.0	1006.7	1006.5	1007.6	1008.3	1007.2	1004.6	1005.2	1006.3	1008.5	1007.2
NUBOSIDAD (/8)	4.4	4.5	4.7	4.9	5.5	5.3	5.0	5.0	5.1	4.9	4.8	4.6	4.9
DIRECCION VIENTO PREDOMINANTE	NE	SE	NE	SE	SE	SE	NE	NE	NE	SE	NE	NE	NE

Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).

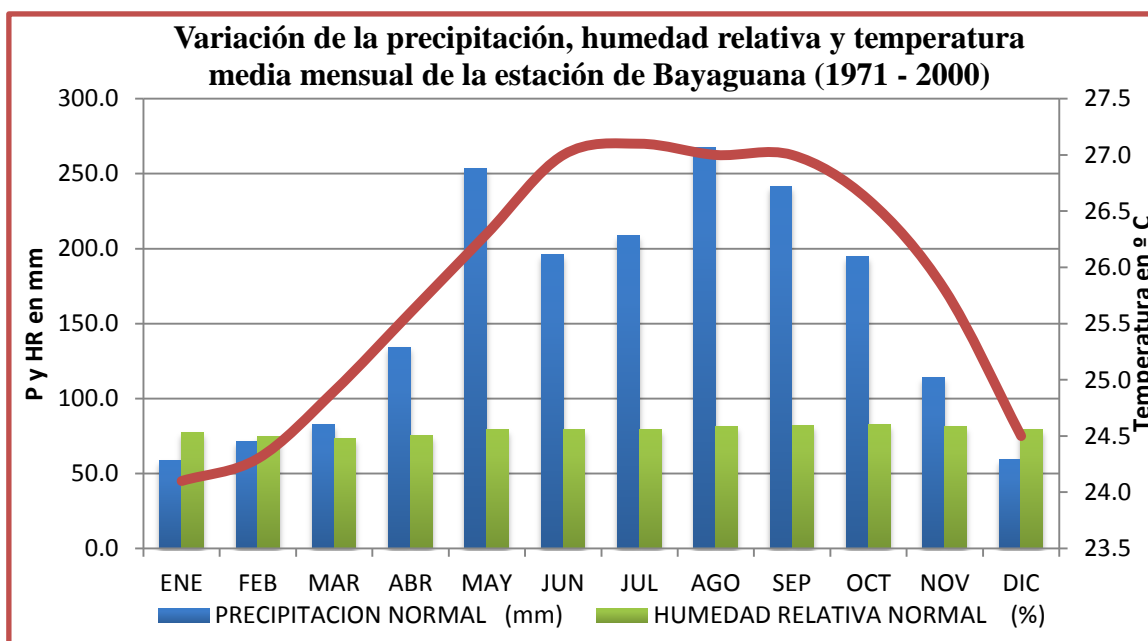


Figura 4: Variación de la precipitación, humedad relativa y temperatura media mensual de la estación de Bayaguana (1971 - 2000).

Fuente: ONAMET

La figura 4, presenta en promedio, como varía la precipitación normal, la humedad relativa normal y la temperatura media mensual del clima desde el año 1971 hasta el 2000, mostrando que los meses con valores más altos en precipitación son en mayo, agosto y septiembre. En cuanto a la temperatura, refleja valores más altos, casi constantes, en los meses de junio a septiembre. También se observa, que la humedad relativa normal se ha mantenido casi constante durante esos 29 años.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es cualitativo. (Blasco y Pérez, 2007), señalan que la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y como sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas.

3.2 Tipo de investigación

De acuerdo con el análisis global esta investigación es de tipo aplicada debido a que estamos buscando algún tipo de anomalía en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas del vertedero del Distrito Municipal de Boya, (murillo, 2007), la investigación aplicada recibe el nombre de " investigación práctica o empírica", que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

Debido a los objetivos, esta investigación es explicativa ya que vamos a establecer si hay algún tipo de contaminación en la calidad de las aguas subterráneas y superficiales del Distrito Municipal de boya, por medio a los análisis realizados en la zona de estudio, por lo tanto esta investigación es de campo debido a cómo se recolectan los datos y de tipo transversal.

3.3 Diseño de investigación

Esta investigación es no experimental ya que no tuvimos que manipular ninguna variable, solo observamos el fenómeno y tomamos muestras sin alterarlo. (Palella y Martins, 2010), autores del libro metodología de la investigación cuantitativa, definen el diseño experimental como el experimento en el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada. Es de tipo transversal.

3.4 Procedimientos de la investigación

Se hizo una carta para la solicitud del tema de investigación. Se llevó a cabo una investigación en la zona de estudio, se recolectó información en bibliotecas y en el campo. Se procedió a hacer análisis de calidad de agua en el río hicaco en diferentes

puntos de la zona estudiada, en el pozo de la iglesia y pozo del hospital de Boyá. Se utilizó un multiparámetro para medir algunos parámetros físicos.

3.5 Técnica de investigación

Entre los métodos de investigación que se utilizó están: el trabajo de campo, recolección de datos bibliográficos.

3.6 Análisis bibliográfico

Se consultó en varios documentos relacionados al tema tratado, estas informaciones sirvieron de precedentes al tema de investigación.

3.7 Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en la visita al río hicaco y los pozos ubicados en la iglesia y el otro en el hospital, tomando muestras en los cuales los análisis físicos químicos y bacteriológicos mostrarán el nivel de contaminación que posee el río y los pozos. También se inspeccionó el vertedero y se recorrió toda el área del mismo tomando fotos.

3.8 Criterio de selección de la muestra

Se tomaron 5 puntos que son los más representativos para el estudio que se realizó, debido a su ubicación. Uno de los puntos, se nombró río Hicaco arriba con las coordenadas $18^{\circ}51.582'N$ y $69^{\circ}07.140'W$, corresponde al punto que se encuentra aguas arriba del vertedero. El nombrado río Hicaco centro, con las coordenadas $18^{\circ}51.091'N$ y $69^{\circ}47.065'W$, corresponde al punto que se encuentra más cercano al vertedero, a 300m respectivamente. El siguiente punto nombrado Hicaco abajo ubicado en el territorio del Proyecto Esperanza, con las coordenadas $18^{\circ}50.825'N$ y $69^{\circ}46.384'W$, corresponde al punto río Hicaco abajo. Los últimos dos puntos pertenecen al pozo ubicado en la iglesia con las coordenadas $18^{\circ}50.887'N$ y $69^{\circ}46.349'W$, y el último es nombrado pozo hospital con las coordenadas $18^{\circ}50.870'N$ y $69^{\circ}46.455'W$. (Ver figura 5).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En este capítulo, se pone de manifiesto los resultados obtenidos de los datos recaudados en campo, para evaluar el impacto en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas por el vertedero de Boyá, en los distintos puntos de muestreo realizados en dos campañas; en el río Hicaco, el pozo de la iglesia y el pozo del Hospital del D.M de Boyá. En la primera campaña, los parámetros se evaluaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA), (Ver Anexo 1), y la segunda se llevó a cabo en el laboratorio de la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD). (Ver Anexo 2).

Para evaluar los resultados obtenidos de los parámetros para determinar la calidad de las aguas superficiales es necesario aplicar la Norma Ambiental Sobre Calidad del Agua y Control de Descargas (NA-AG-001-03), (ver tabla 8, 9, 10), y para las aguas subterráneas se aplica la Norma Ambiental Sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo, (ver tabla 11, 12), esto es, para verificar que los parámetros están dentro de los valores máximos aceptables.

Los datos obtenidos en la investigación, son el resultado de los análisis físico-químicos, bacteriológicos, DBO5 y DQO, los cuales se muestran a continuación. (Ver anexo 1, 2).

Tabla 8: Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas superficiales y en aguas costeras.

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS COSTERAS		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
PARÁMETROS GENERALES							
Agentes tensioactivos	mg/L	0.15	0.5	2	-	-	-
Cloruros	mg/L	250	250	1000	-	-	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml	400	1000	4,000	400	2000	2000
Coliformes totales	NMP/100 ml	1,000	1,000	10,000	1,000	10,000	10,000
Color	Unidades Pt-Co	15	50	200	CN	CN	-
DBO5	mg/L	2	5	100	-	-	-
Fluoruros	mg/L	0.7	1	3	1.5	1.5	-
Fósforo PO4-P	mg/L	-	-	-	0.4	0.4	-
Fósforo total	mg/L	0.025	0.025	0.1	-	-	-
Grasas y aceites	mg/L	ausente	1	20	1	1	1
NH ₃ -N	mg/L	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-
NO ₃ -N + NO ₂ -N	mg/L	10	10	-	15	20	-
Oxígeno Disuelto (OD)	% sat.	> 80	> 70	> 50	> 60	> 50	> 45
PH	-	6.5-8.5	6.5-9.0	5.0-10.0	7.5-8.5	7.5-8.5	-
Sólidos disueltos	mg/L	1,000	1,000	5,000	-	-	-
Sólidos flotantes	-	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sulfatos	mg/L	400	400	5000	-	-	-
Sulfuros	mg/L	0.002	0.002	-	0.01	0.01	-
ΔT	°C	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3
METALES							
Arsénico	mg/L	0.05	0.05	1	0.15	0.15	-
Aluminio	mg/L	5	5	-	-	-	-
Bario	mg/L	1	2	10	1	1	-
Berilio	mg/L	0.1	0.1	-	-	-	-
Boro	mg/L	0.5	0.5	5	5	5	-
Cadmio	mg/L	0.005	0.005	0.05	0.005	0.005	0.005
Cianuro	mg/L	0.1	0.1	0.5	0.02	0.02	-
Cobalto	mg/L	0.2	0.2	0.5	-	-	-

Fuente: Norma Ambiental Sobre Calidad del Agua y Control de Descargas (NA-AG-001-03).

Tabla 9: Cont. Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas superficiales y en aguas costeras.

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS COSTERAS		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Cobre	mg/L	0.2	0.2	2	0.05	0.05	-
Cromo hexavalente, Cr ⁶⁺	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.05	0.1	0.1
Cromo total	mg/L	0.05	0.05	1	0.1	0.3	0.3
Hierro	mg/L	0.3	0.3	3	0.3	0.3	-
Litio	mg/L	2.5	2.5				
Manganeso	mg/L	0.5	1	5	0.1	0.1	-
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.005
Molibdeno		0.01	0.01				
Níquel	mg/L	0.1	0.1	-	0.008	0.008	-
Plata	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	-
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.5	0.05	0.05	-
Selenio	mg/L	0.01	0.01	0.5	0.01	0.01	-
Vanadio	mg/L	0.1	0.1				
Zinc	mg/L	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	-
RADIOACTIVIDAD							
Actividad α	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-
Actividad β	Bq/L	1	1	1	1	1	-
BIOCIDAS (ÓRGANO-CLORADOS Y OTROS PERSISTENTES)							
Aldrin-Dieldrin	μ g/L	0.0008	0.0008	-	0.0008	0.0008	-
Clordano	μ g/L	0.005	0.004	-	0.005	0.005	-
DDT y metabolitos	μ g/L	0.0003	0.0003	-	0.0003	0.0003	-
Endosulfano	μ g/L	0.009	0.009	-	0.009	0.009	-
Endrin	μ g/L	0.002	0.002	-	0.002	0.002	-
Heptacloro	μ g/L	0.001	0.001	-	0.001	0.001	-
Lindano	μ g/L	0.075	0.075	-	0.075	0.075	-
Metoxicloro	μ g/L	0.02	0.02	-	0.02	0.02	-
Mirex	μ g/L	0.001	0.001	-	0.001	0.001	-
Pentaclorofenol	μ g/L	7.9	7.9	-	7.9	7.9	-
Pertano	μ g/L	0.07	0.07	-	0.07	0.07	-
Toxafeno	μ g/L	0.0002	0.0002	-	0.0002	0.0002	-
BIOCIDAS (ÓRGANO-FOSFORADOS, SULFUROSOS Y OTROS NO-PERSISTENTES)							
Azinfos-Metil	μ g/L	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-
Clorpirifos	μ g/L	0.04	0.04	-	0.006	0.006	-
Coumafos	μ g/L	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-
Diazinon	μ g/L	0.00002	0.00002	-			
2,4 D	μ g/L	4	4	-	ausente	ausente	-
Paraquat	μ g/L	0.00001	0.00001	-	-	-	-
Diquat	μ g/L	0.00007	0.00007	-	-	-	-

Fuente: Norma Ambiental Sobre Calidad del Agua y Control de Descargas (NA-AG-001-03).

Tabla 10: Cont. Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas superficiales y en aguas costeras.

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS COSTERAS		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Demeton	µg/L	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-
Fentión	µg/L	0.4	0.4	-	0.4	0.4	-
Malatión	µg/L	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-
Naled	µg/L	0.4	0.4	-	0.4	0.4	-
Paratión	µg/L	0.01	0.01	-	ausente	ausente	-
2,4,5 –TP	µg/L	10	10	-	ausente	ausente	-
SUSTANCIAS ORGÁNICAS							
Benceno	µg/L	5	7	-	400	400	-
Bifenilos policlorados (PCB)	ng/L	1	1	5	-	-	-
Cloruro de vinilo	µg/L	2	2	-	5,300	5,300	-
Diclorobencenos	µg/L	75	75	-	2,600	2,600	-
1,2 Dicloroetano	µg/L	5	10	-	2,500	2,500	-
1,1 Dicloroetileno	µg/L	7	7	-	20	20	-
Diclorometano	µg/L	5	10	-	-	-	-
Etilbenceno	µg/L	50	100	-	-	-	-
Hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH)	µg/L	0.7	1	1	-	-	-
Sustancias fenólicas	µg/L	1	1	-	10	10	-
Tetracloroetileno	µg/L	5	10	-	90	90	-
Tetracloruro de carbono	µg/L	2	5	-	70	70	-
1,1,1 Tricloroetano	µg/L	200	200	-	1,100	1,100	-
Tricloroetileno	µg/L	5	5	-	850	850	-
Triclorobenceno	µg/L	5	10	-	-	-	-
Tolueno	µg/L	50	100	-	-	-	-

Fuente: Norma Ambiental Sobre Calidad del Agua y Control de Descargas (NA-AG-001-03).

Tabla 11: Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas.

Valores máximos de parámetros físicos, químicos y biológicos
presentes en aguas subterráneas.
(Aplicación completa de la Norma)

<i>Tipos de Aguas Subterráneas</i>				
<i>Parámetro</i>	<i>Unidad</i>	<i>Clase A</i>		<i>Clase B</i>
		<i>A-1</i>	<i>A-2</i>	
<i>Calidad Bacteriológica</i>				
Coliformes Totales	NMP/ 100 ml	100	1,000	2,400
Coliformes Fecales		NMP/ 100 mls. muestreos consecutivos)	3(No en muestreos consecutivos)	100 < 1000 (No en muestreos consecutivos)
<i>Parámetros Químicos de importancia para la salud</i>				
<i>Inorgánicos</i>				
Antimonio	mg/l	0.005	0.005	0.005
Arsénico	mg/l	0.05	0.05	0.05
Bario	mg/l	1	1	2.0
Boro	mg/l	0.5	0.5	0.5
Cadmio	mg/l	0.005	0.005	0.005
Cianuro	mg/l	0.1	0.1	0.1
Cobre	mg/l	0.2	0.2	0.2
Cromo hexavalente	mg/l	0.01	0.01	0.01
Cromo total	mg/l	0.05	0.05	0.05
Fluoruro	mg/l	0.7	1.0	1.5
Mercurio (total)	mg/l	0.001	0.001	0.001
Molibdeno	mg/l	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/l	0.1	0.1	0.1
Nitrato (NO ₃)	mg/l	10	10	10
Nitrito (NO ₂)	mg/l	3.0	3.0	3.0
Plomo	mg/l	0.05	0.05	0.05
Selenio	mg/l	0.01	0.01	0.01

Fuente: Norma Ambiental Sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo, 2004.

Tabla 12: Valores máximos aceptables de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas.

<i>Sustancias y Parámetros que Pueden Provocar Quejas de los Consumidores</i>				
Agentes				
Tensoactivos	mg/l	0.15	0.15	No aplica
Aluminio	mg/l	0.1	0.1	
Amoniaco	mg/l	1.5	1.5	
Cloruro	mg/l	350	350	
Color	U.Pt-Co	5.0	15.0	
Dureza	mg/l	500	500	
Grasas y Aceites	mg/l	Ausente	Ausente	Ausente
Hierro	mg/l	0.3	0.3	
Manganeso	mg/l	0.1	0.1	
Monocloro-				
benceno	mg/l	120	120	
PH		< 8	< 8	
Sodio	mg/l	350	350	
Sulfato	mg/l	400	400	
Temperatura				
Sólidos Totales				
Disueltos	mg/l	1,000	1,000	
Sulfuro de				
hidrógeno	mg/l	0.05	0.05	
Turbiedad	U.N.T.	5.0	15.0	
Zinc	mg/l	30	30	

Fuente: Norma Ambiental Sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo, 2004.

Los puntos seleccionados en la zona de estudio se muestran a continuación en la figura 5 y sus coordenadas de ubicación se pueden ver en la tabla 13.

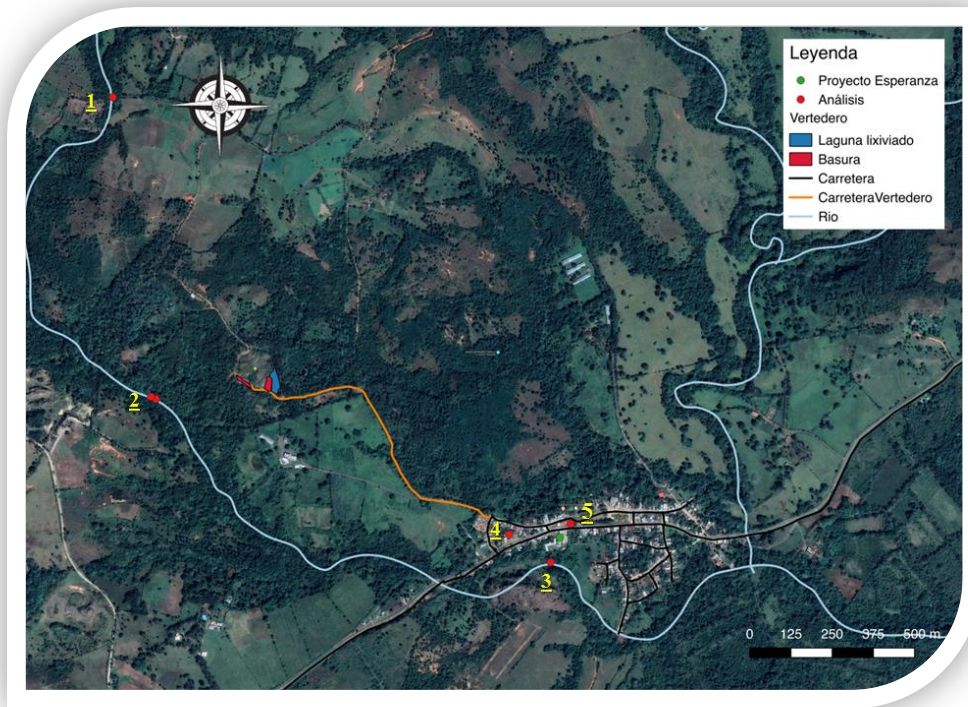


Figura 5: Puntos de Muestreo.

Fuente: Google Earth

Tabla 13: Datos Geográficos de los puntos de muestreo.

Datos Geográficos	
NOMBRE DE LOS PUNTOS	COORDINADAS
1. RÍO HICACO AGUAS ARRIBA	18°51.582' N / 69°47.140' W
2. RÍO HICACO CENTRO	18°51.091' N / 69°47.065' W
3. RÍO HICACO AGUAS ABAJO (PROYECTO ESPERANZA)	18°50.825' N / 69°46.384' W
4. POZO HOSPITAL	18°50.870' N / 69°46.455' W
5. POZO IGLESIA	18°50.887' N / 69°46.349' W

Fuente: propia

Características Físico Químicas y bacteriológicas del Río Hicaco y Pozo en el Municipio de Boyá													
Parámetros	Unidad	Fuentes Primera Campaña(28/06/2018) INAPA					Fuentes Segunda Campaña (01/08/18) CAASD					Norma Ambiental (SEMAREN)	Norma Ambiental (SEMAREN)
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Aguas Superficiales	Aguas Subterráneas
Coliformes Totales	NMP/100mL	5400	1300	9200	> 1600	< 1.8	22,000	22,000	22,000	1600	1.8	1000	1000
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1100	1300	9200	>1600	N.A	4900	7,900	22,000	1600	1.8	1000	100
Escherichia Coli	NMP/100mL	1100	490	9200	1600	N.A							
Pseudomona SP	AUS/PRES	AUS		AUS	PRES	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS		
DBO5	mg/l	> 2	> 2	> 2	> 2	> 2	2.56	0.9	2.4	1.84	2.1	5	N/C
DQO	mg/l	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	40.41	14.94	95.16	23.85	21.31	N/C	N/C
Nitratos (No3)	mg/l	0.48	2	3	7	8	9.4	11.9	9.4	15.5	50	45	45
PH In Situ	mg/l	7.48	7.67	7.14	6.58	5.14	7.77	7.72	7.53	6.89	6.06	6.5-9.0	6.5-8.5
Temperatura In Situ	°C	24.63	20.16	25.37	30.09	22.86	25.03	24.97	25.11	30.76	28.07		

Tabla 14 y15

LEYENDA	
Términos	Descripción
1	RÍO HICACO AGUAS ARRIBA
2	RÍO HICACO CENTRO
3	RÍO HICACO AGUAS ABAJO (PROYECTO ESPERANZA)
4	POZO HOSPITAL
5	POZO IGLESIA
DBO5	Demanda bioquímica de oxígeno a cinco días
DQO	Demanda química de oxígeno
mg/L	Miligramos por Litro
NMP/100ML	Número Más Probable por 100 mililitros
pH	Potencial de Hidrógeno
°C	°C Grados centígrados
AUS	Ausente
PRES	Presente

4.1.1 Punto de Muestreo 1: Río Hicaco Aguas Arriba



Figura 6: Punto de Muestreo 1

Fuente: Google Earth

4.1.1.2 Evaluación del río Hicaco, aguas arriba

Parámetro Bacteriológico: Coliformes Totales y Fecales

Respecto a los análisis bacteriológicos, los coliformes presentan un indicador de las descargas de materiales orgánicos por escorrentía, y su presencia en número elevado excediendo los límites con relación a la Norma Ambiental (ver tabla 9), en las dos campañas, siendo la segunda más elevada que la primera (ver figura 7), refleja una alta contaminación. Los datos obtenidos en los dos muestreos indican que estas aguas son inadecuadas para consumo humano o animal sin previo tratamiento sanitario, ya que, si se compara estos valores con la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas, los mismos superan valores mayores a 1000 NMP/100ml en los coliformes totales y valores mayores a 1000 NMP/100 ml en los coliformes fecales.

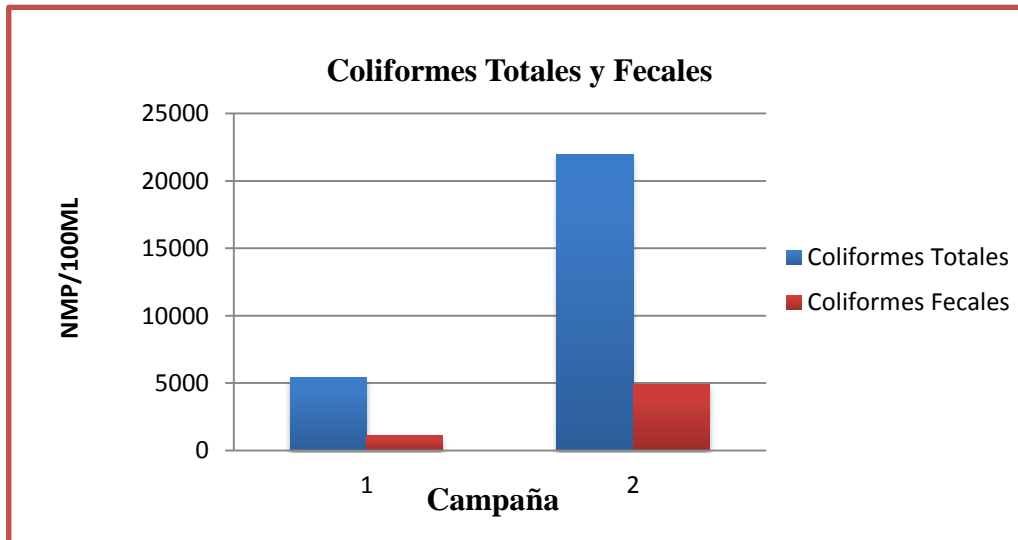


Figura 7: Coliformes totales y fecales, río Hicaco aguas arriba.

Fuente: propia

Parámetro físico – químicos: Nitratos y pH

Los parámetros físicos-químicos analizados, en este caso nitratos y pH, para el punto analizado se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma Ambiental Calidad de Aguas y Control de Descarga. (Ver tabla 8, 14 y figura 8).

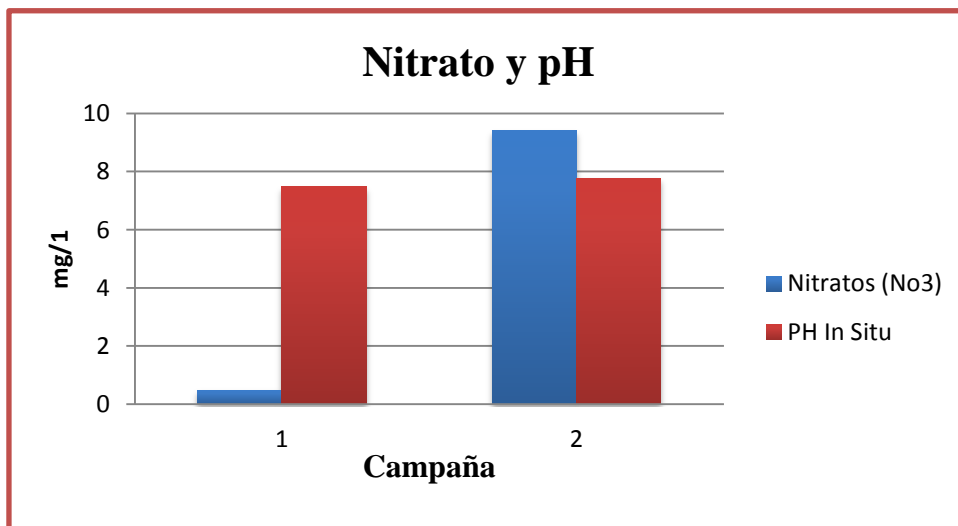


Figura 8: Nitratos y pH, río Hicaco aguas arriba.

Fuente: propia

DBO5 y DQO

En los análisis DBO5 y DQO, cuanto mayor es el resultado del estudio, mayor será el nivel de contaminación. En las diferentes campañas de monitoreo se visualiza, que la DBO5 se mantuvo por debajo de los límites exigidos por la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas con valores menores que 5 mg/l. (ver tabla 14 y figura 9). Asimismo en la DQO se observa que, el mayor grado de contaminación se presentó en la segunda muestra (campaña 2) obtenida, con un 40.41 mg/l, muy por encima de la primera muestra que fue de un 3mg/l. (Ver tabla 14).

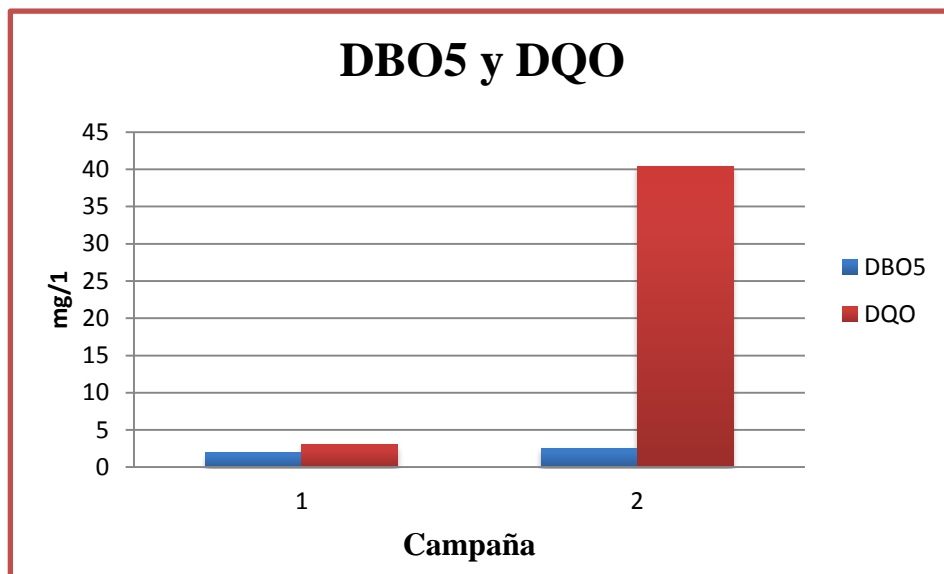


Figura 9: DBO5 y DQO, río Hicaco aguas arriba.

Fuente: propia

Relación desplegada de los análisis DBO5/DQO de primera y segunda campaña:

$(\text{DBO5/DQO}) < 0.2$, aguas consideradas poco biodegradables, esta se debe a la presencia de desechos de tipo: bolsas plásticas, metales y colillas.

$(\text{DBO5/DQO}) > 0.5$, aguas consideradas biodegradables se debe la presencia de desechos de tipo: madera, hojas, ramas, excremento.

- **Primera campaña:**

1) $2/3 = 0.67$

- **Segunda campaña:**

2) $2.56/40.41 = 0.0633$

4.1.2 Punto de Muestreo 2: Río Hicaco Centro

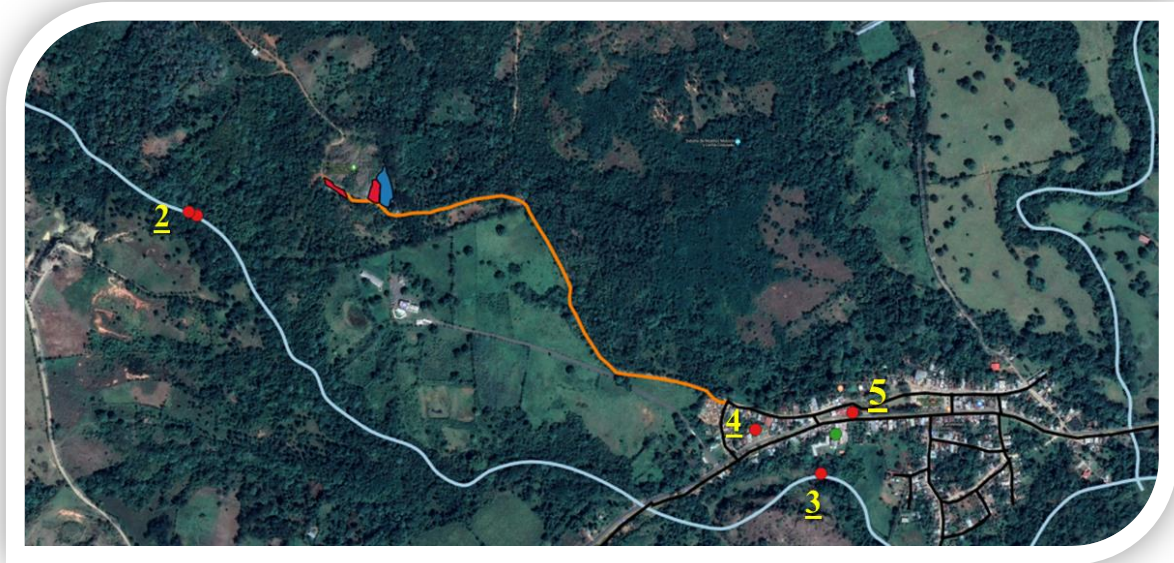


Figura 10: Punto de Muestreo 2

Fuente: Google Earth

4.1.2.1 Evaluación del río Hicaco centro

Parámetro Bacteriológico: Coliformes Totales y Fecales

Respecto a los análisis bacteriológicos, los coliformes presentan un indicador de las descargas de materiales orgánicos por escorrentía, y su presencia en número elevado excediendo los límites con respecto a la Norma Ambiental (ver tabla 8), en las dos campañas, siendo la segunda más elevada que la primera (ver figura 11), proyectando una muy mala calidad del agua lo cual refleja una alta contaminación. Los datos obtenidos en los dos muestreos indican que estas aguas son inadecuadas para consumo humano o animal sin previo tratamiento sanitario, ya que, si comparamos estos valores con la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas, los mismos superan valores mayores a 1000 NMP/100ml en los coliformes totales y valores mayores a 1000 NMP/100 ml en los coliformes fecales.

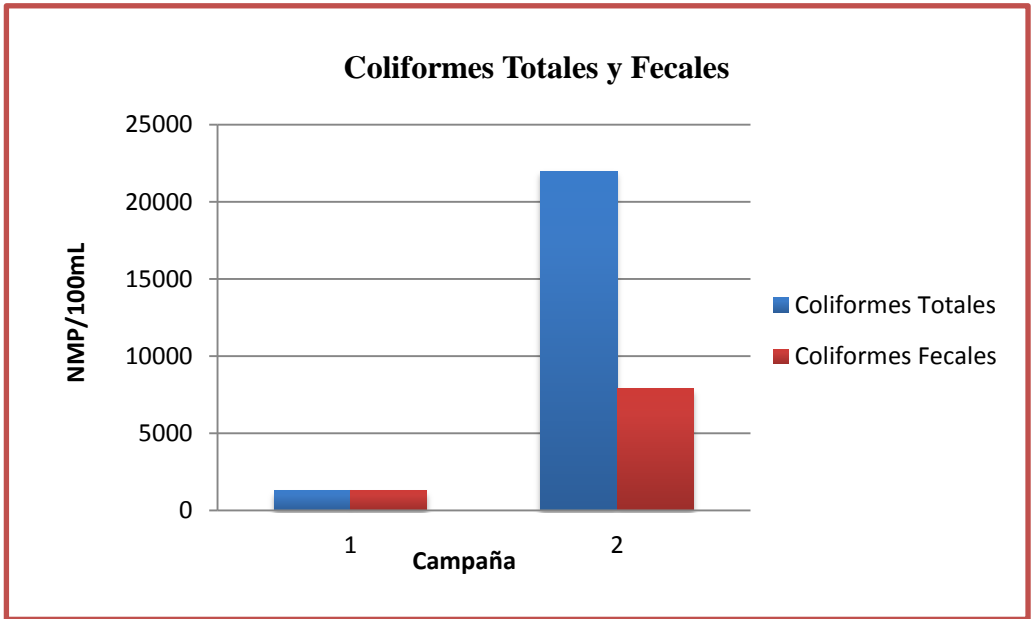


Figura 11: Coliformes totales y fecales, río Hicaco centro

Fuente: propia

Parámetro físico – químicos: Nitratos y pH

Los parámetros físicos-químicos analizados, en este caso nitratos y pH, se puede decir que los datos obtenidos en río Hicaco centro se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma Ambiental Calidad de Aguas y Control de Descarga. (Ver tabla 8 y figura 12).

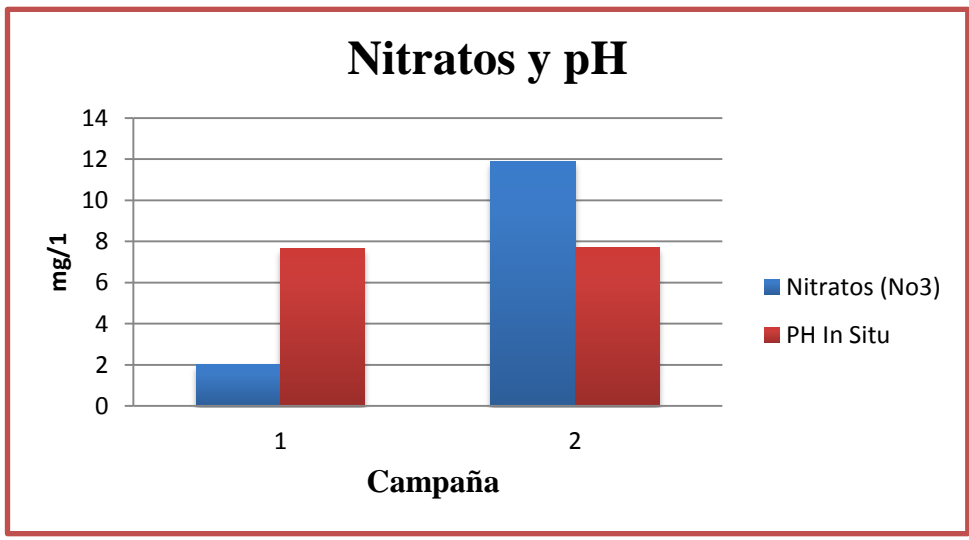


Figura 12: Nitratos y pH, río Hicaco centro.

Fuente: propia

DBO5 y DQO

En los análisis DBO5 y DQO, cuanto mayor es el resultado del estudio, mayor será el nivel de contaminación. En las diferentes campañas de monitoreo se visualiza, que la DBO5 se mantuvo por debajo de los límites exigidos por la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas con valores menores que 5 mg/l. (ver tabla 14 y figura 13). Asimismo en la DQO se observa que, el mayor grado de contaminación se presentó en la segunda muestra obtenida, con un valor de 14.94 mg/l, por encima de la primera muestra que fue de un 3mg/l. (Ver tabla 14).

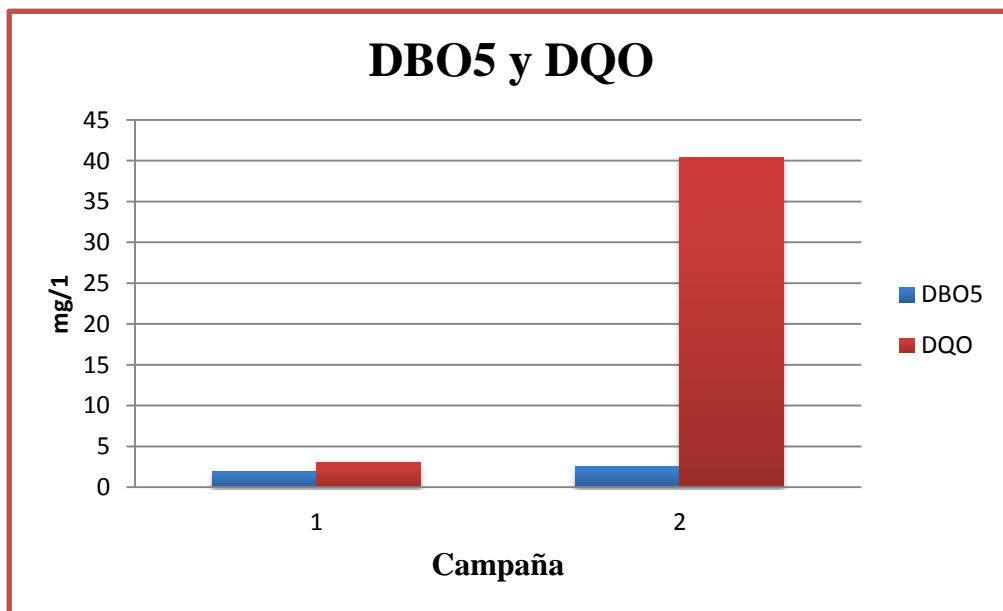


Figura 13: DBO5 y DQO río Hicaco centro

Fuente: propia

Relación desplegada de los análisis DBO5/DQO de primera y segunda campaña:

$(\text{DBO5}/\text{DQO}) < 0.2$, aguas consideradas poco biodegradables, esta se debe a la presencia de desechos de tipo: bolsas plásticas, metales y colillas.

$(\text{DBO5}/\text{DQO}) > 0.5$, aguas consideradas biodegradables se debe la presencia de desechos de tipo: madera, hojas, ramas, excremento.

Primera campaña:

1) $2/3 = 0.67$

Segunda campaña:

2) $0.9/14.94 = 0.0602$

4.1.3 Punto de Muestreo 3: Río Hicaco Aguas Abajo (Proyecto Esperanza)

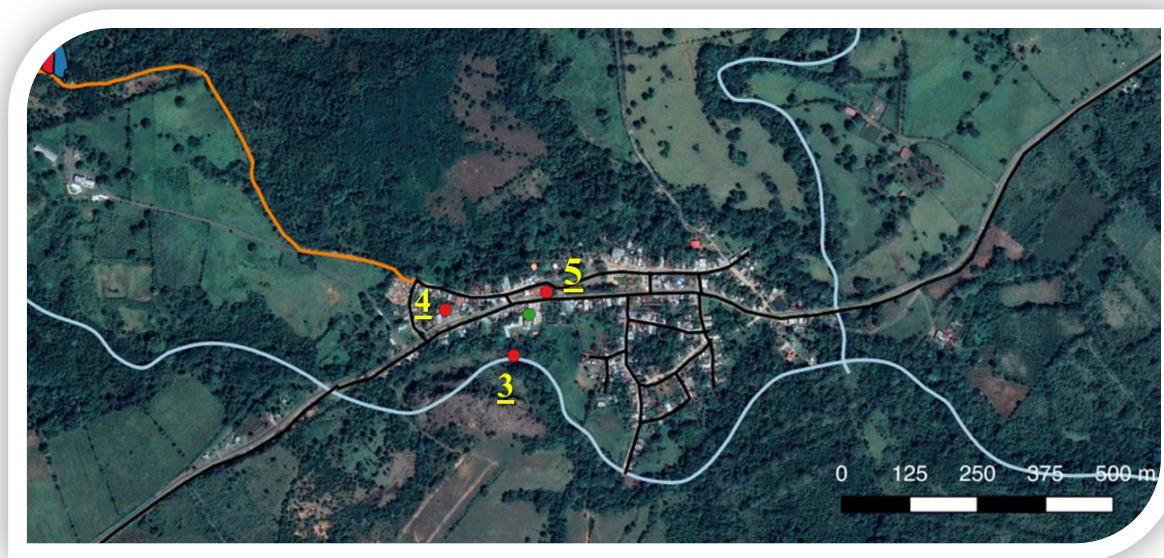


Figura 14: Punto de Muestreo 3

Fuente: Google Earth

4.1.3.1 Evaluación del río Hicaco, aguas abajo

Parámetro Bacteriológico: Coliformes Totales y Fecales

Respecto a los análisis bacteriológicos, los coliformes presentan un indicador de las descargas de materiales orgánicos por escorrentía. En este punto hay que tener en consideración que es el punto más bajo, por lo cual viene arrastrando un sin número de bacterias y desechos dañinos por lo que es bastante riesgoso pues en este punto es que se abastece el Proyecto Esperanza (ver figura 15). Su presencia en número elevado excede de manera muy significativa los límites con respecto a la Norma Ambiental (ver tabla 14), en las dos campañas, siendo la segunda mucho más elevada que la primera (ver figura 15), proyectando una mala calidad del agua lo cual refleja una muy alta contaminación. Los datos obtenidos en los dos muestreos indican que estas aguas son inadecuadas para consumo humano o animal sin previo tratamiento sanitario, ya que, si comparamos estos valores con la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas, los mismos superan valores mayores a 1000 NMP/100ml en los coliformes totales y valores mayores a 1000 NMP/100 ml en los coliformes fecales.

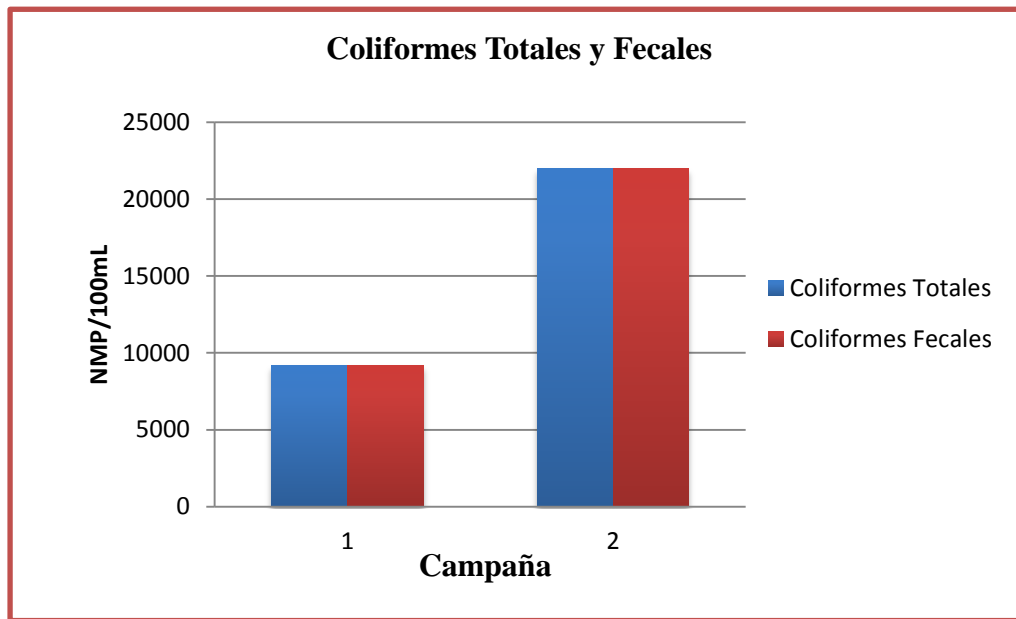


Figura 15: Coliformes totales y fecales, río Hicaco aguas abajo.

Fuente: propia

Parámetro físico – químicos: Nitratos y pH

Los parámetros físicos-químicos analizados, en este caso nitratos y pH, se puede decir que los datos obtenidos en río Hicaco aguas abajo se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma Ambiental Calidad de Aguas y Control de Descarga. (Ver tabla 8 y figura 16).

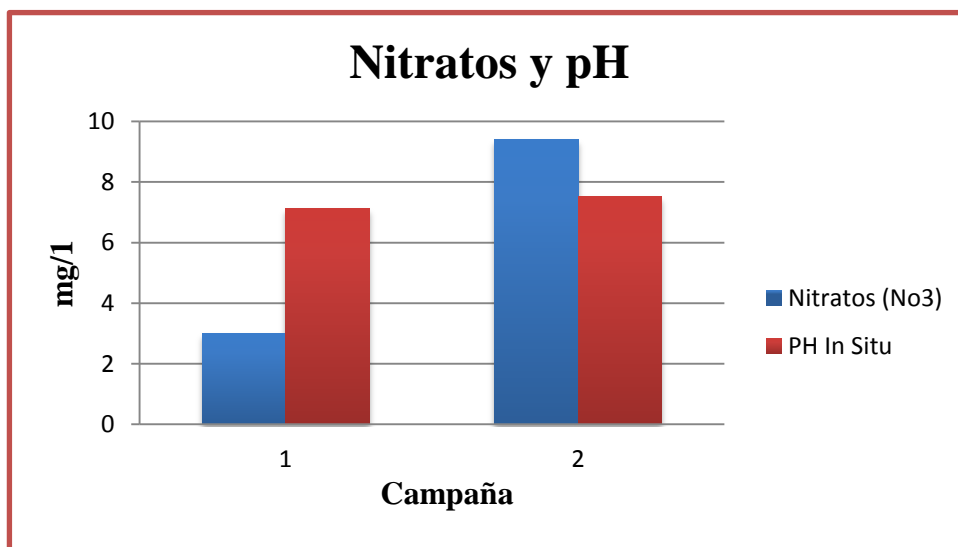


Figura 16: Nitratos, río Hicaco aguas abajo.

Fuente: propia

DBO5 y DQO

En los análisis DBO5 y DQO, cuanto mayor es el resultado del estudio mayor será el nivel de contaminación. En las diferentes campañas de monitoreo se visualiza, que la DBO5 se mantuvo por debajo de los límites exigidos por la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas con valores menores que 5 mg/l. (ver tabla 14 y figura 17). Asimismo en la DQO se observa que, el mayor grado de contaminación se presentó en la segunda muestra obtenida, con un valor de 95.16 mg/l, muy por encima de la primera muestra que fue de un 3mg/l. (Ver tabla 14). Por lo tanto se observó que la segunda muestra en este punto tiene un mayor nivel de DQO que los otros 4 puntos de muestreos.

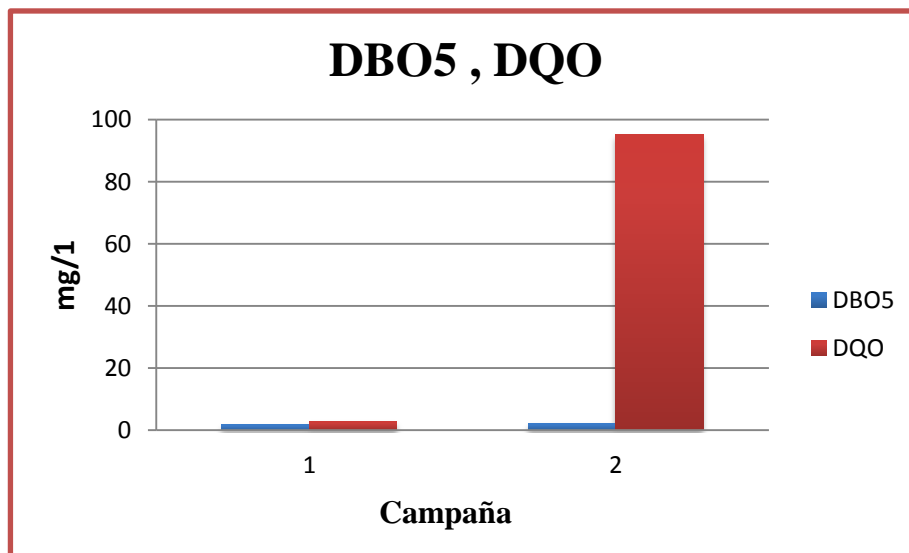


Figura 17: DBO5 y DQO, Rio Hicaco Abajo

Fuente: propia

Relación desplegada de los análisis DBO5/DQO de primera y segunda campaña:

(DBO5/DQO) < 0.2, aguas consideradas poco biodegradables, esta se debe a la presencia de desechos de tipo: bosas plásticas, metales y colillas.

(DBO5/DQO) > 0.5, aguas consideradas biodegradables se debe la presencia de desechos de tipo: madera, hojas, ramas, excremento.

- **Primera campaña:**

1) $2/3 = 0.67$

- **Segunda campaña:**

2) $2.4/95.16 = 0.0252$

4.1.4 Punto de Muestreo 4: Pozo Hospital

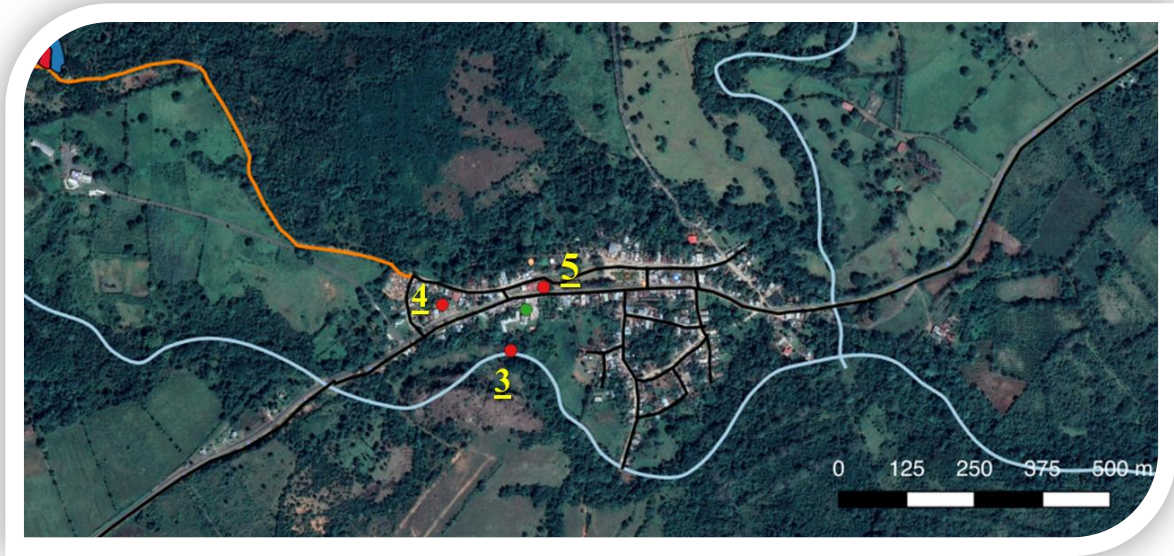


Figura 18: Punto de Muestreo 4

Fuente: Google Earth

4.1.4.1 Evaluación de pozo Hospital

Parámetro Bacteriológico: Coliformes Totales y Fecales

Según los análisis bacteriológicos, los resultados obtenidos durante los muestreos realizados, indican que las aguas subterráneas de este pozo no son aptas para abastecimiento puesto que la calidad del agua que presenta no es adecuada. En la primera campaña, se han detectado coliformes totales cuyo NMP/100ml alcanzan valores de 1600 NMP/100ml, de igual manera los coliformes fecales se encuentran presentes en estos análisis con el mismo valor pero excediendo de manera más significativa en cuanto la Norma Ambiental (ver tabla 11), al igual que en la segunda campaña (ver figura 19). La presencia de estos indicadores de calidad reflejan que en esta agua están contaminadas en menor grado, su utilización puede constituir una vía de transmisión de enfermedades infecciosas, es decir, que es agua de calidad dudosa cuyos parámetros están fuera de la Norma Ambiental Sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo. No es recomendable el uso doméstico de esta agua sin previo tratamiento.

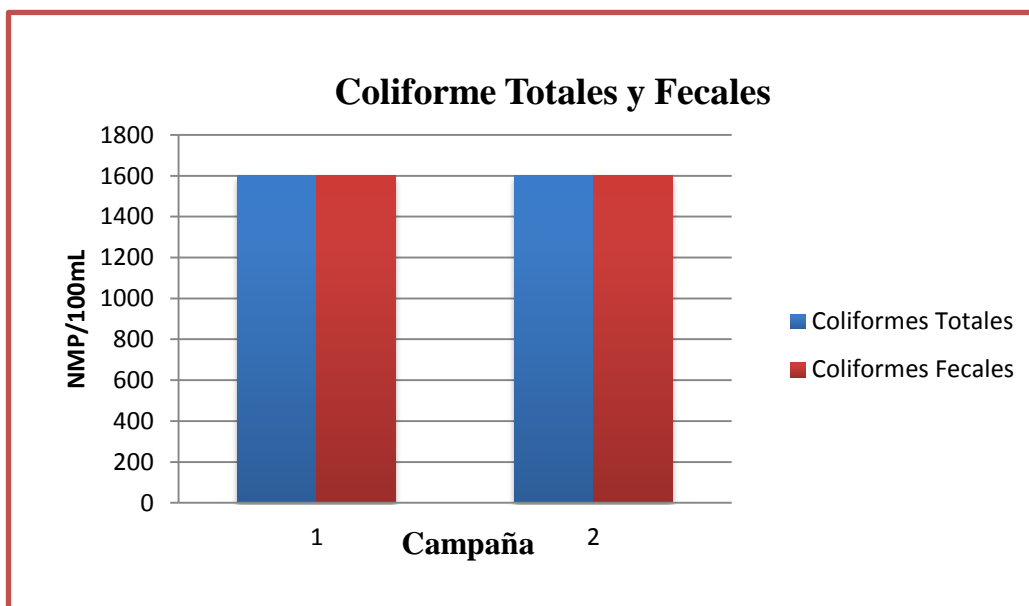


Figura 19: Coliformes totales y fecales, pozo Hospital.

Fuente: propia

Parámetro físico – químicos: Nitratos y pH

Los parámetros físicos-químicos analizados, en este caso nitratos y pH, se puede decir que los datos obtenidos en el pozo del hospital se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma Ambiental Calidad de Aguas y Control de Descarga. (Ver tabla 8 y figura 20).

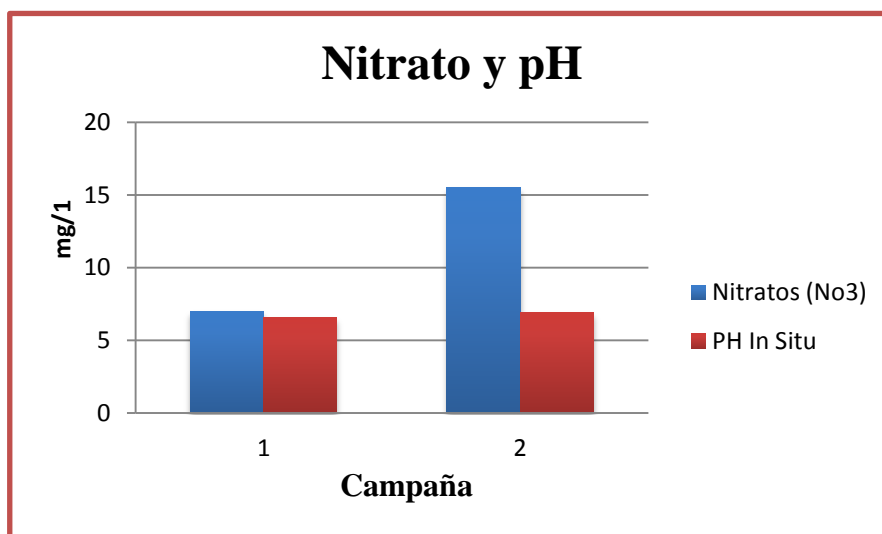


Figura 20: Nitratos y pH, pozo Hospital.

Fuente: propia

DBO5 y DQO

En los análisis DBO5 y DQO, cuanto mayor es el resultado del estudio mayor será el nivel de contaminación. En las diferentes campañas de monitoreo se visualiza, que la DBO5 proyecta datos con dígitos bajos. No existen límites excedentes en la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas. (Ver tabla 14 y figura 21). Asimismo en la DQO se observa que, el mayor grado de contaminación se presentó en la segunda muestra obtenida, con un valor de 23.85 mg/l, por encima de la primera muestra que fue de un 2mg/l. (Ver tabla 14).

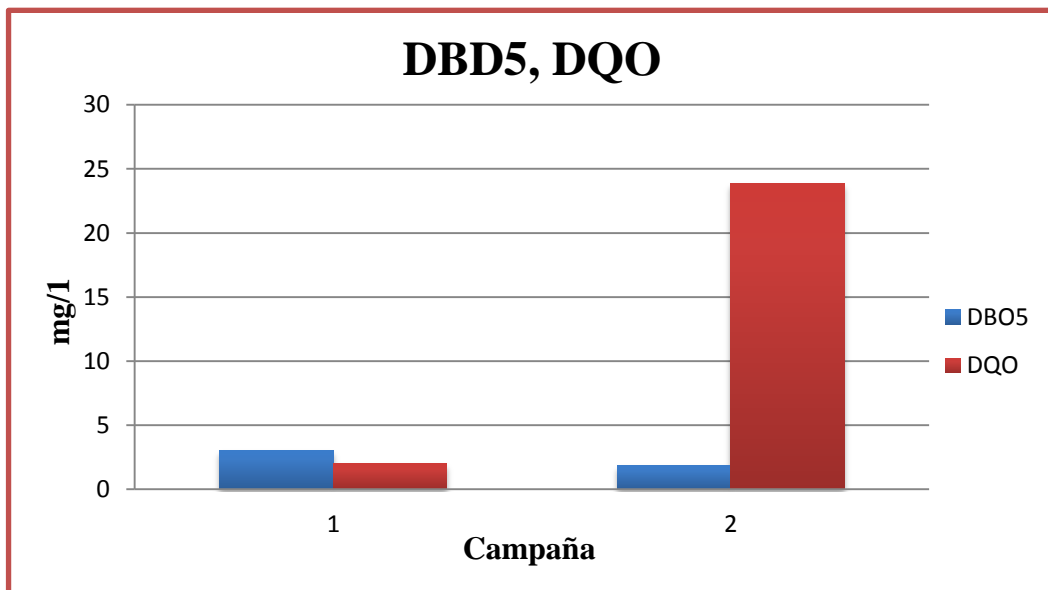


Figura 21: DBO5 y DQO, pozo Hospital

Fuente: propia.

Relación desplegada de los análisis DBO5/DQO de primera y segunda campaña:

$(\text{DBO5}/\text{DQO}) < 0.2$, aguas consideradas poco biodegradables, esta se debe a la presencia de desechos de tipo: bosas plásticas, metales y colillas.

$(\text{DBO5}/\text{DQO}) > 0.5$, aguas consideradas biodegradables se debe la presencia de desechos de tipo: madera, hojas, ramas, excremento.

- **Primera campaña:**

1) $3/2 = 1.5$

- **Segunda campaña:**

2) $1.84/23.85 = 0.0771$

4.1.5 Punto de Muestreo 5: Pozo Iglesia

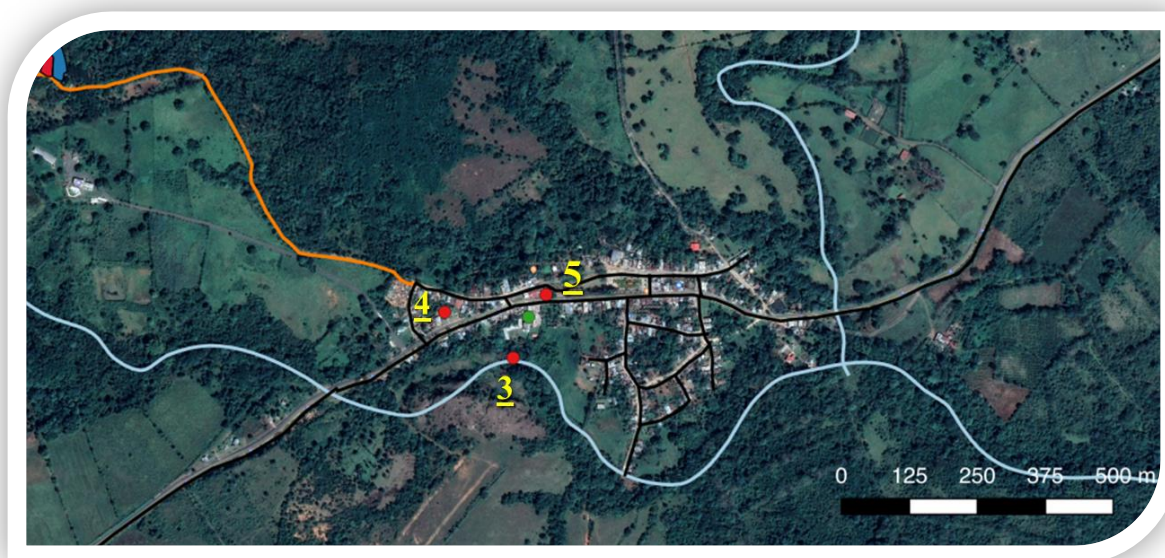


Figura 22: Punto de Muestreo 5

Fuente: Google Earth.

4.1.5 Evaluación de pozo Iglesia

Parámetro Bacteriológico: Coliformes Totales y Fecales

Con respecto a los análisis bacteriológicos, los resultados obtenidos durante los muestreos realizados, indican que las aguas subterráneas de este pozo son aptas para abastecimiento puesto que la calidad del agua que presenta es adecuada. En la primera campaña, se detectó coliformes totales cuyo valores es de <1.8 NMP/100ml, en cuanto a los coliformes fecales no se encontró en esta evaluación lo que quiere decir que no hay contaminación. En la segunda campaña se observó coliformes totales y fecales con valores <1.8 NMP/100ml (ver figura 23). El agua subterránea situada en el pozo de la iglesia es apta para el consumo humano según la Norma Ambiental Sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo.

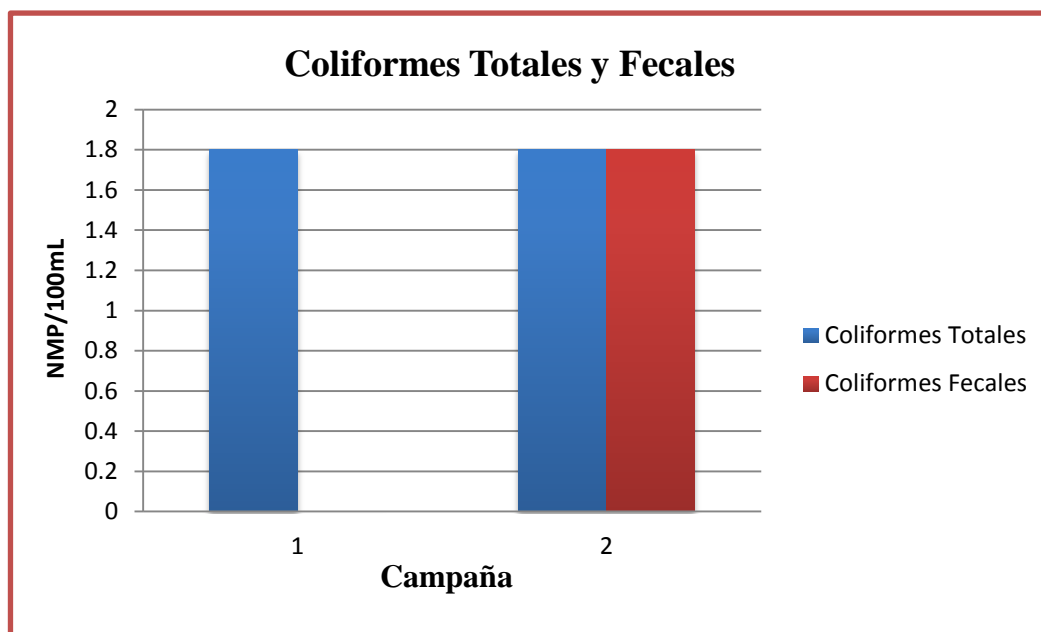


Figura 23: Coliformes totales y fecales, pozo iglesia.

Fuente: propia

Parámetro físico – químicos: Nitratos y pH

Con respecto al análisis del nitrato en este caso los datos obtenidos en el pozo de la iglesia en la primera campaña está dentro de los límites establecidos por la Norma Ambiental, en cuanto a la segunda campaña se observó que este parámetro excedió los límites establecidos por la Norma Ambiental Calidad de Aguas y Control de Descarga con un valor de 50 mg/l. (ver tabla 8 y figura 24), de igual modo el pH en el primer muestreo no llega al rango establecido con un valor de 5,14 mg/l por lo tanto se considera que es un agua ligeramente ácido y en la segunda campaña si se observa que está dentro del rango con respecto a la Normativa.

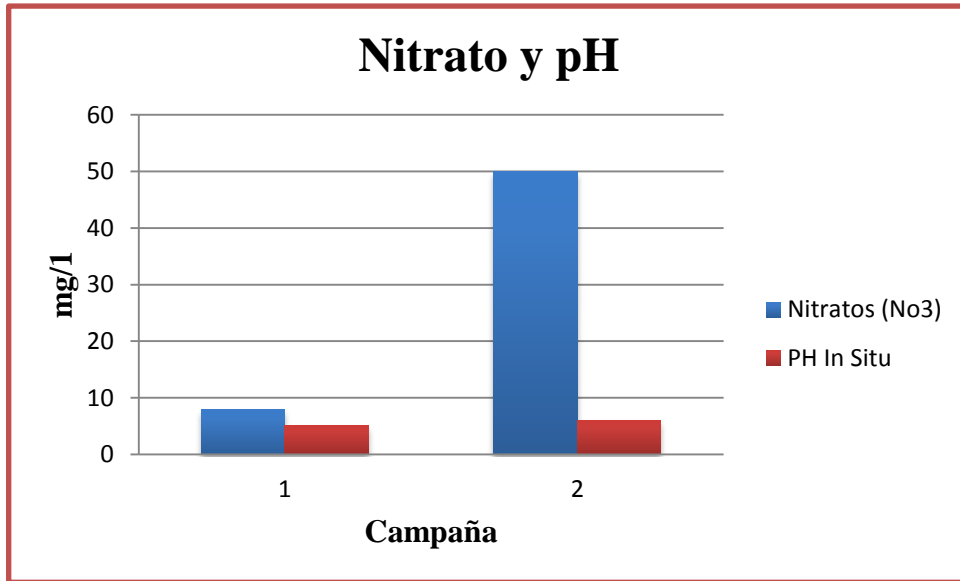


Figura 24: Nitratos y pH, pozo iglesia.

Fuente: propia

DBO5 y DQO

En los análisis DBO5 y DQO, cuanto mayor es el resultado del estudio mayor será el nivel de contaminación. En las diferentes campañas de monitoreo se visualiza, que la DBO5 proyecta datos con dígitos bajos. No existen límites excedentes en la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control de Descargas. (Ver tabla 14 y figura 25). Asimismo en la DQO se observa que, el mayor grado de contaminación se presentó en la segunda muestra obtenida, con un 21.31 mg/1, por encima de la primera muestra que fue de un 2 mg/1. (Ver tabla 14).

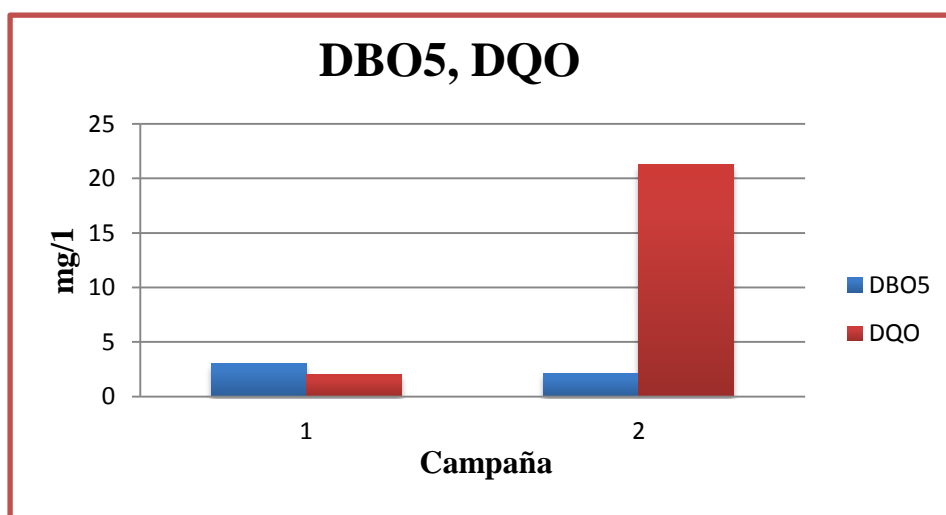


Figura 25: DBO5 y DQO, pozo iglesia.

Fuente: propia.

Relación desplegada de los análisis DBO5/DQO de primera y segunda campaña:

$(\text{DBO5}/\text{DQO}) < 0.2$, aguas consideradas poco biodegradables, esta se debe a la presencia de desechos de tipo: bosas plásticas, metales y colillas.

$(\text{DBO5}/\text{DQO}) > 0.5$, aguas consideradas biodegradables se debe la presencia de desechos de tipo: madera, hojas, ramas, excremento.

- **Primera campaña:**

1) $3/2 = 1.5$

- **Segunda campaña:**

2) $2.1/21.31 = 0.0985$

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios se observa, según los datos normales de los parámetros climáticos principales dados por la ONAMET, que en la zona, en el periodo que hay mayor precipitación es en los meses de mayo y agosto, con valores de precipitación de 253.5 y 267.8 mm, respectivamente. Los valores de temperatura son mayores en los meses de julio y agosto con valores de 29.6 °C, para ambos casos, siendo estos los más calurosos de todos. La temperatura mínima ocurre en los meses de enero y febrero con un valor de 18.7 °C.

La calidad de las aguas superficiales y subterráneas del área estudiada no es apta para consumo, excepto el pozo de la iglesia el cual presenta valores aceptables por la norma ambiental, aunque en éste, el parámetro físico-químico del nitrato de la segunda muestra excede 5mg/l por encima de la norma, aun así, es considerable. Por lo tanto, en los demás puntos muestreados, los resultados bacteriológicos reflejan una alta contaminación, indicando que estas aguas son inadecuadas para consumo humano o animal. De igual modo, los valores obtenidos de la DBO y DQO en la primera campaña, el nivel de contaminación de las aguas no es tan elevado, observando que en la segunda muestra se incrementó el grado por lo que de acuerdo a las normas ambientales ambos análisis están dentro de los límites establecidos. De igual forma, los parámetros físico-químicos de los puntos mencionados están dentro de los límites.

Por otro lado, la zona objeto de estudio está dentro de la subcuenca del río Boyá, el cual a su vez forma parte de la cuenca del río Ozama. El río más próximo al distrito municipal de Boyá es el arroyo Hicaco, el cual cuenta con una longitud de 6.5 km. Nace en Loma Colorada y desemboca en el río Boyá a unos 80 m.s.n.m. Los terrenos volcánicos y volcano-sedimentarios cretácicos ocupan la mayor superficie y constituyen el armazón de los principales relieves. El modelado de los relieves y el trazado de la red hidrográfica están condicionados por la naturaleza de las formaciones geológicas y, más profundamente aún, por la fracturación NO-SE.

De acuerdo a los resultados adquiridos, se observa que hay un impacto causado en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en el Distrito Municipal de Boyá debido a existencia del vertedero, el cual provoca una alta contaminación a causa de todos los desechos depositados y por escorrentía, se ha formado una laguna de

lixiviados la que contribuye grandemente a la contaminación ambiental, al estar próxima al arroyo Hicaco. Los efectos principales causan enfermedades como:

- Infecciones vaginales
- Escabiosis.
- Tineas corporis.
- Fiebre tifoidea.

Recomendaciones

- Reubicar el vertedero a una zona que no afecte las fuentes superficiales y subterráneas y al medio ambiente, que esté lo más alejado posible del municipio, tomando en consideración los niveles freáticos para la construcción.
- Administrar y darle un buen uso al terreno y un buen manejo a los desechos que se manejen de la comunidad. Se debe accionar este proyecto de manera inmediata.
- Realizar análisis sistemático, creando una red de monitoreo de calidad de las aguas del arroyo Hicaco y los pozos con el objetivo de mantener actualizados la variación los niveles en la zona de estudios.
- Construir pozos de observación de niveles piezométricos para conocer los mismos en la zona ya que actualmente no se cuenta con estos datos.
- Por parte de las autoridades competentes, realizar campañas publicitarias de concientización a la población con respecto a las condiciones de las aguas del arroyo Hicaco y los pozos para que la población tenga el conocimiento de dichas condiciones.
- Monitorear y concientizar a los dueños de fincas que quedan alrededor de las fuentes superficiales, a nivel municipal y provincial, para que sus actividades sean sostenibles y no contaminen los recursos hídricos y reubiquen sus actividades pecuarias desarrolladas alrededor de las orillas de los ríos porque estos son otros de los causantes de la contaminación.
- Desarrollar un plan de concientización o educación ambiental sobre la clasificación de los desechos sólidos para todos los ciudadanos y así las futuras generaciones cuiden más su medio ambiente y sus fuentes hídricas.

- Crear un proyecto o programa para tratar la laguna de lixiviados del vertedero.
- Crear sistemas de alcantarillados sanitarios con tanques sépticos que tengan un buen mantenimiento.

Bibliografía:

Agramonte, Matos y Rojas (2016). Hidrogeología e Hidrogeoquímica del Distrito Municipal de Boyá, Provincia Monte Plata.

Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniería en Geología.

agroambient. (s. f). El ciclo del agua en la comunitat Valencia. s.f, de agroambient
Sitio web:

http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/2/2_5_1/index.html

Antúnez, B., Rivera, D. y Rodríguez. (2013, 1-5 de abril). Estudio del impacto de las aguas subterráneas y superficiales, suelo y aire provocado por el vertedero municipal de Camagüey. *XI congreso cubano de informática y geociencias (GEOINFO)*. De

http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Antunez_Batista_GINF4-P6.pdf

Autoridad Nacional del Ambiente. (2013). Las aguas subterráneas de Las aguas subterráneas de LA REGIÓN DEL ARCO SECO LA REGIÓN DEL ARCO SECO y la importancia de su conservación y la importancia de su conservación. República de Panamá: Novo Art, S.A.

Bush, Larry y Schmidt Charles. (2018). Infecciones por Pseudomonas. s. F, de MANUAL MSD Sitio web: <https://www.msmanuals.com/es-do/hogar/infecciones/infecciones%20bacterianas/infecciones-por-pseudomonas>

Castaño, S. (s. f.). Vertederos e impacto sobre las aguas subterráneas. Instituto Geológico y Minero de España. De
<http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.4/2495/1/Casta%C3%B1o-Vertederos.pdf>

Carbotecnia. (2014). pH del Agua. Octubre 3, 2014, de Carbotecnia Sitio web: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>

Correa, Alejandra. (s. f.). Vertederos . Sitio web:

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/medidores/vertederos/vertederos.html>

División CIMCOOL. (Noviembre,2004). ¿Qué es la demanda bioquímica de oxígeno y por qué es importante?. CIMCOOL®, 1, 1.

INVEMAR - Andrés, José Benito. (Julio de 2003). MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y CONTAMINANTES MARINOS. Santa Marta, DTCH : Cargraphics - Impresión Digital.

Encarnación, M. (2008). Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos, adaptación para su informatización utilizando técnicas difusas y su aplicación en vertederos de Andalucía.

Tesis para optar al grado de Doctor por la Universidad de Granada, Andalucía.

Envirosoil. (2018). Agua subterráneas: su relación con las aguas superficiales. 16 enero 2018, de Envirosoil ingeniería y obras ambientales Sitio web:

<https://www.envirosoil.es/agua-subterraneeas-su-relacion-con-las-aguas-superficiales/>

García (2012). Evaluación la calidad del agua en las fuentes superficiales y subterráneas del Valle de Constanza y la subcuenca del río Tiro y su riesgo a la salud de la población.

Gonzales Figueroa, (2000). Estudio De Investigación De La Calidad Del Agua Envasada En Funditas Plásticas Comercializadas En El Distrito Nacional. Tesis para la obtención del grado Licenciatura en Farmacia Mención Industrial, Farmaceutica.

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI (2012).

Lenntech. (2018). Nitratos. Julio 2018, de Lenntech BV Sitio web:

<https://www.lenntech.es/nitratos.htm#Descripci%F3n>

López, Fornés, Ramos y Villaroya (2009).

Ojeda, R (2005). Evaluación preliminar del impacto sobre las aguas subterráneas y superficiales del área de influencia directa del vertedero de residuos sólidos del municipio de Arauca y propuesta de recuperación paisajista del mismo. De Trabajo de grado modalidad investigación presentado como requisito para optar al título de ingeniera ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Sede Arauca. De

<http://www.bdigital.unal.edu.co/10516/1/EVALUACION%20PRELIMINAR%20DEL%20IMPACTO%20SOBRE%20LAS%20AGUAS%20SUBTERRANEAS%20Y%20SUPERFICIALES%20DEL%20%20AREA%20DE%20INFLUENCIA.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2018). E. coli. Febrero 7, 2018, de OMS Sitio web: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

Secretaría de Estado De Medio Ambiente Y Recursos Naturales. (2003). Norma Ambiental Sobre Calidad Del Agua Y Control De Descargas. Santo Domingo: Buho.

ANEXO I

**ANÁLISIS BACTEREOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS, DBO5 Y DQO POR EL
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
(INAPA)**



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO



LOCALIZACION		No. ANÁLISIS: 5057-06-18
PROVINCIA: MONTE PLATA		REMITIDA POR: SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
MUNICIPIO: SABANA GRANDE DE BOYA		RECOLECTADO POR: CECILIA PRADELLA
SECCION: _____		CLASIFICACION: AGUA SUPERFICIAL
PARAJE: _____		CLASE DE TRATAMIENTO: _____
LUGAR: HICACO ARRIBA		PUNTO DE CHEQUEO: (2)
ACUEDUCTO: _____		COLOR RESIDUAL: _____
FECHA DE RECOLECCION: 28/06/2018		HORA DE RECOLECCION: 12: 00
FECHA INICIO DE ANÁLISIS: 28/06/2018		HORA DE INICIO ANÁLISIS: 17: 25
COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.51 N, 69.47 W		
DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS		
COLIFORMES TOTALES: (NMP/100 mL)	NIVEL DETECTADO	SENSIBILIDAD DEL MÉTODO
COLIFORMES FECALES: (NMP/100 mL)	5 400	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
ESCHERICHIA COLI: (NMP/100 mL)	1 100	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
PSEUDOMONA SP: AUSENTE/PRESENTE	AUSENTE	
Parámetros In Situ: Temperatura : 24,63 °C pH : 7,48		
Los resultados indicados en este informe, se refieren exclusivamente a la (s) muestra (s) analizada (s).		
MÉTODO DE ANÁLISIS: TUBOS MÚLTIPLES, SEGÚN LA 22ª EDICION DE LOS METODOS ESTANDAR.		
OBSERVACION: SEGÚN RESULTADO DE ANÁLISIS ESTA MUESTRA PRESENTA CONTAMINACION.		
Responsable Bacteriología		Encargado del Laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS

INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA

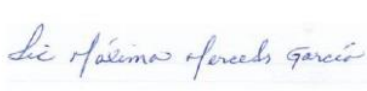

LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

LOCALIZACION		No. ANÁLISIS: 5056-06-18
PROVINCIA: MONTE PLATA		REMITIDA POR: SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
MUNICIPIO: SABANA GRANDE DE BOYA		RECOLECTADO POR: CECILIA PRADELLA
SECCION:		CLASIFICACION: AGUA SUPERFICIAL
PARAJE:		CLASE DE TRATAMIENTO:
LUGAR: ARROYO HICACO CENTRO		PUNTO DE CHEQUEO: 1
ACUEDUCTO:		COLORO RESIDUAL:
FECHA DE RECOLECCION: 28/06/2018		HORA DE RECOLECCION: 11: 00
FECHA INICIO DE ANÁLISIS: 28/06/2018		HORA DE INICIO ANÁLISIS: 17: 20
COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.75 N, 69.7 W		
DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS	NIVEL DETECTADO	SENSIBILIDAD DEL MÉTODO
COLIFORMES TOTALES: (NMP/100 mL)	1 300	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
COLIFORMES FECALES: (NMP/100 mL)	1 300	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
ESCHERICHIA COLI: (NMP/100 mL)	490	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
PSEUDOMONA SP: AUSENTE/PRESENTE	AUSENTE	
Parámetros In Situ: Temperatura : 20,16 °C pH : 7,67		
Los resultados indicados en este informe, se refieren exclusivamente a la (s) muestra (s) analizada (s).		
MÉTODO DE ANÁLISIS: TUBOS MÚLTIPLES, SEGÚN LA 22ª EDICION DE LOS METODOS ESTANDAR.		
OBSERVACION: SEGÚN RESULTADO DE ANÁLISIS ESTA MUESTRA PRESENTA CONTAMINACION.		
 Responsable Bacteriología		 Encargado del Laboratorio





INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA

LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

LOCALIZACION		No. ANÁLISIS:	5058-06-18
PROVINCIA:	<u>MONTE PLATA</u>	REMITIDA POR:	<u>SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL</u>
MUNICIPIO:	<u>SABANA GRANDE DE BOYA</u>	RECOLECTADO POR:	<u>CECILIA PRADELLA</u>
SECCION:		CLASIFICACION:	<u>AGUA SUPERFICIAL</u>
PARAJE:		CLASE DE TRATAMIENTO:	
LUGAR:	<u>ARROYO HICACO ABAJO</u>	PUNTO DE CHEQUEO:	<u>(3)</u>
ACUEDUCTO:		CLORO RESIDUAL:	
FECHA DE RECOLECCION: <u>28/06/2018</u>		HORA DE RECOLECCION: <u>12: 45</u>	
FECHA INICIO DE ANÁLISIS: <u>28/06/2018</u>		HORA DE INICIO ANÁLISIS: <u>17: 30</u>	
COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.50 N, 69.46 W			
DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS		NIVEL DETECTADO	SENSIBILIDAD DEL MÉTODO
COLIFORMES TOTALES: (NMP/100 mL)		9 200	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
COLIFORMES FECALES: (NMP/100 mL)		9 200	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
ESCHERICHIA COLI: (NMP/100 mL)		9 200	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
PSEUDOMONA SP: AUSENTE/PRESENTE		AUSENTE	
Parámetros In Situ: Temperatura : 25,37 °C pH : 7,14			
Los resultados indicados en este informe, se refieren exclusivamente a la (s) muestra (s) analizada (s).			
MÉTODO DE ANÁLISIS: TUBOS MÚLTIPLES, SEGÚN LA 22ª EDICION DE LOS METODOS ESTANDAR.			
OBSERVACION: SEGÚN RESULTADO DE ANÁLISIS ESTA MUESTRA PRESENTA CONTAMINACION.			
			
Responsable Bacteriología		Encargado del Laboratorio	



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

LOCALIZACION	No. ANÁLISIS: 5059-06-18	
PROVINCIA: MONTE PLATA	REMITIDA POR: SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL	
MUNICIPIO: SABANA GRANDE DE BOYA	RECOLECTADO POR: CECILIA PRADELLA	
SECCION:	CLASIFICACION: AGUA SUBTERRANEA	
PARAJE:	CLASE DE TRATAMIENTO:	
LUGAR: HOSPITAL	PUNTO DE CHEQUEO: (4)	
ACUEDUCTO:	COLORO RESIDUAL:	
FECHA DE RECOLECCION: 28/06/2018	HORA DE RECOLECCION: 13: 14	
FECHA INICIO DE ANÁLISIS: 28/06/2018	HORA DE INICIO ANÁLISIS: 17: 35	
COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.50 N, 69.46 W		
DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS	NIVEL DETECTADO	SENSIBILIDAD DEL MÉTODO
COLIFORMES TOTALES: (NMP/100 mL)	> 1 600	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
COLIFORMES FECALES: (NMP/100 mL)	> 1 600	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
ESCHERICHIA COLI: (NMP/100 mL)	1 600	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
PSEUDOMONA SP: AUSENTE/PRESENTE	PRESENTE	
Parámetros In Situ: Temperatura : 30,09 °C pH : 6,58		
Los resultados indicados en este informe, se refieren exclusivamente a la (s) muestra (s) analizada (s).		
MÉTODO DE ANÁLISIS: TUBOS MÚLTIPLES, SEGÚN LA 22ª EDICION DE LOS METODOS ESTANDAR.		
OBSERVACION: SEGÚN RESULTADO DE ANÁLISIS ESTA MUESTRA PRESENTA CONTAMINACION.		
 Responsable Bacteriología		 Encargado del Laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS

INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA

LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

LOCALIZACION	No. ANÁLISIS: 5060-06-18
PROVINCIA: MONTE PLATA	REMITIDA POR: SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
MUNICIPIO: SABANA GRANDE DE BOYA	RECOLECTADO POR: CECILIA PRADELLA
SECCION: _____	CLASIFICACION: AGUA SUBTERRANEA
PARAJE: _____	CLASE DE TRATAMIENTO: _____
LUGAR: IGLESIA	PUNTO DE CHEQUEO: (5)
ACUEDUCTO: _____	COLORO RESIDUAL: _____

FECHA DE RECOLECCION: 28/06/2018 HORA DE RECOLECCION: 13: 30
FECHA INICIO DE ANÁLISIS: 28/06/2018 HORA DE INICIO ANÁLISIS: 17: 40
COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.50 N, 69.46 W

DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS	NIVEL DETECTADO	SENSIBILIDAD DEL MÉTODO
COLIFORMES TOTALES: (NMP/100 mL)	< 1,8	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
COLIFORMES FECALES: (NMP/100 mL)	N.A	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
ESCHERICHIA COLI: (NMP/100 mL)	N.A	A PARTIR DE 1,8 NMP/100 mL
PSEUDOMONA SP: AUSENTE/PRESENTE	AUSENTE	

Parámetros In Situ:
Temperatura : 22,86 °C
pH : 5,14

Los resultados indicados en este informe, se refieren exclusivamente a la (s) muestra (s) analizada (s).

MÉTODO DE ANÁLISIS: TUBOS MÚLTIPLES, SEGÚN LA 22ª EDICION DE LOS METODOS ESTANDAR.

OBSERVACION: SEGÚN RESULTADO DE ANÁLISIS ESTA MUESTRA NO PRESENTA CONTAMINACION.

Responsable Bacteriología



Encargado del Laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA GENERAL
FÍSICO-QUÍMICO-MICROBIOLÓGICO-PLANKTON

Laboratorio de: INAPA No.: 5057-06-18
Muestra procedente: Recolectado por: CECILIA PRADELLA
Provincia: MONTE PLATA Fecha: 28/06/2018
Municipio: SABANA GRANDE DE BOYA Hora: 12:00
Seccion: Fecha de análisis: 29/06/2018
Paraje: Solicitado por: SERVICIO GEOLOGICO
Lugar: ARROYO HICACO ARRIBA NACIONAL (SGN)
CLASIFICACION: AGUA SUPERFICIAL (COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.51N, 69.47W) (2)

Determinaciones Físico - Química	Análisis	Normas	Determinaciones Microbiológicas	Nivel Detectado	Sensibilidad del Método
Turbidez Unid.	-	5-25 (a) (b)	Coli.Totales		A partir de 3 NMP/100ML
Color Und.	-	5,-50 (a) (b)	NMP/100ML		
pH	-	6,5-9,2	Coli. Fecales		A partir de 3 NMP/100ML
Olor	-	Ninguno	NMP/100ML		
Temperatura Analisis °C	25,0		Echerichia Coli		
Cloro Residual	-	0,21-1,0 (a) (b)	Presencia/Ausencia		
Solidos Totales	-	500-1500 (a) (b)	Pseudomonas		
CO ₂	-		Presencia/Ausencia		
Calcio (CaCO ₃)	-	187,5-500 (a) (b)	Conteo M. F.		
Magnesio (CaCO ₃)	-	125-160 (a) (b)			
Hierro Total (Fe)	-	0,1-1,0 (a) (b)			
Manganeso (Mn)	-	0,05-0,5 (a) (b)			
Sodio (Na) Calc.	-				
Carbonatos (CaCO ₃)	-				
Bicarbonatos (CaCO ₃)	-				
Sulfatos (SO ₄)	-	200-400 (a) (b)			
Cloruros (Cl ⁻)	-	200-600 (a) (b)			
Fluoruros (F ⁻)	-	0,6-1,7 (a) (b)			
Nitratos (No ₃)	0,44	45			
Dureza Total (CaCO ₃)	-	100 500 (a) (b)			
Dureza Carbonato	-	300			
Alcalinidad (F)	-				
Alcalinidad Total	-	400			

(a) Admisible
(b) Permisible

Resultados expresados p.p.m. o mg/L excepto Turbiedad, color pH y Olor

Responsable Físico Químico



Encargado del Laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA GENERAL
FÍSICO-QUÍMICO-MICROBIOLÓGICO-PLANKTON

Laboratorio de: INAPA No.: 5056-06-18
Muestra procedente: Recolectado por: CECILIA PRADELLA
Provincia: MONTE PLATA Fecha: 28/06/2018
Municipio: SABANA GRANDE DE BOYA Hora: 11:00
Seccion: Fecha de análisis: 29/06/2018
Paraje: Solicitado por: SERVICIO GEOLOGICO
Lugar: ARROYO HICACO CENTRO NACIONAL (SGN)
CLASIFICACION: AGUA SUPERFICIAL (COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.75N, 69.7W) (1)

Determinaciones Físico - Química	Análisis	Normas	Determinaciones Microbiológicas	Nivel Detectado	Sensibilidad del Método
Turbidez Unid.	-	5-25 (a) (b)	Coli.Totales NMP/100ML		A partir de 3 NMP/100ML
Color Und.	-	5,-50 (a) (b)			
pH	-	6,5-9,2	Coli. Fecales NMP/100ML		A partir de 3 NMP/100ML
Olor	-	Ninguno			
Temperatura Analisis °C	25,0		Echerichia Coli Presencia/Ausencia		
Cloro Residual	-	0,21-1,0 (a) (b)			
Solidos Totales	-	500-1500 (a) (b)	Pseudomonas Presencia/Ausencia		
CO ₂	-				
Calcio (CaCO ₃)	-	187,5-500 (a) (b)	Conteo M. F.		
Magnesio (CaCO ₃)	-	125-160 (a) (b)			
Hierro Total (Fe)	-	0,1-1,0 (a) (b)	OTROS ENSAYOS		
Manganeso (Mn)	-	0,05-0,5 (a) (b)	Estabilidad del Agua (Índice de Langelier)		
Sodio (Na) Calc.	-		A	°C	pHa pHs. IS
Carbonatos (CaCO ₃)	-				
Bicarbonatos (CaCO ₃)	-				
Sulfatos (SO ₄)	-	200-400 (a) (b)	Parámetros In Situ:		
Cloruros (Cl ⁻)	-	200-600 (a) (b)	Temperatura		: 24,14 °C
Fluoruros (F ⁻)	-	0,6-1,7 (a) (b)	pH		: 7,67
Nitratos (No ₃)	2,0	45			
Dureza Total (CaCO ₃)	-	100 500 (a) (b)			
Dureza Carbonato	-	300	DQO		: < 3 mg/L
Alcalinidad (F)	-		DBO ₅		: > 2 mg/L
Alcalinidad Total	-	400			

(a) Admisible
(b) Permissible

Resultados expresados p.p.m. o mg/L excepto Turbiedad, color pH y Olor

Responsable Físico Químico



Encargado del Laboratorio

Calle Guarocuya, Edif. INAPA, Centro Comercial El Millón, Santo Domingo, Rep. Dom., Apartado 1503

Telefono: 809-567-1241



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA GENERAL
FÍSICO-QUÍMICO-MICROBIOLÓGICO-PLANKTON

Laboratorio de:	INAPA	No.:	5058-06-18
Muestra procedente:		Recolectado por:	CECILIA PRADELLA
Provincia:	MONTE PLATA	Fecha:	28/06/2018
Municipio:	SABANA GRANDE DE BOYA	Hora:	12: 45
Seccion:		Fecha de análisis:	29/06/2018
Paraje:		Solicitado por:	SERVICIO GEOLOGICO
Lugar:	ARROYO HICACO ABAJO		NACIONAL (SGN)
CLASIFICACION:	AGUA SUPERFICIAL	(COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.50N, 69.46W) (3)	

Determinaciones Físico - Química	Análisis	Normas	Determinaciones Microbiológicas	Nivel Detectado	Sensibilidad del Método
Turbidez Unid.	-	5-25 (a) (b)	Coli.Totales		A partir de 3
Color Und.	-	5,-50 (a) (b)	NMP/100ML		NMP/100ML
pH	-	6,5-9,2	Coli. Fecales		A partir de 3
Olor	-	Ninguno	NMP/100ML		NMP/100ML
Temperatura Analisis °C	25,0		Echerichia Coli		
Cloro Residual	-	0,21-1,0 (a) (b)	Presencia/Ausencia		
Solidos Totales	-	500-1500 (a) (b)	Pseudomonas		
CO ₂	-		Presencia/Ausencia		
Calcio (CaCO ₃)	-	187,5-500 (a) (b)	Conteo M. F.		
Magnesio (CaCO ₃)	-	125-160 (a) (b)			
Hierro Total (Fe)	-	0,1-1,0 (a) (b)	OTROS ENSAYOS		
Manganeso (Mn)	-	0,05-0,5 (a) (b)	Estabilidad del Agua (Índice de Langelier)		
Sodio (Na) Calc.	-		A	°C	pHa pHs. IS
Carbonatos (CaCO ₃)	-				
Bicarbonatos (CaCO ₃)	-				
Sulfatos (SO ₄)	-	200-400 (a) (b)	Parámetros In Situ:		
Cloruros (Cl=)	-	200-600 (b) (a)	Temperatura		: 25,37 °C
Fluoruros (F ⁻)	-	0,6-1,7 (a) (b)	pH		: 7,14
Nitratos (No ₃)	-	45			
Dureza Total (CaCO ₃)	3,0	100 500 (a) (b)			
Dureza Carbonato	-	300	DBO		: < 3 mg/L
Alcalinidad (F)	-		DBO ₅		: > 2 mg/L
Alcalinidad Total	-	400			

(a) Admisible
 (b) Permissible

Resultados expresados p.p.m. o mg/L excepto Turbiedad, color pH y Olor

Marco Rodríguez

Responsable Físico Químico



Encargado del Laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA GENERAL
FÍSICO-QUÍMICO-MICROBIOLÓGICO-PLANKTON

Laboratorio de:	INAPA	No.:	5059-06-18
Muestra procedente:		Recolectado por:	CECILIA PRADELLA
Provincia:	MONTE PLATA	Fecha:	28/06/2018
Municipio:	SABANA GRANDE DE BOYA	Hora:	13: 14
Seccion:		Fecha de análisis:	29/06/2018
Paraje:		Solicitado por:	SERVICIO GEOLOGICO
Lugar:	HOSPITAL		NACIONAL (SGN)
CLASIFICACION:	AGUA SUBTERRANEA	(COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.50N, 69.46W) (4)	

Determinaciones Físico - Química	Análisis	Normas	Determinaciones Microbiológicas	Nivel Detectado	Sensibilidad del Método
Turbidez Unid.	-	5-25 (a) (b)	Coli. Totales NMP/100ML		A partir de 3 NMP/100ML
Color Und.	-	5,-50 (a) (b)			
pH	-	6,5-9,2	Coli. Fecales NMP/100ML		A partir de 3 NMP/100ML
Olor	-	Ninguno			
Temperatura Analisis °C	25,0				
Cloro Residual	-	0,21-1,0 (a) (b)	Echerichia Coli Presencia/Ausencia		
Solidos Totales	-	500-1500 (a) (b)	Pseudomonas Presencia/Ausencia		
CO ₂	-				
Calcio (CaCO ₃)	-	187,5-500 (a) (b)	Conteo M. F.		
Magnesio (CaCO ₃)	-	125-160 (a) (b)			
Hierro Total (Fe)	-	0,1-1,0 (a) (b)	OTROS ENSAYOS		
Manganeso (Mn)	-	0,05-0,5 (a) (b)	Estabilidad del Agua (Índice de Langelier)		
Sodio (Na) Calc.	-		A	°C	pHa pHs. IS
Carbonatos (CaCO ₃)	-				
Bicarbonatos (CaCO ₃)	-				
Sulfatos (SO ₄)	-	200-400 (a) (b)	Parámetros In Situ:		
Cloruros (Cl=)	-	200-600 (b) (a)	Temperatura		: 30,09 °C
Fluoruros (F-)	-	0,6-1,7 (a) (b)	pH		: 6,58
Nitratos (No ₃)	7,0	45			
Dureza Total (CaCO ₃)	-	100 500 (a) (b)			
Dureza Carbonato	-	300	DBO		: < 3 mg/L
Alcalinidad (F)	-		BQO ₅		: > 2 mg/L
Alcalinidad Total	-	400			

(a) Admisible
(b) Permisible

Resultados expresados p.p.m. o mg/L excepto Turbiedad, color pH y Olor

Responsable Físico Químico



Encargado del Laboratorio

Calle Guarocuya, Edif. INAPA, Centro Comercial El Millón, Santo Domingo, Rep. Dom., Apartado 1503
Teléfono: 809-567-1241



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
INAPA
DIRECCION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA
ING. MARCO RODRIGUEZ
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA GENERAL
FISICO-QUÍMICO-MICROBIOLÓGICO-PLANKTON

Laboratorio de:	INAPA	No.:	5060-06-18
Muestra procedente:		Recolectado por:	CECILIA PRADELLA
Provincia:	MONTE PLATA	Fecha:	28/06/2018
Municipio:	SABANA GRANDE DE BOYA	Hora:	13: 30
Seccion:		Fecha de análisis:	29/06/2018
Paraje:		Solicitado por:	SERVICIO GEOLOGICO
Lugar:	IGLESIA		NACIONAL (SGN)
CLASIFICACION:	AGUA SUBTERRANEA	(COORDENADAS GEOGRAFICAS: 18.50N, 69.46W) (5)	

Determinaciones Físico - Química	Análisis	Normas	Determinaciones Microbiológicas	Nivel Detectado	Sensibilidad del Método
Turbidez Unid.	-	5-25 (a) (b)	Coli. Totales		A partir de 3
Color Und.	-	5,-50 (a) (b)	NMP/100ML		NMP/100ML
pH	-	6,5-9,2	Coli. Fecales		A partir de 3
Olor	-	Ninguno	NMP/100ML		NMP/100ML
Temperatura Analisis °C	25,0		Echerichia Coli		
Cloro Residual	-	0,21-1,0 (a) (b)	Presencia/Ausencia		
Solidos Totales	-	500-1500 (a) (b)	Pseudomonas		
CO ₂	-		Presencia/Ausencia		
Calcio (CaCO ₃)	-	187,5-500 (a) (b)	Conteo M. F.		
Magnesio (CaCO ₃)	-	125-160 (a) (b)			
Hierro Total (Fe)	-	0,1-1,0 (a) (b)	OTROS ENSAYOS		
Manganeso (Mn)	-	0,05-0,5 (a) (b)	Estabilidad del Agua (Índice de Langelier)		
Sodio (Na) Calc.	-		A	°C	pHa pHs. IS
Carbonatos (CaCO ₃)	-				
Bicarbonatos (CaCO ₃)	-				
Sulfatos (SO ₄)	-	200-400 (a) (b)	Parámetros In Situ:		
Cloruros (Cl ⁻)	-	200-600 (b)	Temperatura		: 27,86 °C
Fluoruros (F ⁻)	-	0,6-1,7 (a) (b)	pH		: 5,14
Nitratos (No ₃)	8,0	45			
Dureza Total (CaCO ₃)	-	100 500 (a) (b)			
Dureza Carbonato	-	300	DBO		: < 3 mg/L
Alcalinidad (F)	-		BQO5		: > 2 mg/L
Alcalinidad Total	-	400			

(a) Admisible
 (b) Permisible

Resultados expresados p.p.m. o mg/L excepto Turbiedad, color pH y Olor

Marco Rodríguez

Responsable Físico Químico



Encargado del Laboratorio

ANEXO II

ANÁLISIS BACTEREOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS, DBO5 Y DQO POR LA CORPORACIÓN DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTO DOMINGO (CAASD)