

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**



**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA
Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS AGUAS DEL
MORICHAL LA POZA, CUENCA MEDIA, DURANTE EL
PERIODO DE LLUVIA, 2017; SECTOR GRADOCA,
PARROQUIA JOSÉ ANTONIO PÁEZ, MUNICIPIO HERES,
ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LOS BACHILLERES
JOSÉ GREGORIO
LOZADA E IRANYELIS
GÓMEZ PARA OPTAR AL
TÍTULO DE GEÓLOGO E
INGENIERO GEÓLOGO
RESPECTIVAMENTE**

CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DE 2018



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado “**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL MORICHAL LA POZA, CUENCA MEDIA, SECTOR GRADOCA, PARROQUIA JOSÉ ANTONIO PÁEZ, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**”, presentado por los bachilleres **JOSÉ GREGORIO LOZADA Y IRANYELIS GÓMEZ**, portadores de la cedula de identidad: **20.772.130** y **21.007.822** respectivamente, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres y Apellidos:

Firma:

Profesor Enrique Acosta
(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Prof. Rosario Rivadulla
Jefe de Departamento de Geología

Prof. Javier Ramos
Jefe dpto de Ing. geológica

Prof. Francisco Monteverde
Director de escuela de Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, de 2018

DEDICATORIA

Este trabajo ha sido el producto de esfuerzos y sacrificios durante varios años de mi carrera como estudiante, por eso se lo dedico primeramente a Dios por acompañarme en cada paso y permitirme cumplir esta meta.

A mi madre Rosa Luces y a mi abuela Esther Jiménez por su dedicación y apoyo incondicional. Mi hijo Fabrizio Lozada por ser motivo de lucha e inspiración.

A Mi esposa Iranyelis Gómez por su apoyo y comprensión.

A mis hermanos José Miguel Lozada y Carlos Gaskin por su apoyo incondicional.

José Lozada

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por acompañarme en cada paso a lo largo de este trayecto y permitirme cumplir esta meta.

A mi madre Yuleima Alvillar y a mi abuela Lina García por su dedicación y apoyo incondicional. Mi hijo Fabrizio Lozada por ser motivo de lucha e inspiración.

A mi padre José Gómez por su amor dedicación y por ser ejemplo de superación. Mi esposo José Lozada por su apoyo.

A mis hermanas Miliangi Gómez y Roleysys Reina por su apoyo incondicional y a mis tías y tíos que me acompañaron a lo largo de este trayecto.

Iranyelis Gómez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales y abrirnos las puertas al campo laboral. Del mismo modo agradecemos a los profesores que con su tiempo y conocimiento nos ayudaron a adquirir conocimientos propios.

Agradecidos con el instituto de geología y minas INGEOMIN Región Guayana por b brindarnos la oportunidad de adquirir conocimiento y experiencia laboral.

A nuestro asesor académico, profesor y amigo Enrique Acosta, por su dedicación, tiempo, enseñanza y esfuerzo que son de gran ayuda para el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

Se realizó la caracterización físicoquímica y bacteriológica de las aguas de la cuenca media del morichal La Poza, en época de lluvias, ubicada hacia el sur del estado Bolívar, sector Gradoca, Parroquia José Antonio Páez. El proyecto fue concebido, bajo un diseño documental y de campo. El aspecto documental comprendió la revisión y comparación de los resultados obtenidos, con los valores reportados por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR), en la gaceta oficial 5021, referente a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y Vertidos Efluentes Líquidos (1995)”, el decreto N° 883 (1995); el Índice de Calidad del Agua (ICA), se estableció mediante la tabla del The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003. La parte de campo comprendió la caracterización geológica de la cuenca. En la cuenca se observaron dos unidades litológicas principales: la Formación Mesa y los sedimentos recientes. La Formación Mesa cubre el 80 % del área y está constituida por 2 capas de sedimentos no consolidados; una capa superior de color generalmente rojizo y la otra capa inferior que está menos afectada por la lixiviación y presenta estratos de limo arcillas y arenas de tonos claros. La segunda unidad consta de aluviones sobre las llanuras de inundación de los meandros del morichal, constituidos mayormente por sedimentos areno-limosos. Durante los recorridos, de la cuenca, también se recolectaron cuatro (4) muestras de agua; a las cuales se les practicaron análisis físico-químicos y bacteriológicos de turbidez, temperatura, Ph, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto (OD), sólidos totales, sulfuros, nitratos, coliformes totales y fecales; con el fin de obtener valores, que determinasen la calidad del agua. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de GEOCIENCIAS. Los valores determinados del Índice de Calidad de las Aguas (ICA), del morichal La Poza, oscilaron entre 48.72, en la estación más cercana a las nacientes (Estación N° 1) y 30.21 en la estación más próxima a la desembocadura (Estación N° 4). De acuerdo con la clasificación de NSF International, 2003; esta agua se clasifica como mala y 1-C, Según el decreto N° 883 (1995); Si se quiere dar uso a estas aguas, se recomienda primeramente, tratadas por procesos de potabilización no convencionales.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación objeto de estudio	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	5
1.4 Alcance de la investigación	6
1.5 Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II	7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación y acceso	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Características físico naturales del área de estudio	9
2.3.1 Temperatura media	10
2.3.2 Humedad relativa	10
2.3.3 Viento	11
2.3.4 Precipitación	11
2.4 Vegetación	11
2.4.1 Vegetación de bosques de galería	11
2.4.2 Vegetación de sabanas con Chaparros	12
2.5 Geomorfología	12
2.6 Geología regional	14
2.6.1 Provincia Geológica de Imataca	14
2.6.2 Formación Mesa	17

CAPÍTULO III.....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
3.1 Antecedentes de la investigación.....	19
3.2 Definición de términos básicos.....	20
3.2.1 Cuenca.....	20
3.2.2 Mapa geológico.....	20
3.2.3 Calidad de agua.....	20
3.2.4 Parámetros que determinan la calidad del agua.....	21
3.2.4.1 Parámetros físicos.....	22
3.2.4.2 Parámetros químicos.....	23
3.2.5 Clasificación del agua.....	25
3.2.5.1 Tipo 1.....	25
3.2.5.2 Tipo 2 Aguas destinadas a usos agropecuarios.....	26
3.2.5.3 Tipo 3.....	26
3.2.5.4 Tipo 4.....	26
3.2.5.5 Tipo 5.....	27
3.2.5.6 Tipo 6.....	27
3.2.5.7 Tipo 7.....	27
3.2.6 Criterios para la clasificación de las aguas, así como los niveles de calidad exigibles de acuerdo con los usos a que se destinen.....	27
3.2.5 Índice de calidad del agua (ICA).....	31
CAPÍTULO IV.....	34
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	34
4.1 Tipo de investigación.....	34
4.1.1 Investigación analítica.....	34
4.1.2 Investigación descriptiva.....	34
4.2 Diseño de la investigación.....	35
4.2.1 Investigación documental.....	35
4.2.2 Investigación de campo.....	36
4.3 Población de la investigación.....	36
4.4 Muestra de la investigación.....	37
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	37
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos.....	38
4.6 Etapas de la investigación.....	38
4.6.1 Etapa I Revisión documental y cartográfica.....	39
4.6.1.1 Revisión documental.....	40
4.6.1.2 Revisión cartográfica.....	40
4.6.2 Identificación de las unidades litológicas.....	40
4.6.2.1 Reconocimiento del área.....	40

4.6.3	Análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las muestras de agua del morichal La Poza	42
4.6.3.1	Levantamiento con GPS de la cuenca del morichal La Poza	43
4.6.4	Determinación de la calidad de las aguas del morichal La Poza.....	44
4.6.4.1	Determinación de las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas del morichal La Poza.....	45
4.6.5	Elaboración del mapa de ICA de la Cuenca del Morichal La Poza	48
4.6.6	Interpretación de los resultados	48
4.6.6.1	Conclusiones y recomendaciones	49
4.6.6.2	Redacción del informe final	49
CAPÍTULO V		50
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		50
5.1	Identificación de las unidades litológicas presentes en la cuenca del Morichal La Poza, mediante el reconocimiento geológico de superficie.....	50
5.1.1	Formación Mesa	50
5.1.2	Sedimentos recientes	51
5.2	Análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas del Morichal La Poza, mediante análisis de laboratorio	51
5.2.1	Parámetros físicos	52
5.2.1.1	Turbidez.....	53
5.2.1.2	Temperaturas	53
5.2.2	Parámetros químicos	54
5.2.2.1	PH.....	54
5.2.2.2	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5,20	54
5.2.2.3	Oxígeno disuelto (OD)	55
5.2.2.4	Nitratos	55
5.2.2.5	Fosfato	55
5.2.2.6	Sólidos Totales	56
5.2.3	Parámetros bacteriológicos	56
5.2.3.1	Coliformes fecales	56
5.2.3.2	Coliformes totales.....	57
5.2.4	Resumen comparativo de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas del Morichal La Poza y el Decreto Ejecutivo 883.....	57
5.4.	Determinación de la calidad de las aguas del Morichal La Poza, empleando las normas de índice de calidad de agua (ICA), del “The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003”.	58
5.4	Elaboración del mapa de índice de calidad de las aguas, con la finalidad de la ubicación de las zonas de mayor sensibilidad ambiental	59

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
Conclusiones	61
Recomendaciones.....	62
REFERENCIAS.....	64
APÉNDICES.....	67
ANEXOS	75

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación del área de estudio (Imagen satelital Google Earth, 2018).....	7
2.2 Vía de acceso, engrazonada, al morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).	9
2.3 Vegetación de bosque de galería, a orillas del morichal (Lozada J., Gómez I., 2017).	12
2.4 Diferentes tipos de paisajes presentes en el área de estudio.	14
2.5 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).	15
4.1 Flujograma de actividades (Lozada J., Gómez I., 2017).	39
4.2 Anotaciones de coordenadas a orillas del morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).	41
4.3 Fragmentos de rocas graníticas de un afloramiento rocoso, a orillas del morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).....	42
4.4 Recolección de muestras de agua, en el cauce principal del morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).....	43
4.5 Grafico usado para el cálculo numérico del ICA de la cuenca del morichal La Poza.	44
5.1 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo realizados en el Morichal La Poza (Imagen satelital Google Earth, 2018)	52
5.2 Mapa del ICA de las zonas con mayor sensibilidad ambiental.	60

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas Regven, Huso 20, que limitan la poligonal cerrada, correspondiente al Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).....	8
2.2 Parámetros climatológicos correspondientes al año 2017 (Estación Ciudad Bolívar, 2017).....	10
3.1 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 1A.....	28
3.2 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 1B.....	28
3.3 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 2A y Sub-tipo 2B.....	29
3.4 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 3.....	29
3.5 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 4A Y Sub-Tipo 4B.	30
3.6 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 4.....	30
3.7 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 5.....	31
3.8 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 6.....	31
3.9 Calidad del agua asociada al valor de ICA (escala de clasificación del ICA-NSF).....	33
4.1 Temperatura.	45
4.2 Ph.	45
4.3 Turbidez.	46
4.4 Oxígeno disuelto	46
4.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno.	47
4.6 Coliformes totales	47
4.7 Coliformes fecales	48
5.1 Ubicación de las muestras de agua recolectadas en el cauce del Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).....	52
5.2 Parámetros físicos, determinados en el Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).	53
5.3 Parámetros químicos determinados en el Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).	54
5.4 Parámetros bacteriológicos, determinados en el Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).....	56
5.5 Comparación de las variables fisicoquímica y bacteriológica, con el decreto 833 (Lozada J., Gómez I., 2017).....	58
5.6 Valores del ICA correspondiente a cada estación y clasificación del agua (Lozada J., Gómez I., 2017).	59

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A. Resultados de los análisis realizados por Centro de Geociencias de la Universidad de Oriente a los sedimentos recientes y a las aguas del Morichal La Poza, correspondientes al periodo lluvioso de 2017.	68
A.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO	69
B. Índices de calidad de las aguas (ICA).....	70
B.1 Estación 1. Morichal la Poza.....	71
B.2 Estación 2. Morichal la Poza.....	72
B.3 Estación 3. Morichal la Poza.....	73
B.4 Estación 4. Morichal la Poza.....	74

LISTA DE ANEXOS

1. MAPA GEOLÓGICO Y DE CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA MEDIA DEL MORICHAL LA POZA.

INTRODUCCIÓN

Una cuenca hidrográfica representa la superficie de drenaje natural, donde convergen las aguas que fluyen a través de valles y quebradas, formando de esta manera una red de drenajes o afluentes que alimentan a un desagüe principal, que forma un río.

Las cuencas son áreas naturales que recolectan y almacenan el agua que utilizamos para el consumo humano y animal, para los sistemas de riego agrícola, para dotar de agua a las ciudades y hasta para producir la energía eléctrica que alumbramos nuestros hogares. Por eso, la preservación de las cuencas hidrográficas es un factor importantísimo para el desarrollo integral de nuestra vida.

La caracterización geológica y ambiental de la cuenca del morichal La Poza, permite conocer las condiciones ambientales en que se encuentran las aguas que fluyen a través en su cauce, para así proponer un plan de recuperación ambiental. Los problemas ambientales son diversos y muy amplios e incluyen entre ellos el deterioro de la calidad del agua.

El agua es un elemento principal de la vida de todos los seres vivos y afecta directamente al medio ambiente. El agua es un recurso que, a lo largo de la historia del hombre, ha sido necesaria para realizar diversas labores y procesos básicos para el asentamiento y desarrollo de la vida de los seres humanos.

El agua no se encuentra en la naturaleza en estado químicamente puro. Según sea su procedencia, puede contener una gran diversidad de sustancias. En el camino que esa agua recorre a través del aire o del suelo se le adicionan, por ejemplo, ácidos, sales, álcalis y compuestos orgánicos.

El desarrollo del Trabajo Final de Grado se estructuró en V capítulos. El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, los objetivos, tanto general como los específicos, la justificación, alcances y limitaciones. El Capítulo II comprende las generalidades, las variables climáticas y los aspectos biológicos y geomorfológicos de la cuenca. El Capítulo III contiene los antecedentes de la investigación, las bases legales y los fundamentos teóricos conceptuales, que permiten un mejor entendimiento del tema tratado. El Capítulo IV se refiere al marco metodológico que comprende el tipo de investigación según el diseño o estrategia. El Capítulo V se refiere al análisis e interpretación de los resultados de la investigación. Luego se presentan las conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

El crecimiento de los centros urbanos sumados al incremento de la población y el desarrollo industrial, han acentuado la contaminación de la mayoría de las fuentes de agua disponibles, especialmente superficiales, debido al manejo inadecuado de las aguas residuales de origen urbano e industrial.

Los ríos son sistemas dinámicos que modifican su naturaleza a lo largo de su curso, debido a cambios en las condiciones físicas tales como las pendientes y la geología de su lecho. La química del agua superficial en cualquier punto refleja importantes influencias: litológicas, atmosféricas, climáticas y antropogénicas, por lo que es fundamental poder identificar y cuantificar estas influencias.

La alteración de la calidad de un cuerpo de agua es un problema que debe ser atendido de manera integral. No obstante, en algunas ocasiones, por razones de costos, sólo se realizan mediciones biológicas y no químicas.

En la clasificación de la calidad del agua de un río se comparan los valores medidos de la concentración de un parámetro fisicoquímico o biológico, con los estándares de calidad establecidos en algún instrumento legal, y definidas de acuerdo con criterios de uso del agua (Abud, J. y Mora, V. 2003).

Algunos países han desarrollado esquemas, basados en el análisis de su condición química y biológica, para establecer y dar seguimiento a la calidad de sus cuerpos de agua. Ejemplos de estos instrumentos de evaluación son los índices de

calidad (ICA) que son además usados para establecer las condiciones necesarias para proponer políticas de gestión y conservación (Abud, J. y Mora, V. 2003).

Los ICA emplean una metodología que consiste en una ponderación específica sobre una lista de variables particulares, uno de los pioneros fue el propuesto por (Horton, M. 1965, en Abud J y Mora, E. 2003). Por otro lado, una metodología establecida es la propuesta por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF por sus siglas en inglés) (Abud, J. y Mora, V. 2003).

Los primeros ICA desarrollados incluían nueve variables (oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, pH, nitratos, fosfatos, temperatura y turbiedad) y demostraron ser muy útiles para establecer de manera integral las condiciones de la calidad del agua y así proponer metas de utilización Sin (Abud, J. y Mora, V. 2003); embargo, en la actualidad han ocurrido ligeras variaciones de conceptos.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar química y bacteriológicamente, las aguas del Morichal La Poza, cuenca media, sector Gradoca, Parroquia José Antonio Páez, municipio Heres, estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Identificar las unidades litológicas presentes en la cuenca del Morichal La Poza, mediante el reconocimiento geológico de superficie.

2. Analizar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas del Morichal La Poza, mediante análisis de laboratorio.
3. . Determinar la calidad de las aguas del Morichal La Poza, empleando las normas de índice de calidad de agua (ICA), del “The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003”.
4. Elaborar el mapa de índice de calidad de las aguas, con la finalidad de la ubicación de las zonas de mayor sensibilidad ambiental.

1.3 Justificación de la investigación

En las últimas décadas los cuerpos de agua han adquirido una importancia considerable en la sociedad moderna al ser utilizada en actividades agrícolas, industriales y domésticas. Como consecuencia, los estudios referentes a exploración, explotación y caracterización geoquímica se han incrementado vertiginosamente, a fin de ubicar y evaluar el potencial acuífero en una región dada y determinar la calidad de los cuerpos de agua.

En tiempos anteriores, las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas del Morichal que surte una parte del Barrio José Antonio Páez, sin lugar a dudas eran muy diferentes a las condiciones que se presentan actualmente, eso es debido a que no existía desarrollo poblacional; pero con el transcurrir del tiempo el sector se fue poblando, hasta alcanzar las proporciones que tenemos hoy día.

1.4 Alcance de la investigación

Este estudio permitirá determinar la calidad de las aguas del Morichal La Poza, con la finalidad de estimar los niveles de contaminación que pudiese presentar. El muestreo se hará en épocas de invierno. También se delimitará la cuenca de recepción de aguas de la cuenca y la litología presente.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. El acceso a la zona, está limitado por lo alejado y la inseguridad.
2. No existe información actualizada de la zona de estudio y su extensión hace difícil la exploración.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación y acceso

La zona de estudio es la cuenca del Morichal La Poza, la cual se ubica hacia el sur del estado Bolívar. El área de estudio territorialmente abarca un área aproximada de 15 Km².

Tiene como límites naturales: al Norte el Distribuidor La Paragua, al Sur el Río Orocopiche, al Este la Troncal 19 y al Oeste la Avenida Perimetral (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación del área de estudio (Imagen satelital Google Earth, 2018).

Las coordenadas Regven, Huso 20, que limitan el área de la cuenca, se muestran en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Coordenadas Regven, Huso 20, que limitan la poligonal cerrada, correspondiente al Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

PUNTO	ESTE	NORTE
A	436.000	889.500
B	441.000	889.500
C	439.200	886.000
D	434.500	886.200

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso hacia las nacientes de la cuenca del Morichal La Poza, se realizó a través de la avenida libertador, sector barrió Hipódromo Viejo, empalmando posteriormente con la Troncal 16, hacia el Barrio Guaricongo. Posteriormente, a través de carreteras engrazonadas, se accede a las nacientes. Una vez en las nacientes, el recorrido se hizo a campo travieso, por la orilla del morichal y en algunas oportunidades, a través del propio cauce (Figura 2.2).



Figura 2.2. Vía de acceso, engranzonada, al morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

2.3 Características físico naturales del área de estudio

Los datos que se suministran a continuación fueron aportados por la AVIACION MILITAR BOLIVARIANA, servicio de meteorología, sistema CLICOM, estación Ciudad Bolívar; indicativo internacional 80444, serial internacional 3882; Latitud $08^{\circ}07'07''N$ y Longitud $63^{\circ}32'15''W$, elevación 58 msnm.

En la Tabla 2.2 se muestran los parámetros temperatura, humedad, precipitación y vientos, registrados en la estación de Ciudad Bolívar, correspondiente al año 2017.

Tabla 2.2 Parámetros climatológicos correspondientes al año 2017 (Estación Ciudad Bolívar, 2017)

MES	TEMP. MEDIA MENSUAL	HUMEDAD (%)	PRECIPITACIÓN (mm)	VIENTO Dirección prevaeciente y velocidad en m/s
Enero	27,0	Inoperativo	1,0	0709,3
Febrero	26,8	Inoperativo	1,7	07010,2
Marzo	28,9	77%	1,7	09010,4
Abril	28,1	80%	52,8	07010,0
Mayo	27,1	86%	87,9	0703,0
Junio	26,6	90%	133,4	0702,4
Julio	26,8	87%	90,9	0202,2
Agosto	27,0	88%	182,6	0502,8
Septiembre	26,6	89%	56,9	0002,1
Octubre	27,0	86%	4,3	020,24

2.3.1 Temperatura media

La temperatura media mensual, durante el año 2017, en el área de estudios, hasta el mes de octubre fue de 27.5°C y el máximo principal ocurre en el mes de marzo, con un valor de 28.9°C y los valores menores de temperatura media se registran en los meses de junio y septiembre.

2.3.2 Humedad relativa

. La estación estuvo inhabilitada durante los 2 primeros meses del año, para medir este parámetro. Los valores máximos de humedad se presentan durante la época de junio, agosto y septiembre y el valor mínimo se presentó en el mes de marzo. La humedad relativa media es de 86 % aproximadamente.

2.3.3 Viento

La velocidad media de los vientos, hasta el mes de octubre es de 5.3 Km/h en dirección Este, excepto en los meses de enero, febrero, marzo y abril, donde la velocidad media es de 10.0 km/h en dirección E-N. Los vientos tienen un régimen determinado por los vientos alisios, la convergencia intertropical.

2.3.4 Precipitación

La época de lluvia en esta zona, durante el año 2017, comprendió un período de verano, de 3 meses, desde enero hasta marzo, siendo enero, el mes con menos precipitación. A partir del mes de abril, comienza el periodo lluvioso. El mes más lluvioso es agosto, con 182.6 mm.

2.4 Vegetación

La vegetación presente en el área de estudio es de bosques de galería y de sabanas con Chaparros.

2.4.1 Vegetación de bosques de galería

Esta vegetación se observa a lo largo de las zonas húmedas, específicamente en las márgenes de los ríos y se presenta en forma de arborescencia de tipo selvático, a la que se le denomina bosques de galería, en este tipo de vegetación se incluye el Bambú el cual se observa en las nacientes del morichal (Figura 2.3).



Figura 2.3 Vegetación de bosque de galería, a orillas del morichal (Lozada J., Gómez I., 2017).

2.4.2 Vegetación de sabanas con Chaparros

Este tipo se caracteriza por vegetación herbácea que está formada por una cobertura graminiforme de porte bajo, entre los cuales las especies más abundantes son paja peluda (*tracypogon plumosas*), escobillas (*scoparia dulcis*), dormidera (*mimosa dormiens*), cardillos, etc. y por la vegetación arbustiva que está constituida por arboles de 2 a 4 m de altura, los principales representantes son: Chaparros (*curatera americana*), Manteco (*byrsominia crassifolia*), Merey (*anarcadium occidentale*), y en menor proporción el Mango (*mangifera indica*), etc.

2.5 Geomorfología

Las corrientes fluviales consisten en tres actividades interrelacionadas: erosión, transporte y sedimentación. La erosión originada por la corriente es la progresiva remoción de material mineral del fondo y de las orillas del cauce, ya sea excavado

este en el substrato rocoso o en el manto residual transportado. El transporte consiste en el movimiento de las partículas erosionadas mediante su arrastre por el fondo, suspensión en la masa de agua o disolución. La sedimentación es la acumulación progresiva de las partículas transportadas sobre el lecho del río, sobre el lecho de inundación o en el fondo de una masa de agua.

El elevado grado de disección se asocia a grandes extensiones de cárcavas o “bad lands”, las cuales se han originado a consecuencia de múltiples factores tales como la probabilidad de que las variaciones en el nivel base haya contribuido en el avance de la erosión regresiva, además, es posibles que los caracteres del clima actual no hayan favorecido el desarrollo de una cobertura vegetal que pudiera servir de mayor protección a las antiguas capas de sedimentos.

Generalmente la pendiente longitudinal del morichal es suave de 0-4% a excepciones de lugares donde se observaron saltos o rápidos. El relieve de la parte media y la desembocadura es muy homogéneo y plano, las pendientes que oscilan entre 2% y 4% (Figura 2.4).

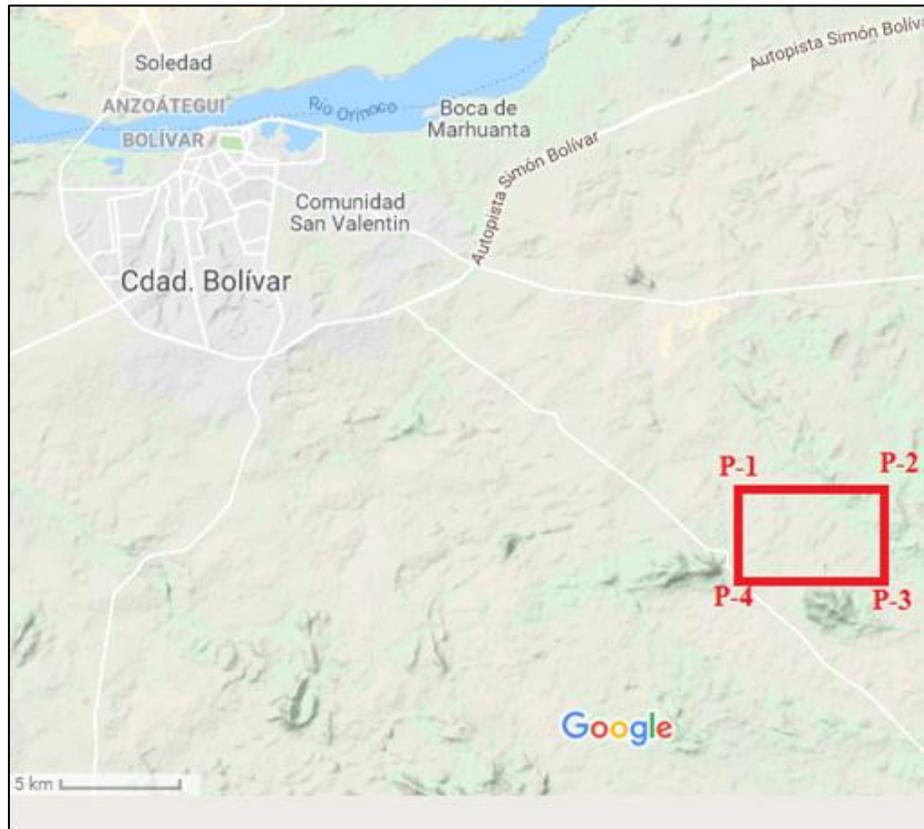


Figura 2.4 Diferentes tipos de paisajes presentes en el área de estudio.

2.6 Geología regional

La geología regional de la cuenca del morichal La Poza, está representada por lo que se conoce como Provincia Geológica de Imataca, la formación mesa y sedimentos recientes.

2.6.1 Provincia Geológica de Imataca

Se extiende en dirección SO-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NO-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Guri por unos 550 kilómetros y 80 kilómetros, respectivamente. No hay

razones para que Imataca no se extienda al norte del Orinoco, ni al Oeste del río Caura, y por supuesto en tiempos pre-disrupción de la Pangea a África Occidental (Mendoza, Provincia Geológica de Imataca. 2012) (Figura 2.5).

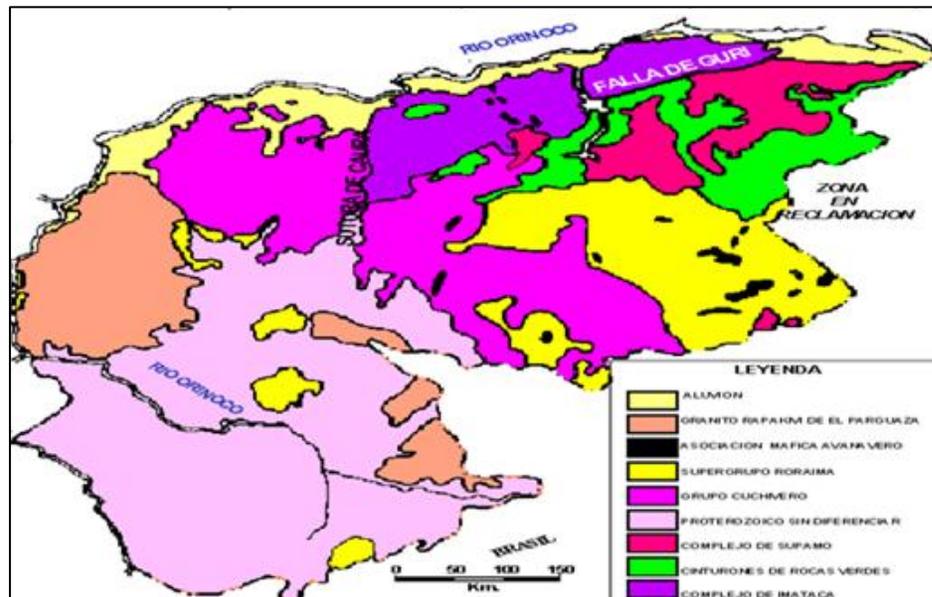


Figura 2.5 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).

La litología está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60 % - 75 %), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15 % - 20 %), y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro (BIF), dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales menos metamorfizados y más jóvenes CRV-TTG gnéisicos (El Torno-Real Corona). (Mendoza, V. 2012).

La Provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento más abierto. En la parte norte, los pliegues tienen rumbo NW mientras que en la parte sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70°E que

es la que predomina regionalmente, es decir aproximadamente paralelas a la Falla de Guri.

Ascanio, G. (1975) en Mendoza, V. (2000) postuló que parte, al menos, del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan micro continentes que por deriva chocaron unos con otros con abducción y subducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos.

Ascanio, G. (1975), denominó a estas fajas como: a) La Encrucijada, b) Ciudad Bolívar, c) Santa Rosa, d) La Naranjita, e) La Ceiba, y d) Laja Negra. Rodríguez (1997) en Mendoza (2000) destacó los tipos de rocas graníticas, charnockíticas y migmatíticas asociadas a cada una de estas fajas tectónicas y su importancia en usos ornamentales e industriales. La edad Sm-Nd extrema más antigua es 3.41 Ga en un gneises charnockítico y la más joven de 2.6 Ga en rocas graníticas del Complejo de Imataca.

La idea más difundida considera a las rocas de la Provincia Geológica de Imataca como un conjunto original de rocas silíceas de composición alcalina, con algunos episodios máficos y asociaciones menores de sedimentarias o “formaciones de hierro” (Ascanio, G. 1975).

El Complejo de Imataca consiste en orden de abundancia decreciente, de un conjunto alternante de granulitas plagioclásicas piroxénicas, gneiss cuarzo feldespático-cordierítico granatífero-biotítico sillimaníticos-grafítico y “formaciones de hierro” con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfozada, roca rodonítica granatífera grafítica, esquisto hornabléndico biotítico (Ascanio, G. 1975)

2.6.2 Formación Mesa

El nombre de Formación Mesa es introducido por Hedberg y Pyre, (1944), en Mendoza, V. (2005); para designar la formación que entre las extensas mesas fisiográficamente características en la parte Oriental de la Cuenca de Venezuela Oriental. Aunque, no hay sección tipo específico, se pueden encontrar secciones representativas en los acantilados de cualquiera de las mesas de cima plana de la región.

Geográficamente se extiende sobre los Llanos Orientales de los Estados Guárico, Anzoátegui, Monagas y la parte septentrional del Estado Bolívar, donde forma un borde irregular sobre las rocas del Complejo de Imataca. La Formación Mesa se encuentra acuñándose en el Escudo de Guayana, en una faja angosta, paralela al río Orinoco; en la zona comprendida en los alrededores de Ciudad Bolívar entre el río Candelaria y el río Aro (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

La Formación Mesa yace discordantemente sobre las rocas del Complejo de Imataca; estas últimas por su naturaleza y configuración, condicionaron la acción de los agentes fluviales que depositaron los sedimentos que la suprayacen (Hedberg y Pyre, 1944). Así mismo, está constituida por capas de arenas poco consolidadas, interestratificadas con arcillas limo-arenosas abigarradas y moteadas, gravas con mucho cemento ferruginoso que por procesos de absorber y exhalar humedad se forman pseudo-conglomerados que tienen una amplia distribución (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V.2005).

El espesor de la Formación Mesa es muy variado, pero en términos generales disminuye de Norte-Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación deltáica y aumenta de Oeste-Este, como consecuencia del avance deltáico. El espesor máximo

es de 275 m en la mesa de Maturín. Hacia la zona de Bolívar se encuentran espesores de los 100 m (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

Esta formación tiene una edad geológica Plio-Pleistoceno, se han encontrado algunos fósiles de agua dulce, generalmente asociados a arcillas lignificas y restos de madera fosilizada (silicificada), cuyo avanzado estado de litificación se postula como evidencia de una edad posiblemente mayor que el Pleistoceno. A grandes rasgos, se considera que la Formación Mesa se ha originado por la intercalación coalescente de abanicos aluviales, sedimentos aluviales, deltaicos y pantanosos (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

(Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005), señala que la formación es anterior al último de los levantamientos mayores de las montañas del Norte, debido a que en esa zona la superficie de las mesas muestran inclinaciones suaves y pequeños plegamientos e incluso falladas localmente debido a los afloramientos irregulares de cuarcitas parcialmente ferruginosas que se elevan por encima de la formación en el área de Ciudad Bolívar, señala que la Formación Mesa parece haberse depositado sobre una superficie irregular de rocas Precámbricas en el Escudo de Guayana dentro del cual se forman: los morichales de Ciudad Bolívar, la mesa de la sabanita, las piedritas y el banco de sabanas altas que topográficamente conforman la divisoria de aguas sobre los pequeños ríos que fluyen al Sur.

La Formación Mesa se interpreta como un relleno de materiales deltaicos, durante una transgresión de la mar hacia el sur (subsistencia del Escudo). Estos sedimentos rellenaron las transgresiones del basamento, que ahora aparecen como pequeños afloramientos junto con filas de cuarcitas. Hay casos donde los ríos y pequeñas quebradas como Candelaria que cortan la Formación Mesa y exponen el basamento (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Gutiérrez, E. y Pérez, K. (2001) desarrollaron el trabajo de grado referente a la “GEOLOGÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS SAN RAFAEL, BUENA VISTA Y SANTA BÁRBARA” con la finalidad de definir las características geológicas de las cuencas; así como también evaluar la calidad del agua de estos ríos y determinar cuál es el grado de contaminación de los mismos y sugerir el tipo de tratamiento que deben recibir estas aguas.

Concluyeron que los valores determinados químicamente de Plomo y Zinc, en los sedimentos de los ríos San Rafael y Buena Vista, pueden atribuirse a los desechos de compuestos en el suelo y a las emanaciones. El Rio Buena Vista se considera del tipo 1-B, en las nacientes, por lo que puede ser tratado por procesos convencionales. El patrón de drenaje de la cuenca de los ríos San Rafael, Buena Vista y Santa Bárbara es de tipo dendrítico, debido a la geología del área, que es de suelos no consolidados. De acuerdo a los resultados obtenidos en el área de estudio, se puede concluir que el río más contaminado es el San Rafael, seguido por el rio Buena Vista y por último el rio Santa Bárbara.

De toda esta investigación, se aplicará la misma metodología de campo y las técnicas de muestreo de agua.

3.2 Definición de términos básicos

3.2.1 Cuenca

Superficie donde se recoge el agua drenada por una corriente de agua (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.2.2 Mapa geológico

Un mapa geológico es un documento de referencia a la vez científico y pedagógico donde se muestra sobre un mapa la distribución de las rocas y materiales superficiales no consolidados, y las estructuras que los afectan. En la representación de estos rasgos se utilizan colores y tramas para indicar la edad y la composición de los materiales, y se adicionan símbolos para mostrar la distribución espacial de las estructuras (fallas y pliegues). Además del conocimiento del terreno en un punto preciso, el mapa geológico permite deducir la distribución de los materiales profundos a partir de la información superficial. En otras palabras, el mapa geológico es una representación de la geología de un área y ésta tiene un profundo efecto sobre muchos aspectos, desde la forma como evoluciona el paisaje hasta el tipo de vegetación que mejor crece allí, desde la disponibilidad de aguas subterráneas en pozos hasta la presencia de minerales útiles o deseables, desde la cantidad de movimiento sufrido durante un terremoto hasta la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.2.3 Calidad de agua

La calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos. Está determinada por la hidrología y por el conjunto de

características fisicoquímicas y biológicas que ella debe contener en su estado natural, y que pueden ser alteradas por el exceso de materiales extraños producto de la actividad humana (contaminación) o por la acción de la naturaleza (polución) (Microsoft Corporation, 1993-2003).

En las aguas naturales o crudas hay sustancias disueltas (materiales en suspensión, iones, etc.) que dan características especiales a éstas, por lo que es necesario conocer su presencia y sus cantidades máximas (Blanco, L. 1991; Aguirre y otros, 1992).

3.2.4 Parámetros que determinan la calidad del agua

Los parámetros o indicadores más comúnmente utilizados para establecer la calidad de las aguas son el oxígeno disuelto, el pH, la cantidad de sólidos en suspensión, la demanda bioquímica de oxígeno y la cantidad de fósforo, nitratos, nitritos, amonio, amoniaco, compuestos fenólicos, hidrocarburos derivados del petróleo, cloro residual, cinc total y cobre soluble, entre otros. También se pueden emplear bioindicadores para evaluar la calidad media que mantiene el agua en periodos más o menos largos, para lo cual se usan diferentes grupos biológicos (Microsoft Corporation, 1993-2003).

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado valores índices que sintetizan la información proporcionada por dichas mediciones (Microsoft Corporation, 1993-2003).

Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, y de facilitar la valoración de los vertidos

contaminantes y de los procesos de auto depuración (Microsoft Corporation, 1993-2003).

Los índices de calidad constan de los valores de diferentes parámetros preseleccionados a los que se aplica un “peso” o importancia relativa en el total del índice. Para su cálculo se seleccionaron el oxígeno disuelto, los coliformes fecales, el rango de pH, la demanda bioquímica de oxígeno, la cantidad de nitratos y fosfatos, el incremento de temperatura, la turbidez y la cantidad de sólidos totales (Microsoft Corporation, 1993-2003).

3.2.4.1 Parámetros físicos

- **Temperatura:** es la medida del calor almacenado en el agua. La capacidad del agua para almacenar calor es alta y esto hace que sea un elemento moderador del clima. La temperatura estable para su ingestión es de 10° C a 14° C (Blanco, L. 1991; Aguirre y otros, 1992).

La temperatura del agua de un río es un parámetro muy importante que afecta directamente sus características físicas, químicas y biológicas. Usando un mismo termómetro, la temperatura del agua debería ser chequeada en el lugar de prueba y en un lugar similar 1 kilómetro río arriba. Debe tenerse cuidado, cuando se tome la temperatura en este último sitio de muestreo, de que la cantidad de luz solar y la profundidad del río sean similares a las condiciones del primer lugar de muestreo (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

- **Turbidez:** se produce por la presencia de partículas insolubles (tales como la arcilla, el limo, la materia orgánica, el plancton, etc.) que se encuentran en suspensión en el agua. Hay que tener en cuenta que la turbidez es un efecto óptico causado por la

dispersión de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua (Blanco, L. 1991; Aguirre y otros, 1992).

A medida que el agua se vuelve más turbia pierde la capacidad de soportar una amplia variedad de plantas y otros organismos acuáticos (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

3.2.4.2 Parámetros químicos

- **Sólidos totales:** es una medida de los materiales sólidos disueltos en el agua de un río, y que incluyen las sales, algunas materias orgánicas y un amplio rango de nutrientes y materiales tóxicos (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

Un nivel constante de minerales en el agua es requerido para el sustento de la vida acuática. La concentración de sólidos totales disueltos (TDS) muy elevada o muy baja limita el crecimiento y conduce a la muerte de la mayoría de las formas de vida acuática (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

El término se aplica al residuo que deja una muestra de agua después de evaporarse a una temperatura definida (por lo general entre 103-105° C). Los sólidos totales que están en un rango de 2.000 y 4.000 partes por millón (ppm) en el agua hacen que ella sea desagradable al paladar y tenga efectos laxantes en los seres humanos (Abud, J. y Mora, V. 2003).

- **El nivel de pH:** es una medida de acidez que expresa la concentración de iones hidrógeno o hidronios en el agua (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003). La mayoría de las formas de vida acuática tienden a ser muy

sensibles al pH. El agua que contiene una gran cantidad de polución orgánica tenderá generalmente a ser un poco ácida. El agua con un pH de 7 se considera neutra, si está por debajo de 7 es ácida y por encima de 7 se dice que es alcalina (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

- Oxígeno disuelto (OD): esta prueba mide la cantidad de oxígeno disuelto en el agua útil para sostener la vida. Éste representa el oxígeno disponible para los peces, invertebrados y los otros animales que viven en el agua (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003). La mayoría de las plantas acuáticas y animales necesitan el oxígeno para vivir, de hecho, los peces se ahogarían en el agua si los niveles de oxígeno disuelto son bajos. Los bajos niveles de OD son signos de posible polución de las aguas (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

En los líquidos residuales, la evaluación del oxígeno disuelto es el factor que determina si los cambios biológicos operados son debidos a organismos aeróbicos o anaeróbicos. Los primeros requieren oxígeno libre y producen sustancias inocuas mientras que los segundos toman el oxígeno de los compuestos que lo contienen y sus productos son malsanos (Abud, J. y Mora, V. 2003).

En consecuencia, la medida del oxígeno disuelto es de primera importancia si queremos corregir y mantener condiciones aeróbicas en las aguas que reciben toda clase de desecho (Blanco, L. 1991; Aguirre y otros, 1992).

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): indica la capacidad de polución de un efluente, que se expresa por el consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos que descomponen la materia orgánica presente en el propio efluente. Se parte de la capacidad auto depurativo conferido por los propios microorganismos (Abud, J y Mora, V. 2003).

Este parámetro es una medida de la cantidad de comida para las bacterias que se encuentra en el agua. Éstas utilizan la materia orgánica en su respiración y remueven el oxígeno del agua (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

La prueba de DBO provee una idea aproximada de cuanto desecho biodegradable está presente en un agua. Este material biodegradable está conformado por desperdicios orgánicos que incluyen recortes de grasa, estiércol, etc. (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

3.2.5 Clasificación del agua

Según Gaceta oficial N° 5021 “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Aguas y Vertidos o Efluentes Líquidos”

3.2.5.1 Tipo 1

Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.

Las aguas del tipo 1 se desagregan en los siguientes sub-tipos:

- Sub Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

- Sub Tipo 1B: Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.

- Sub Tipo 1C: Aguas que pueden ser acondicionadas por proceso de potabilización no convencional.

3.2.5.2 Tipo 2

Aguas destinadas a usos agropecuarios y se desagregan en los siguientes subtipos:

- Sub Tipo 2A: Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.
- Sub Tipo 2B: Aguas para el riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario.

3.2.5.3 Tipo 3

Aguas marinas o de medios costeros destinadas a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo.

3.2.5.4 Tipo 4

Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia. Las aguas del Tipo 4 se desagregan en los siguientes subtipos:

- Sub Tipo 4A: Aguas para el contacto humano total.
- Sub Tipo 4B: Aguas para el contacto humano parcial.

3.2.5.5 Tipo 5

Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable.

3.2.5.6 Tipo 6

Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.

3.2.5.7 Tipo 7

Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.

3.2.6 Criterios para la clasificación de las aguas, así como los niveles de calidad exigibles de acuerdo con los usos a que se destinen

Las aguas del sub-tipo 1A son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos expresados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 1A

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO
Oxígeno disuelto (O.D)	Mayor de 4,0 mg/l. O MAYOR A 50%
pH	Mínimo 6,0 y máximo 8,5
Color real	Menor de 50, U Pt-Co.
Turbiedad	Menor de 25, UNT
Fluoruros	Menor de 1,7 mg/l.
Organismos coliformes totales	Promedio mensual menor a 2000 NMP por cada 100 ml.

Las aguas del sub-tipo 1B son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos representados en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 1B

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO
Oxígeno disuelto (O.D)	Mayor de 4,0 mg/l. O MAYOR A 50%
pH	Mínimo 6,0 y máximo 8,5
Color real	Menor de 150, U Pt-Co.
Turbiedad	Menor de 250, UNT
Fluoruros	Menor de 1,7 mg/l.
Organismos coliformes totales	Promedio mensual menor a 10000 NMP por cada 100 ml.

Las aguas del Sub-Tipo 1C son aquellas en las cuales el pH debe estar comprendido entre 3,8 y 10,5.

Las aguas del Sub-Tipo 2A y Sub-Tipo 2B son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos representados en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 2A y Sub-tipo 2B.

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO para agua Sub-tipo 2A	LÍMITE O RANGO MÁXIMO para agua Sub-tipo 2B
Organismos coliformes totales	Promedio mensual menor a 1000 NMP por cada 100 ml	Promedio mensual menor a 5000 NMP por cada 100 ml
Organismos coliformes fecales	Menor a 100 NMP por cada 100 ml.	Menor a 1000 NMP por cada 100 ml

Las aguas del Tipo 3 son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos representados en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 3.

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO
Oxígeno disuelto (O.D)	Mayor de 5,0 mg/l.
pH	Mínimo 6,5 y máximo 8,5
Aceites minerales	0,3 mg/l
Detergentes no biodegradables	Menor de 1 mg/l.
Detergentes biodegradables	Menor de 0,2 mg/l
Resíduos de petróleo sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	No detectable
Fenoles y sus derivados	0,002 mg/l

Las aguas del Sub-Tipo 4A y Sub-Tipo 4B son aquellas cuyas características corresponden con límites y rangos representados en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Limite o rango de los parámetros para agua del Sub-tipo 4A Y Sub-Tipo 4B.

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO para agua del Sub-tipo 4A	LÍMITE O RANGO MÁXIMO para agua del Sub-tipo 4B
Organismos coliformes totales	a) menor a 1000 NMP por cada 100 ml en el 90% de una serie de muestras consecutivas. b) menor a 5000 NMP en el 10% restante.	a) menor a 5000 NMP por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas. b) menor a 10000 NMP en el 20% restante.
Organismos coliformes fecales	a) menor a 200 NMP por cada 100 ml en el 90% de una serie de muestras consecutivas. b) menor a 400 NMP en el 10% restante.	a) menor a 1000 NMP por cada 100 ml en la totalidad de las muestras.

Las aguas del tipo 4 deberán cumplir, además, con las condiciones representadas en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 4.

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO
Oxígeno disuelto (O.D)	Mayor de 5,0 mg/l.
pH	Mínimo 6,5 y máximo 8,5
Aceites minerales	0,3 mg/l
Detergentes	Menor de 1 mg/l.
Resíduos de petróleo sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	No detectable
Fenoles y sus derivados	0,002 mg/l

Las aguas del tipo 5 son aquellas cuyas características corresponden a los límites y rangos representados en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 5

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO
Sustancias que originen sedimentación de sólidos y formación de lodos	Ausentes
Aceites y espumas	Ausentes
Fenoles y sus derivados	menor de 0,002 mg/l

Las aguas del Tipo 6 son aquellas cuyas características corresponden a los límites y rangos representados en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Limite o rango de los parámetros para agua del Tipo 6

PARÁMETRO	LÍMITE O RANGO MÁXIMO
Oxígeno disuelto (O.D)	Mayor de 4 mg/l.
Solidos flotantes y sedimentables o depósitos de lodo	Concentraciones que no interfieran la navegación o la generación de energía

Las aguas del Tipo 7 son aquellas en las que el (OD) debe ser mayor a 3 mg/l.

3.2.5 Índice de calidad del agua (ICA)

El índice de calidad del agua (ICA) es básicamente un medio matemático de calcular un valor simple a partir de múltiples resultados de pruebas realizadas a ésta. El índice resulta representar el nivel de calidad del agua en una cuenca dada, tal como un lago, río o corriente (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

El ICA, desarrollado a principios de la década de 1970, puede ser usado para monitorear los cambios en la calidad de una fuente particular de agua a través del tiempo, para comparar la calidad de una fuente de agua contra otra en una región o de

cualquier otra parte del mundo y para determinar si una extensión particular de agua es saludable (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

Para realizar los cálculos del índice de calidad del agua (ICA) de un río o cuerpo de agua 9 parámetros seleccionados por The National Sanitation Foundation (NSF) son medidos, y se refieren al incremento o cambio en la temperatura del agua, la cantidad de oxígeno disuelto (OD), la cantidad de coliformes fecales, la cantidad de fosfatos y nitratos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), los sólidos totales, el pH y la turbidez.

Sin embargo, después de que estas nueve pruebas de calidad del agua son completadas y los resultados registrados, un valor Q de calidad se debe calcular para cada parámetro. Es entonces cuando el ICA global, para el lugar de muestreo, puede ser calculado (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

Resulta importante monitorear la calidad del agua durante un período de tiempo de manera que se puedan detectar cambios en su ecosistema. El ICA puede dar una indicación de la salud de un cuerpo de agua en un momento dado y en varios puntos, a la vez que puede ser usado para seguir la pista y analizar los cambios a través del tiempo (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

El ICA usa una escala de 0 a 100 para categorizar la calidad de un agua. Una vez que el valor global del ICA se conoce, éste puede ser comparado contra la escala mostrada en la tabla 3.9 para determinar el estado saludable de un cuerpo de agua en un día dado. Las fuentes de agua con valores de ICA dentro del rango bueno a excelente son capaces de soportar una alta diversidad de vida acuática. Adicionalmente, éstas serían apropiadas para ser usadas en todas las formas de recreación, incluso aquellas que involucran el contacto directo con ellas (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

Tabla 3.9 Calidad del agua asociada al valor de ICA
(escala de clasificación del ICA-NSF).

CALIDAD DEL AGUA	VALOR DEL ICA
Excelente	91-100
Buena	71-90
Media	51-70
Mala	26-50
Muy mala	0-25

Las fuentes que logran sólo un rango promedio de calidad generalmente tienen menos diversidad de organismos acuáticos y frecuentemente incrementan el crecimiento de algas. Por otra parte, los cuerpos de agua cuyo ICA entran dentro del rango de mala son sólo capaces de soportar una baja diversidad de vida acuática y es seguro que experimenten problemas de polución (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

La investigación fue analítica y descriptiva, siguiendo el marco metodológico descrito por Balestrini, M. (1997), “quien comprende la descripción, análisis e interpretación como un conjunto de características físicas que conllevan a la identificación de las muestras”.

4.1.1 Investigación analítica

Según Hurtado (1998) la investigación analítica “tiene como objeto analizar un evento y comprenderlo en términos de sus aspectos menos evidentes. La investigación analítica comprende tanto el análisis como la síntesis”

La presente investigación es analítica porque se va a caracterizar una cuenca, mediante los parámetros que describen su estructura física y territorial con el fin de determinar los problemas presentes en ella y si los hay, sus potenciales.

4.1.2 Investigación descriptiva

La investigación es de tipo descriptiva y de acuerdo con lo planteado por Arias, F. (2006), “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

La presente investigación es descriptiva, ya que en ella se detallan las características de la cuenca del Morichal La Poza, su marco geológico y como están, en el campo mediante la observación directa.

4.2 Diseño de la investigación

Arias, F. (2006) considera que “el diseño de la investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado”.

El diseño de esta investigación es de tipo documental y de campo.

4.2.1 Investigación documental

Es el proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir de los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, impresas, audiovisuales o electrónicas (Arias, F. 2006)

La investigación fue de tipo documental, ya que se indagó en fuentes bibliográficas y referencias cartográficas para obtener información que sirvió como base para dar inicio a la presente investigación. La información bibliográfica fue recopilada en libros o bibliografías, trabajos previos referentes a este tema, tales como informes de avance de las hojas cartográficas de 7537 referente a Marhuanta, a escala 1:100.000.

4.2.2 Investigación de campo

El diseño de la investigación propuesto para la elaboración de este trabajo es de campo.

Arias, F. (2006) expresa que “el diseño de investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren u ocurrieron los hechos, sin manipular o controlar alguna variable”.

Este proyecto se fundamenta en un diseño de campo, el cual se basa en recoger la información directamente del área de estudio, una vez recolectada la información, plasmarla en un mapa, con la finalidad de generar el mapa base.

Entre las actividades realizadas, están el reconocimiento geológico de la cuenca del morichal La Poza, donde se recolectaron datos de ubicación, usando un GPS.

4.3 Población de la investigación

Una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán validadas las conclusiones obtenidas en la investigación (Balestrini, M. 1997).

La población o universo está representada por el área correspondiente a la cuenca del morichal La Poza y las características principales a determinar son las físicas, químicas y bacteriológicas del agua del cauce de la misma.

4.4 Muestra de la investigación

De acuerdo con Arias, F. (2006) “una muestra es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permiten hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido”.

La muestra está representada por el número de muestras de agua extraídas del cauce del Morichal. En total, se recolectaron cuatro (4) muestras de agua.

Las muestras recolectadas fueron destinadas para su estudio físico, químico y bacteriológico. Estas muestras fueron procesadas en el laboratorio de GEOCIENCIAS.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son las estrategias y tecnologías usadas por el investigador, para recoger información.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Arias, F. (2006) define la técnica como “Un instrumento de recolección de datos de cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

Las técnicas utilizadas fueron; revisión bibliográfica, publicaciones en internet, y la observación directa, permitió identificar de forma física, los eventos o factores geológicos presentes en el área.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Son los equipos y aparatos usados para recabar información, en forma física o digital; entre ellos: Cámara fotográfica de alta resolución, recipientes plásticos esterilizados, GPS Garmin 60 Csx, Lupa de geólogo, Vehículo rústico para transporte, Imagen Asterdem.

4.6 Etapas de la investigación

A continuación, se presenta la metodología utilizada, para realizar la investigación sintetizada en un flujograma de cuatro (4) etapas (Figura 4.1).

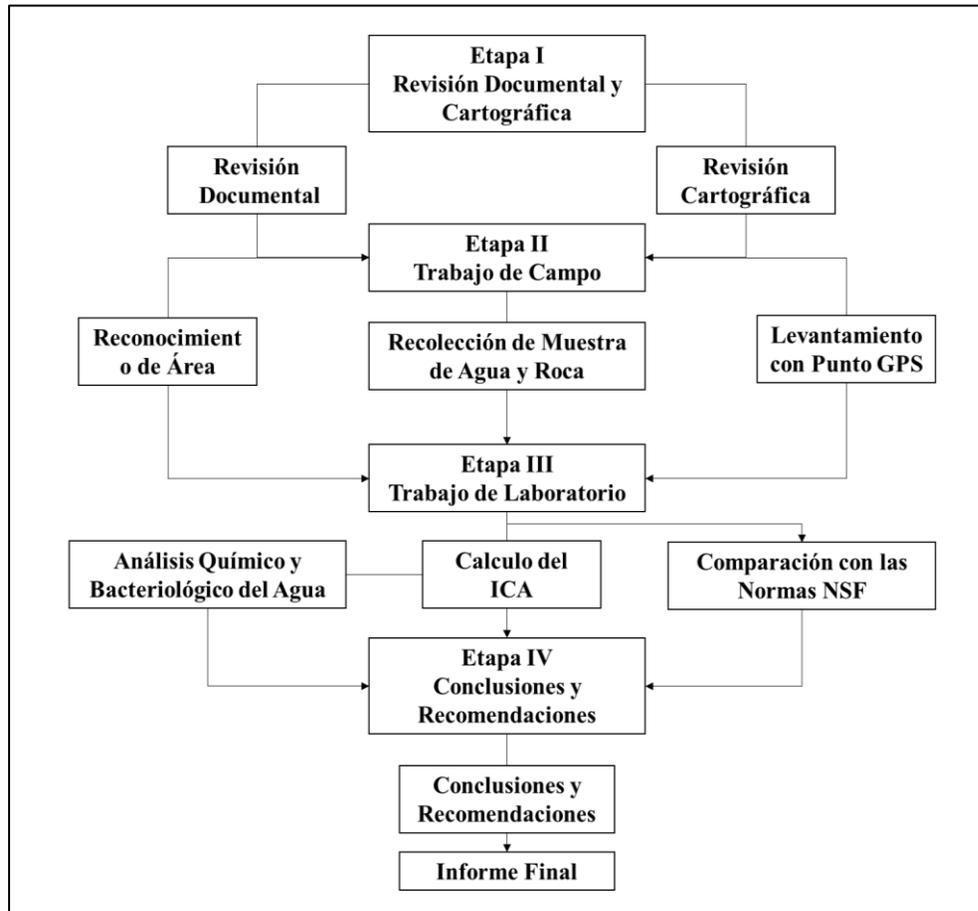


Figura 4.1 Flujograma de actividades (Lozada J., Gómez I., 2017).

4.6.1 Etapa I Revisión documental y cartográfica

Esta etapa se definió en la investigación, como el proceso de recolección de información para la construcción del proyecto, la misma se caracteriza como documental y cartográfica y tiene como finalidad garantizar la calidad de los fundamentos teóricos de la investigación.

4.6.1.1 Revisión documental

Una vez seleccionada el área de estudio, se diseñó el esquema de la investigación, la cual se ubica en la cuenca alta del morichal La Poza. Esta etapa consistió en un proceso sistemático y secuencial de recolección, selección, y análisis de contenido de material empírico, impreso y físico, entre ellas revisión de libros y tesis de grado conexos al tema de estudio, que sirvieron de fuente teórica, conceptual y metodológica para la investigación, además de utilizar la biblioteca de la Universidad de Oriente (UDO), que permitió la búsqueda de la información general.

4.6.1.2 Revisión cartográfica

Para la cartográfica de la zona de estudio se usó la hoja de catastro minero 7538, correspondiente a Ciudad Piar, a escala 1:100.000; la imagen satelital SPOT del Proyecto CARTOSUR II 7538 a color a escala 1:50.000, año 2012 y la imagen del software Google Earth 2016.

4.6.2 Identificación de las unidades litológicas

Esta etapa se realizó en campo. Se realizaron las actividades de exploración del área de estudio, tales como; reconocimiento litológico, levantamiento de puntos cartográficos con GPS, y la recolección de muestra de agua y rocas, mediante aplicación de los instrumentos de obtención de datos.

4.6.2.1 Reconocimiento del área

En este proyecto de investigación se hicieron recorridos al área de estudio a fin de identificar las unidades geológicas presentes, así como también la homogeneidad y

los límites de la cuenca del morichal La Poza. En la exploración inicialmente se hizo un reconocimiento, para la descripción de la geología local, además de tomar fotografías, identificar las condiciones del terreno; la geomorfología, ubicación geográfica del afloramiento, puntos de áreas de fácil acceso y estado de las vías (Figura 4.2).



Figura 4.2 Anotaciones de coordenadas a orillas del morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

4.6.3 Análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las muestras de agua del morichal La Poza

Se ubicaron y reconocieron puntos de muestreo de rocas y agua.

Las muestras de roca se tomaron en los afloramientos cercanos a la cuenca del morichal La Poza. El muestreo se hizo con la finalidad de conocer la variedad litológica de la zona (Figura 4.3).



Figura 4.3 Fragmentos de rocas graníticas de un afloramiento rocoso, a orillas del morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

El muestreo de aguas se realizó en cada una de las cuatro estaciones previamente seleccionadas, en la cuenca hidrográfica del morichal La Poza.

Las muestras de agua para los análisis físicos, químicos y bacteriológicos, fueron tomadas a orillas del lecho del morichal, en el canal principal, en recipientes de plásticos de tapa enroscadas de un litro, identificadas con números. Una vez recolectadas las muestras de agua, se colocaron en una cava con hielo para ser

preservados hasta su transporte a los laboratorios del Centro de Geociencias de la Universidad de Oriente en Bolívar, para sus respectivos análisis. La temperatura del agua y del ambiente fue medida in situ en cada estación de muestreo (Figura 4.4).



Figura 4.4 Recolección de muestras de agua, en el cauce principal del morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

4.6.3.1 Levantamiento con GPS de la cuenca del morichal La Poza

Durante esta etapa, también se realizó un levantamiento, con un Geoposicionador Satelital (GPSmap 60 CSx), con él se tomaron puntos geográficos con coordenadas UTM y sus respectivas elevaciones, con estos datos obtenidos se situaron los puntos de ubicación de las muestras recolectadas en campo.

4.6.4 Determinación de la calidad de las aguas del morichal La Poza

El índice resulta representar el nivel de calidad del agua en una cuenca dada, tal como un lago, río o corriente (The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003) (Figura 4.5).

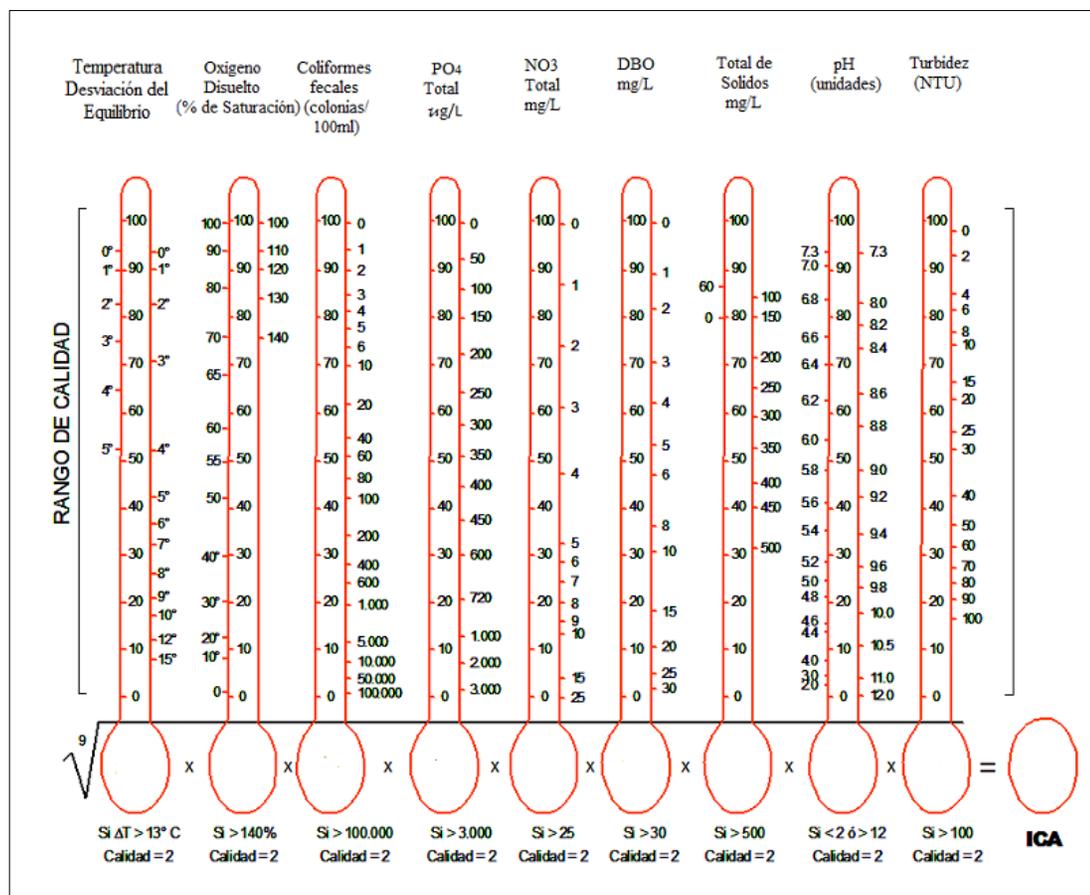


Figura 4.5 Grafico usado para el cálculo numérico del ICA de la cuenca del morichal La Poza.

El ICA usa una escala de 0 a 100 para categorizar la calidad de un agua. Una vez que el valor global del ICA se conoce, éste puede ser comparado contra la escala

mostrada en la (tabla 3.9) para determinar el estado saludable de un cuerpo de agua en un día dado.

4.6.4.1 Determinación de las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas del morichal La Poza

La metodología para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos (Modificada de Abud y Mora, 2003) fueron los siguientes:

- Análisis físico: los parámetros físicos se encuentran integrados por la temperatura, el ph y la turbidez.

Temperatura: el método implementado para la determinación de la temperatura se muestra en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Temperatura.

Método	Equipo	Aplicación
Instrumental (Lectura Directa).	Termómetro marca Hack, modelo 100/740	Aguas minerales, tratadas, residuales, domésticas e industriales

Ph: el método implementado para la determinación del Ph se define en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Ph.

Método	Equipo
Instrumental (medición directa in situ).	pHmetro Marca Hack. Modelo 100/740.

Turbidez: los parámetros implementados para la determinación de la turbidez se definen en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Turbidez.

Procedimiento de captación	Analizar la muestra en menos de 19 horas. No almacenar las muestras durante bajos períodos. Conservar en lo oscuro y agitar rigurosamente antes de analizar.
Método	Instrumental (Nefelométrico).
Límite de detección	0-100 unidades nefelométricas.
Equipo	Turbidímetro de Jackson, fuente de luz y tubos de muestras de vidrio claro y sin color
Aplicación	En aguas naturales, tratadas, residuales, domésticas e industriales.
Reactivo	Agua exenta de turbiedad y Sulfato de hidracina.

- Análisis químico: integrado por el Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Oxígeno Disuelto (OD): para este se empleó la metodología definida a continuación.

Tabla 4.4 Oxígeno disuelto

Procedimiento de captación	Analizar prontamente la muestra, enfriándola a 4° C. si el análisis se va a realizar en las primeras 2 horas después de su captación, no se necesita enfriar. No analizar con más de 24 horas después de captada la muestra.
Método	Winkler-Titulación
Límite de detección	□ 50 □g/L.
Equipo	Botellas para el muestreo y la incubación de 300 ml y pipetas con punta alargada
Aplicación	aguas naturales y residuales que no contengan nitrito de nitrógeno, ni hierro ferroso en altas concentraciones
Reactivo	Sulfato de manganeso, Hidróxido de sodio, Yoduro y nitrato de sodio anhidro, Ácido sulfúrico, Almidón soluble, Cloroformo, Fluoruro de potasio 2H ₂ O, Tiosulfato de sodio, Biyodato y yoduro de potasio, Ácido sulfúrico 10%, Óxido de fenilarsina (PAO)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

Tabla 4.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Procedimiento de captación	Analizar prontamente la muestra, enfriándola a 4° C. si el análisis se va a realizar en las primeras 2 horas después de su captación, no se necesita enfriar. No analizar con más de 24 horas después de captada la muestra.
Método	Incubación
Límite de detección	0,5 mg/L.
Equipo	Frascos de incubación de 250-300 ml. con tapa de asiento esmerilado, Incubación seca.
Aplicación	Aguas naturales, desechos líquidos, domésticos e industriales.
Reactivo	Fosfato de potasio monobásico, Fosfato de potasio dibásico, Fosfato de sodio dibásico 7H ₂ O, Cloruro de amonio, Sulfato de magnesio 7H ₂ O, Cloruro de calcio, Cloruro férrico 6H ₂ O, Sulfito de sodio, Inhibidor de nitrificación, Glucosa, Ácido glutámico.

- Análisis bacteriológicos: el análisis bacteriológico está integrado por Coliformes totales (número más probable, NMP), Coliformes fecales (NMP)

Coliformes totales (número más probable, NMP):

Tabla 4.6 Coliformes totales

Método	Tubos multiples
Equipo	Tubos de fermentación, Medidor de pH, Equipo de vidriería en general, Incubadoras, Baño de María, Aguja de incubación ligeramente curvada en la punta, Asa metálica estéril de 3 mm.
Reactivo	Caldo con lauril triptosa, Caldo lactosado de bilis verde brillante, Agar eosina, Azul de metileno, Oxalato de amonio cristal violeta, Yoduro de potasio, Agua destilada, Safranina, Alcohol etílico 95%, Acetona.

Coliformes fecales (NMP):

Tabla 4.7 Coliformes fecales

Métodos	Tubos múltiples
Equipo	Tubos de fermentación, Medidor de pH, Equipo de vidriería en general, Incubadoras, Baño de María, Aguja de incubación ligeramente curvada en la punta, Asa metálica estéril de 3 mm.
Reactivos	Caldo laptosado de bilis verde amarillenta, Lactosa, Triptona, Cloruro de sodio, Salicina, Tritón x-100 de la Rohn and Haas Co, Agua destilada.

4.6.5 Elaboración del mapa de ICA de la Cuenca del Morichal La Poza

Para la elaboración del mapa de muestreo, se preparó, en primer lugar, un mapa topográfico de la cuenca hidrográfica del morichal La Poza, según las hojas cartográficas anteriormente citadas.

A partir de estos mapas, y previamente levantada la información de campo en cuanto a los rasgos geológicos y datos de laboratorio, se elaboraron el mapa de muestreo de la cuenca y el mapa de índice de calidad de las aguas. Luego se procedió a digitalizar los mapas con la ayuda del software AutoCad 2012.

4.6.6 Interpretación de los resultados

Esta etapa permitió corroborar la existencia real de los datos colectados durante la etapa de recopilación bibliográfica y cartográfica, puesto que se mide cualitativamente y cuantitativamente los elementos analizados. Se recopiló valiosa información, la cual se utilizó para la corrección y elaboración del mapa topográfico definitivo. Subsiguientemente, en esta fase se integró toda la información recopilada y generada en todas las etapas anteriores, de la cuenca media del morichal La Poza,

llevando a cabo la caracterización geológica y química de la cuenca, así como también, las conclusiones y recomendaciones.

4.6.6.1 Conclusiones y recomendaciones

Una vez procesada, recopilada y analizada la información generada en base a los objetivos propuestos, se procedió a determinar todos los elementos característicos; documentales, de campo e interpretación de los resultados, se presentan las conclusiones y recomendaciones: conclusiones respectivas que se han encontrado en la investigación, así como las recomendaciones a considerar a la hora de realizar trabajos similares.

4.6.6.2 Redacción del informe final

Ya culminadas las etapas que conforman la metodología de trabajo, y luego de examinar los análisis de los resultados, cumpliendo con los objetivos establecidos, se llevó a cabo la organización del informe final, tomando en cuenta las normas establecidas en el manual para la elaboración de trabajos de grado de la Universidad de Oriente.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Identificación de las unidades litológicas presentes en la cuenca del Morichal La Poza, mediante el reconocimiento geológico de superficie

En el área de estudio se identificaron dos unidades geológicas: Formación Mesa y Sedimentos Recientes.

5.1.1 Formación Mesa

Es la unidad predominante, constituye ya casi el 80% del área. La Formación Mesa se caracteriza por estar constituida por una secuencia de sedimentos no consolidados como gravas, arenas, limos, arcillas y facies mixtas (arenas limosas y arcillosas) que se disponen ligeramente inclinados a sub-horizontalmente y con relación interdigitada.

En la cuenca del morichal La Poza, se observaron dos horizontes, una parte superior de color generalmente rojizo, producto de la lixiviación del hierro y comprende una secuencia de arcillas limonitas y arenas bien estratificadas la cual presenta concreciones de hierro, y una parte inferior que esta menos afectada por la lixiviación y presenta estratos de limo arcillas y arenas de tonos claros.

La formación se depositó discordantemente sobre las rocas Precámbricas del Complejo de Imataca y localmente sobre los gneises cuarzo-feldespáticos que caracterizan el área de estudio.

5.1.2 Sedimentos recientes

Los sedimentos recientes se caracterizan por aluviones y aluviones que conforman estos sedimentos y se extienden por toda el área de la cuenca, preferentemente en áreas adyacentes al cauce del morichal. La mayoría de los sedimentos son areno-limosos, de color amarillento, originados por la disgregación de los sedimentos no consolidados de la Formación Mesa y la meteorización de los gneises cuarzo-feldespáticos del Complejo de Imataca. Estos sedimentos son arrastrados por el agua de escorrentía, el viento y la gravedad a niveles inferiores hasta ser encauzados. Con la pérdida de energía por la caída del gradiente de altitud, el morichal erosiona lateralmente sus márgenes desarrollando pequeñas planicies aluvionales de sedimentación arenosa; esto ocurre con mayor intensidad durante las inundaciones periódicas.

5.2 Análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas del Morichal La Poza, mediante análisis de laboratorio

La información basada en los resultados obtenidos en el presente trabajo fue analizada bajo una línea de referencia de comparación con los valores que se estipulan en la Gaceta oficial N° 5021 “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Aguas y Vertidos o Efluentes Líquidos”, de acuerdo a las características físicas, químicas y bacteriológicas.

El muestreo de agua se hizo durante el periodo lluvioso (Julio, 2017). Durante los recorridos se recolectaron cuatro (4) muestras de agua, las cuales se ubicaron en las siguientes coordenadas (Tabla 5.1 y figura 5.1).

Tabla 5.1 Ubicación de las muestras de agua recolectadas en el cauce del Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

Puntos	Norte	Este
M-1	888.312	440.123
M-2	887.432	438.011
M-3	888.683	437.265
M-4	887.078	436.132



Figura 5.1 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo realizados en el Morichal La Poza (Imagen satelital Google Earth, 2018)

5.2.1 Parámetros físicos

Los resultados de los parámetros físicos: turbidez, temperatura ambiente y temperatura del agua, determinados para cada muestra colectada.

La tabla 5.2 resume los valores obtenidos para las mediciones de los parámetros físicos realizados a las muestras de agua de la cuenca del morichal La Poza.

Tabla 5.2 Parámetros físicos, determinados en el Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Turbidez (UNT)	110	110	120	120
Temperatura ambiente (°C)	27.0	27.0	27.0	27.0
Temperatura H2O (°C)	25.0	25.0	25.0	25,0

5.2.1.1 Turbidez

Los resultados de turbidez oscilaron entre de 110 UNT, hacia las nacientes y 120 UNT, hacia la parte media de la cuenca y los mismos fueron obtenidos durante la época de lluvia, a lo largo del recorrido de la cuenca.

Al revisar este intervalo de turbidez, con el rango permitido de 250 UNT, como proporción aceptable según decreto N° 883 (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 11 de octubre de 1995), se concluye que el parámetro turbidez está dentro de los límites establecidos por la norma.

5.2.1.2 Temperaturas

Los valores de la temperatura del agua se mantuvieron constantes en 25 °C. Por otra parte, la temperatura ambiental se mantuvo en 27°C. Las lecturas de temperatura son más propensas a cambios, puesto que, una corriente de aire desplazada hacia el sitio de medición, provoca un cambio en la lectura.

5.3.2 Parámetros químicos

Analizando los valores de los diferentes parámetros químicos estudiados en este trabajo, se encontraron los siguientes resultados (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Parámetros químicos determinados en el Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Unidades
PH	7.47	7.48	7.45	7.46	-
DBO _{5,20}	10.28	10.97	11.29	12.36	Mg/l
OD	2.83	2.57	2.41	2.07	Mg/l
Nitratos	15.36	16.13	16.32	16.82	Mg/l
Fosfatos	0.05	0.05	0.05	0.07	Mg/l
Sólidos totales	247	259	273	294	Mg/l

5.2.2.1 PH

Los valores de PH registrados en la tabla 5.3 en las aguas de la cuenca del morichal La Poza, para cada una de las estaciones estudiadas es decir desde la estación (1) hasta la estación (4), son de carácter ácido, encontrándose resultados que se explican debido al material lixiviado procedente de los canales de descarga al cauce del morichal, también se asocian al aporte de minerales provenientes de los sedimentos de la Formación Mesa.

5.2.2.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5,20

Los valores para este parámetro se ubicaron entre 10,28 mg/L en la estación 1 y 12,36 mg/L, en la estación 4. Según Decreto Ejecutivo 883 Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 11 de octubre de 1995, la DBO del morichal La Poza está en el rango de aceptable.

5.2.2.3 Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto indica la “salud” del agua. Un río sano supera los 8 mg/l. y los peces mueren cuando hay menos de 4,5mg/l. De las cuatro muestras analizadas, los valores de oxígeno disuelto observados en las estaciones se encuentran en el rango de 2.83 mg/l, en la estación 1 y 2.07 mg/ en la estación 4. El limite permisible es (> 4mg/l), según Decreto Ejecutivo 883, por lo tanto, el parámetro OD está `por debajo del rango, o fuera del rango aceptable.

5.2.2.4 Nitratos

Los valores del elemento nitrato registrados en la tabla 5.2 de las estaciones estudiadas se encuentran en el rango de 15.36 mg/l, en la estación 1 y 16.82 mg/l, en la estación 4. Estos altos valores, puede ser asociado al arrastre de sedimentos contaminados y a la actividad biológica existente en el área de estudio.

Al comparar estos valores, con los de la Gaceta Oficial 5021; se observa que se encuentran por encima del límite permisible (10mg/l.). Esto indica que el parámetro nitrato, está en el rango de no aceptable.

5.2.2.5 Fosfato

Los valores de fosfato para las diferentes estaciones estudiadas se encuentran en un rango entre 0,05ml/l a 0,07 mg/l, diferencia que puede ser asociada al aporte de las aguas negras y a los procesos de meteorización y lixiviación de las rocas potadoras de fósforo procedentes de la erosión del suelo. Al comparar estos valores con la norma, se mantienen por debajo y están dentro del rango de aceptación.

5.2.2.6 Sólidos Totales

Los valores de sólidos totales se encuentran en el rango entre 247 mg/l, en la estación 1 y 294 mg/l, en la estación 4; siendo estos valores muy por debajo de acuerdo al límite permisible el cual es hasta 1300mg/l, según Decreto 883 su incremento está en función del aporte de las aguas residuales, a los sedimentos y sólidos arrastrados al cauce del río.

5.2.3 Parámetros bacteriológicos

Los resultados arrojados por los análisis bacteriológicos mostrados en la tabla 5.4 realizados a las aguas del morichal La Poza, demuestran la presencia de grupos de coliformes fecales en los coliformes totales encontrados para cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 5.4 Parámetros bacteriológicos, determinados en el Morichal La Poza (Lozada J., Gómez I., 2017).

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Unidades
Coliformes fecales	2.2×10^2	2.2×10^2	5.2×10^2	5.2×10^2	(NMP/100ml)
Coliformes totales	3.5×10^3	4.1×10^3	5.9×10^3	6.2×10^3	(NMP/100ml)

5.2.3.1 Coliformes fecales

Los valores de los coliformes fecales presentados en la tabla 5.4, se mantienen constante en las estaciones 1 y 2 (2.2×10^2 NMP/100 ml de agua) y en las estaciones 3 y 4 se duplican a 5.2×10^2 NMP/100ml de agua.

5.2.3.2 Coliformes totales

Presentó un rango de 3.5×10^3 NMP/100 ml de agua, en la estación 1; con un incremento en las otras estaciones, hasta 6.2×10^3 NMP/100 ml de agua en la estación 4.

La diferencia se interpreta debido a la presencia de microorganismos producto de la descomposición de materia vegetal.

5.2.4 Resumen comparativo de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas del Morichal La Poza y el Decreto Ejecutivo 883

En la Tabla 5.5 se hace una comparación de los valores fisicoquímicos y bacteriológicos determinados en las muestras de agua del morichal La Poza.

Tabla 5.5 Comparación de las variables fisicoquímica y bacteriológica, con el decreto 833 (Lozada J., Gómez I., 2017).

Parámetro	M-1	M-2	M-3	M-4
Turbidez (UNT)	110	110	120	120
Temperatura ambiente (°C)	27.0	27.0	27.0	27.0
Temperatura H ₂ O (°C)	25.0	25.0	25.0	25.0
PH	7.47	7.48	7.45	7.46
DBO _{5,20}	10.28	10.97	11.29	12.36
OD	2.83	2.57	2.41	2.07
Nitratos	15.36	16.13	16.32	16.82
Fosfatos	0.05	0.05	0.05	0.07
Sólidos totales	247	259	273	294
Coliformes fecales	2.2 x10 ²	2.2 x10 ²	5.2 x10 ²	5.2 x10 ²
Coliformes totales	3.5 x10 ³	4.1 x10 ³	5.9 x10 ³	6.2 x10 ³

Al comparar los valores fisicoquímicos y bacteriológicos determinados, con el decreto 833, solo cumple con el criterio de un agua del subtipo 1-C.

5.4. Determinación de la calidad de las aguas del Morichal La Poza, empleando las normas de índice de calidad de agua (ICA), del “The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003”.

Al determinar el índice de calidad del agua para cada una de las estaciones estudiadas a lo largo del cauce del morichal La Poza, se tomaron en consideración los parámetros de: temperatura del ambiente y del agua, pH, turbidez, sólidos totales,

oxígeno disueltos, nitratos, fosfatos y coliformes fecales, según la hoja de cálculo de “The National Sanitation Foundation”.

El Apéndice B muestra el cálculo del índice de calidad del agua (ICA), obtenido para cada estación tomada del morichal La Poza, en época de invierno, 2017. Para computar el índice, se calcula la raíz novena del producto de todos los valores de rango de calidad (Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Valores del ICA correspondiente a cada estación y clasificación del agua (Lozada J., Gómez I., 2017).

Parámetros	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
ICA	48.72	43.36	36.05	30.21
Evaluación	M A L A			

En general, los resultados obtenidos se encuentran en un rango de (ICA entre 48.72 a 30.21), se considera que estas aguas son de calidad mala.

5.4 Elaboración del mapa de índice de calidad de las aguas, con la finalidad de la ubicación de las zonas de mayor sensibilidad ambiental

Una vez obtenido los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas del morichal La Poza, se determinó mediante el índice de calidad de agua (ICA) que el agua se encuentra entre 48.72 % para la naciente y 30.21 % para la desembocadura, dichos valores según la NSF pertenecen al rango de aguas de mala calidad. Figura 5.2 (Anexo 1).

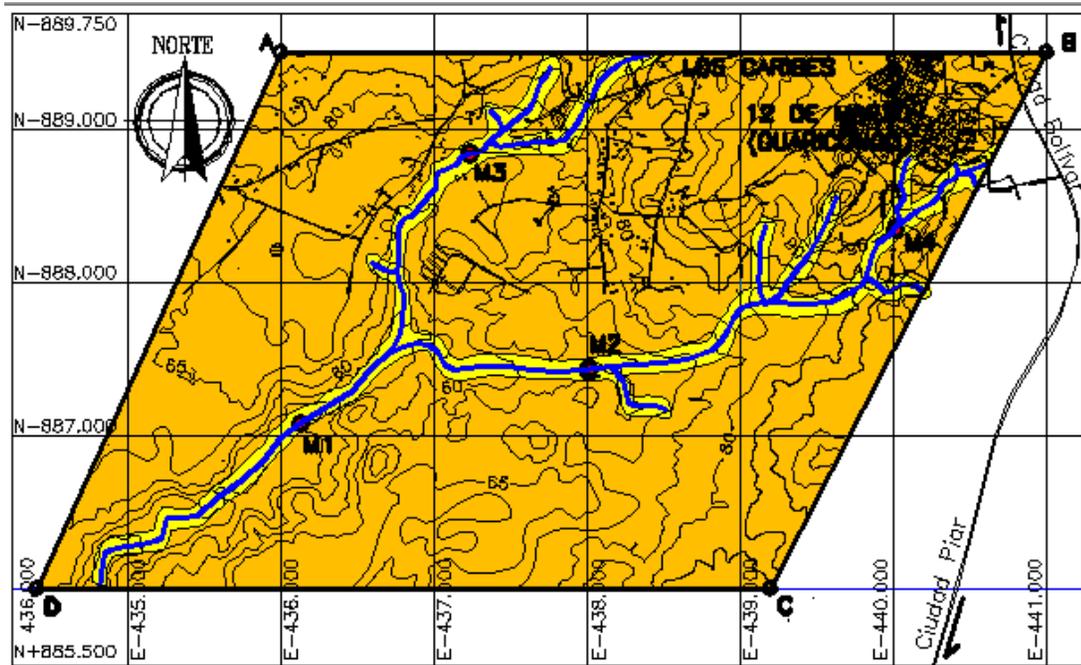


Figura 5.2 Mapa del ICA de las zonas con mayor sensibilidad ambiental.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Mediante la geología de superficie, se pudieron identificar 2 unidades litológicas en la cuenca del morichal La Poza. Estas son la Formación Mesa y los sedimentos recientes. La Formación Mesa es la unidad predominante, constituye el 80% del área, se caracteriza por presentar dos horizontes, una parte superior de color generalmente rojizo, producto de la lixiviación del hierro y comprende una secuencia de arcillas limonitas y arenas bien estratificadas la cual presenta concreciones de hierro, y una parte inferior que esta menos afectada por la lixiviación y presenta estratos de limo arcillas y arenas de tonos claros.

2. Los sedimentos recientes representan el 20 % del área, son areno-limosos, de color amarillento, originados por la disgregación de los sedimentos no consolidados de la Formación Mesa y la meteorización de los gneises cuarzo-feldespáticos del Complejo de Imataca.

3. Los análisis físicos indican que las temperaturas, tanto de agua, como ambiental, se mantuvieron constantes. La turbidez se encuentra por encima del límite permisible, de acuerdo al marco legal venezolano.

4. Los valores de los parámetros químicos PH, registrados en las aguas del morichal La Poza, para cada una de las estaciones estudiadas, son de carácter ligeramente ácido, en el rango de 7.45 a 7.48. De igual forma, los valores promedios de DBO (11.32 NMP/100 ml de agua) y OD (2.45 NMP/100 ml de agua) se encuentran por encima del valor permitido.

5. Las concentraciones del elemento fosfato, se mantuvo constante en las estaciones de muestreo (0.05 mg/l), lo que implica pocos cultivos de la tierra; mientras que el elemento nitrato aumenta discretamente, desde la estación 1 a la 4; todos por encima de los valores permisibles.

6. La caracterización bacteriológica de las aguas del morichal La Poza indica valores elevados de coliformes fecales y totales, por lo tanto, estas aguas no son aptas para consumo humano, ni para otros fines, ya que potencialmente pueden generar enfermedades gastrointestinales.

7. Los valores calculados del I.C.A de la cuenca del morichal La Poza, oscilaron en entre 48.72, en la estación número 1 y 30.21 en la estación número 4 de acuerdo con la clasificación de NSF International, 2003; esta agua se clasifica como mala y 1-C, Según el decreto N° 883 (1995). Si se quiere dar usa a estas aguas, primeramente, deben ser tratadas por procesos de potabilización no convencionales.

8. El mapa del Índice de Calidad de Agua (ICA) del morichal La Poza, indica que el agua es de categoría MALA, desde las nacientes y va desmejorando, aguas abajo, hasta donde se hizo el muestreo.

Recomendaciones

Las aguas del morichal La Poza, no puede ser suministrada directamente para consumo humano sin antes ser tratada. Se recomienda su tratamiento por procesos no convencionales tales como filtros percoladores y lagunas de oxidación, siendo esta ultima la más recomendada por ser la más económica.

1. Se recomienda hacer un llamado de conciencia a los habitantes que están ubicados en la cuenca del morichal, para mantener limpio los alrededores, y de esta manera mejorar la calidad del agua. Adicionalmente, desarrollar programas de educación ambiental ciudadana, dirigida a los diferentes grupos poblacionales.

2. Se recomienda la construcción de una planta de tratamiento de agua, con el fin de acondicionar las descargas de aguas servidas.

3. Se recomienda prohibir terminantemente la extracción de arena dentro del río, en la parte media y bajas de la cuenca, porque esto aceleraría el desarrollo de cárcavas, una vez que el río compense los volúmenes de materiales extraídos.

REFERENCIAS

Abud, J. y Mora, V. (2003) **CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL RÍO SAN RAFAEL EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA Y LLUVIA (2000-2002), CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de ascenso inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra y Ciencias de la Salud, pp 23-56.

Aguirre P., López C., y Palmer Y. (1992), **DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS SAN RAFAEL, BUENA VISTA, CAÑAFÍSTOLA, OROCOPICHE Y MARHUANTA.** Trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Geología y Minas, pp 17-69.

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, 5ta. Edición, Editorial Episteme, pp 12-54.

Balestrini, M. (1997) **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACION.** Caracas: O B.L Consultores P 222.

Blanco, L. (1991) **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOHIDROLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LA CUENCA DEL RÍO CAÑAFISTOLA.** Trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, pp 18-74.

C.V.G – TECMIN, C.A. (1994) **INFORME GEOLÓGICO DE AVANCE:** Hoja NB 19-4 y NB 19-8. Circulación interna.

Gutiérrez, E y Pérez, K. (2001) **CARACTERIZACION GEOLÓGICA Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS SAN RFAEL, SANTA BARBARA Y BUENA VISTA, EN CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias de la Tierra. Inédito, pp 22-67.

González de Juana, C. De Iturralde, J. y Picard, X. (1980) **GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLIFERAS.** Caracas

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2000). **PROYECTO CARTOSUR.** Boletín Informativo.

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2005). **I CURSO INTERNACIONAL DE CAPACITACIÓN INTERPRETACIÓN DE ORTOIMÁGENES DE RADAR.** Boletín geográfico N° 22.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y DE LOS RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA (Y su relación con el Escudo Suramericano).** HECLA. Venezuela.

Mora, V. y Abud, J. (2004) **CUENCA DEL RIO SAN RAFAEL, ESTADO BOLIVAR. PARTE II: CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DEL AGUA DEL RIO EN LAS ÉPOCAS DE SEQUIA Y LLUVIA (2000-2002).** Revista geominas, volumen 32, No.35. Diciembre 2004, pp 69-74.

Microsoft Corporación (1993-2003), **BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT ENCARTA.**

República Bolivariana de Venezuela – Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (2003), **DECRETOS DE AGUA: REVISIÓN DEL DECRETO 883 (30-06-2003)**, ([http:// www.marnr.gov.ve/Leyes/D_agua.html](http://www.marnr.gov.ve/Leyes/D_agua.html)).

The National Sanitation Foundation-NSF International, (2003) **WATER QUALITY INDEX**. Consulta el 10 de Julio de 2011 www.nsfconsumer.org/environment/wqi.asp.

Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA**. Pearson Educación, S.A. 8va Edición. pp 291-299.

APÉNDICES

A. Resultados de los análisis realizados por Centro de Geociencias de la Universidad de Oriente a los sedimentos recientes y a las aguas del Morichal La Poza, correspondientes al periodo lluvioso de 2017.



Solicitante: JOSÉ GREGORIO LOZADA

Muestra: Agua

Lugar: Morichal la Poza, Sector Cardozo Municipio Heres, Estado Bolívar

Fecha: 21 / Julio / 2017

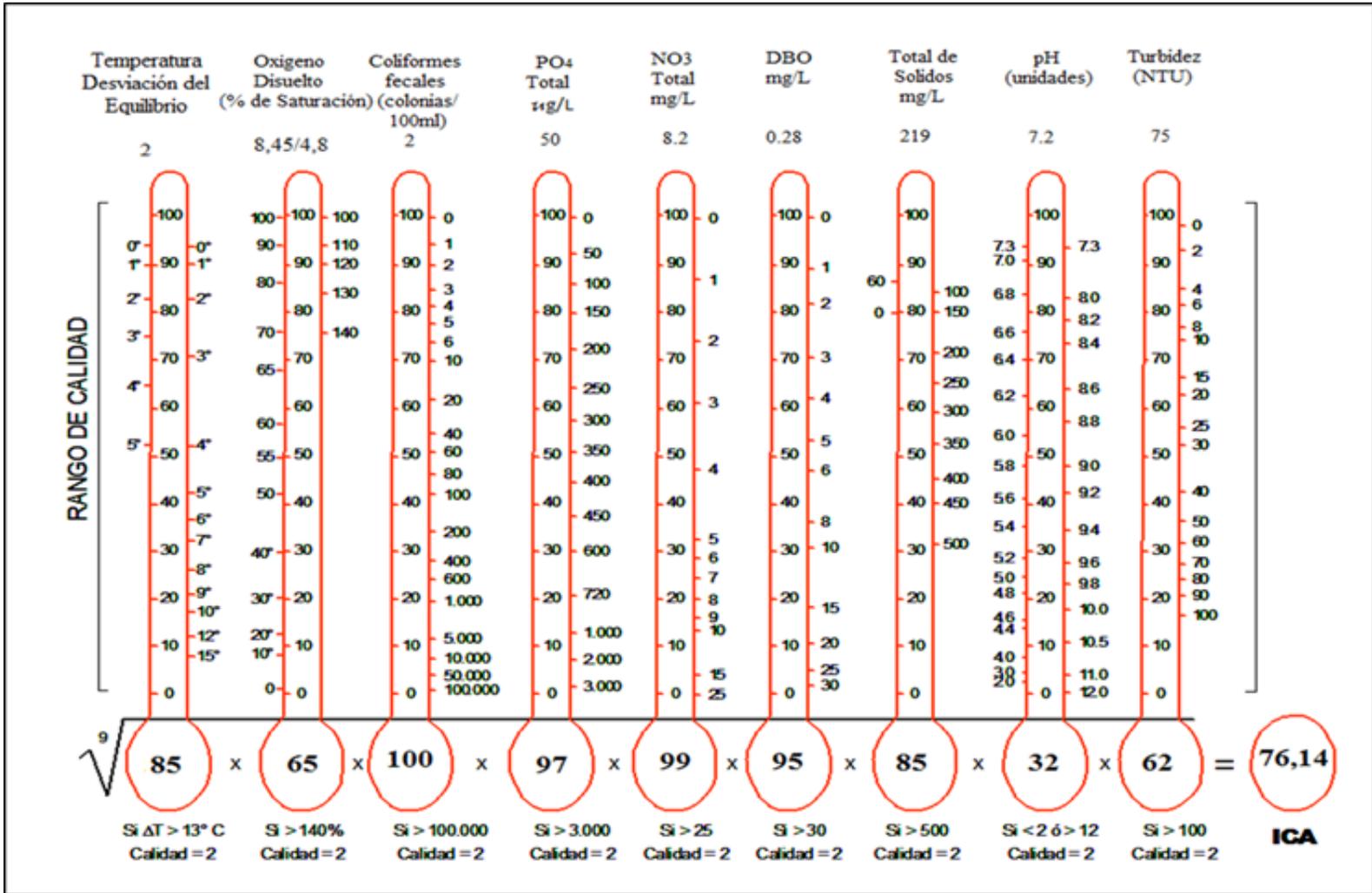
a. A.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

PARÁMETRO	M -1	M -2	M -3	M -4	UNIDADES
Temp. Agua	25	25	25	25	·C
Temp. Amb	27	27	27	27	·C
PH	7.47	7.48	7.45	7.46	-----
Turbidez	110	110	120	120	U.T.N
Nitrato	15.36	16.13	16.32	16.82	mg/l
Fosfato	0.05	0.05	0.05	0.07	mg/l
OD	2.83	2.57	2.410	2.071	mg/l
DBO	0.28	10.97	11.29	12.36	mg/l
Sólidos totales	247	259	273	294	mg/l
Coli, Fecales	2.2×10^2	2.2×10^2	5.2×10^2	5.2×10^2	NMP/100ml
Coli, Totales	3.5×10^3	4.1×10^3	5.9×10^3	6.2×10^3	NMP/100ml

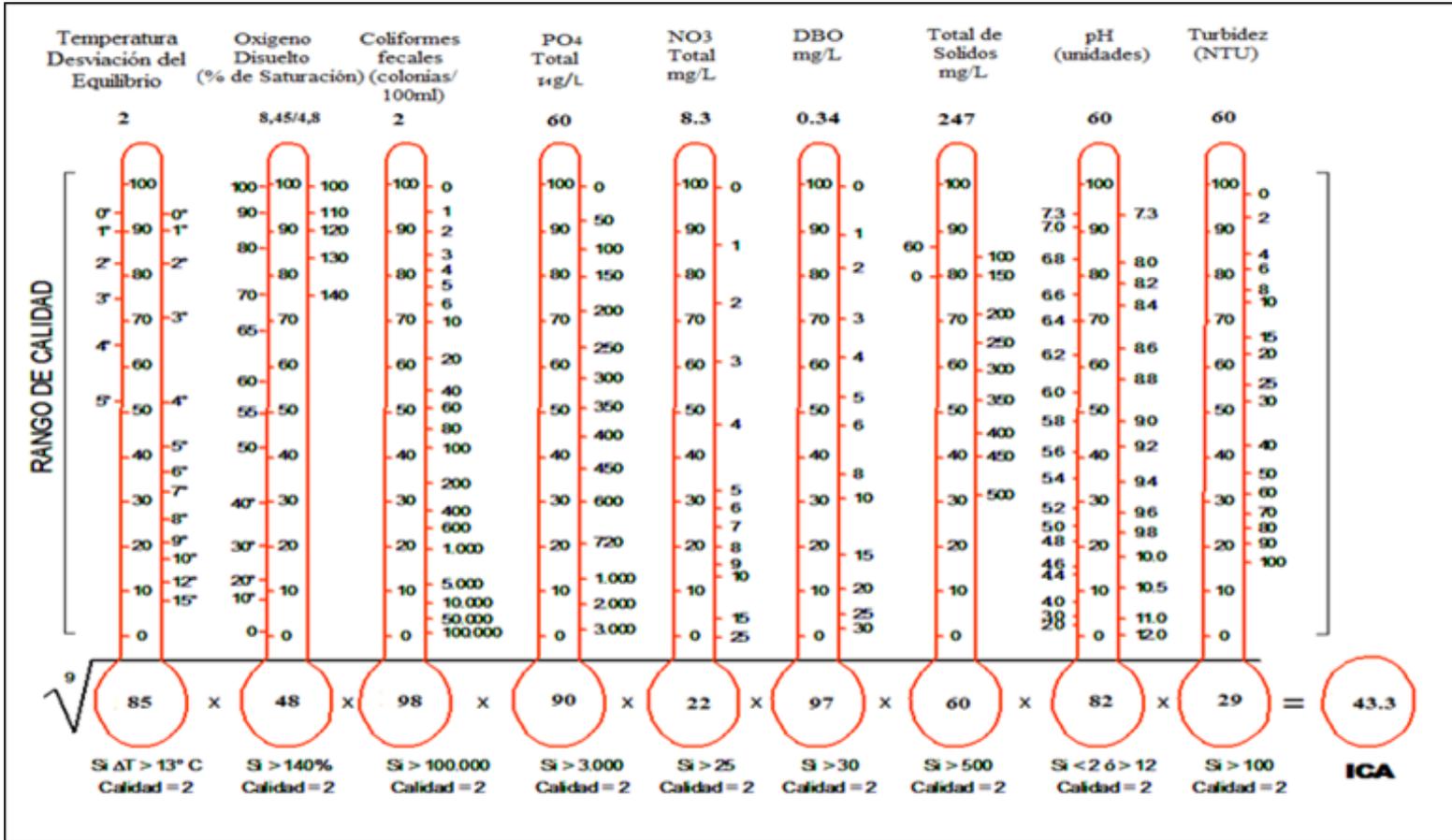
DEL PUEBLO VENIMOS /HACIA EL PUEBLO VAMOS

Calle san Simón, Campo Universitario J.N.Perfeti-la sabanita-Ciudad Bolívar

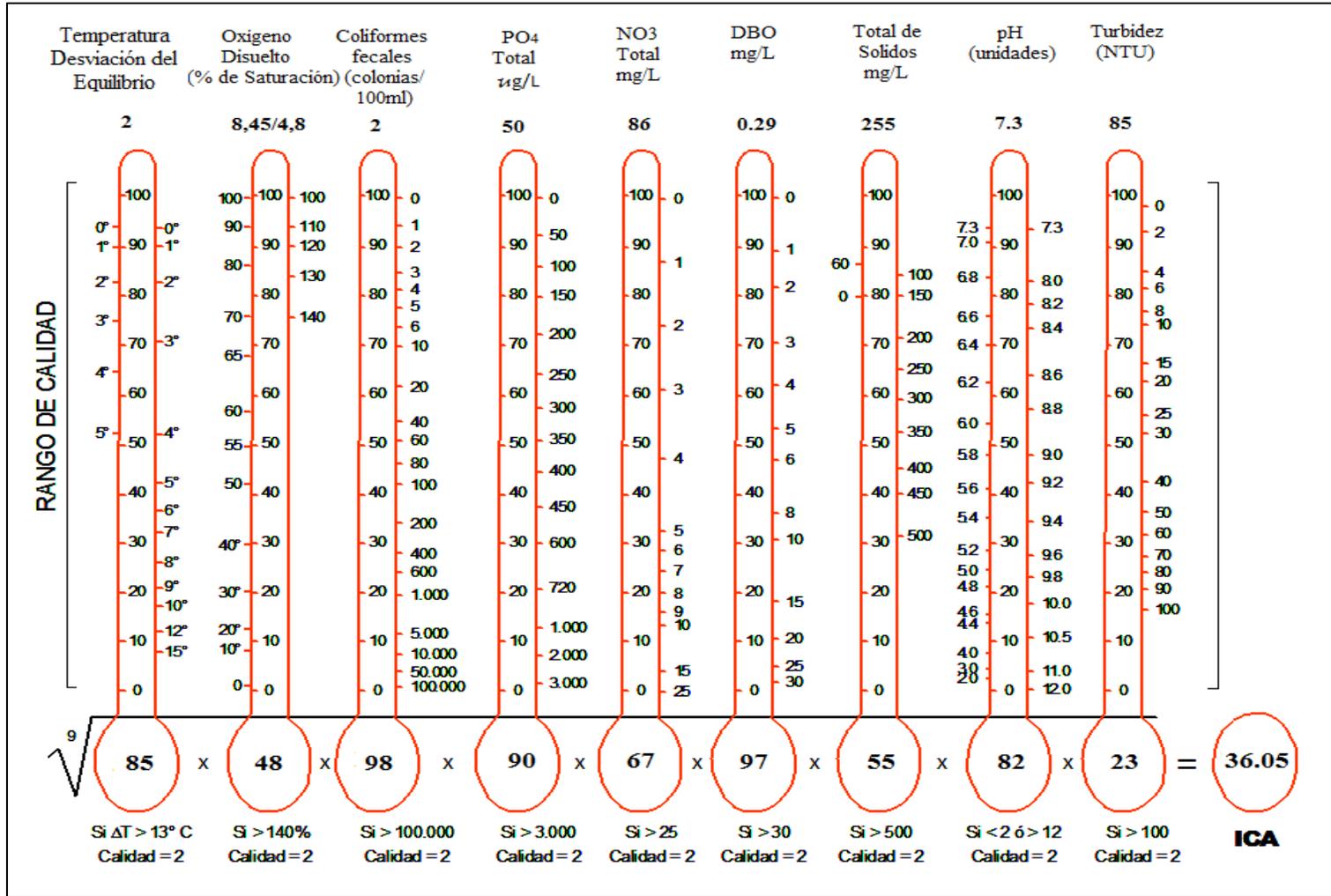
B. Índices de calidad de las aguas (ICA)



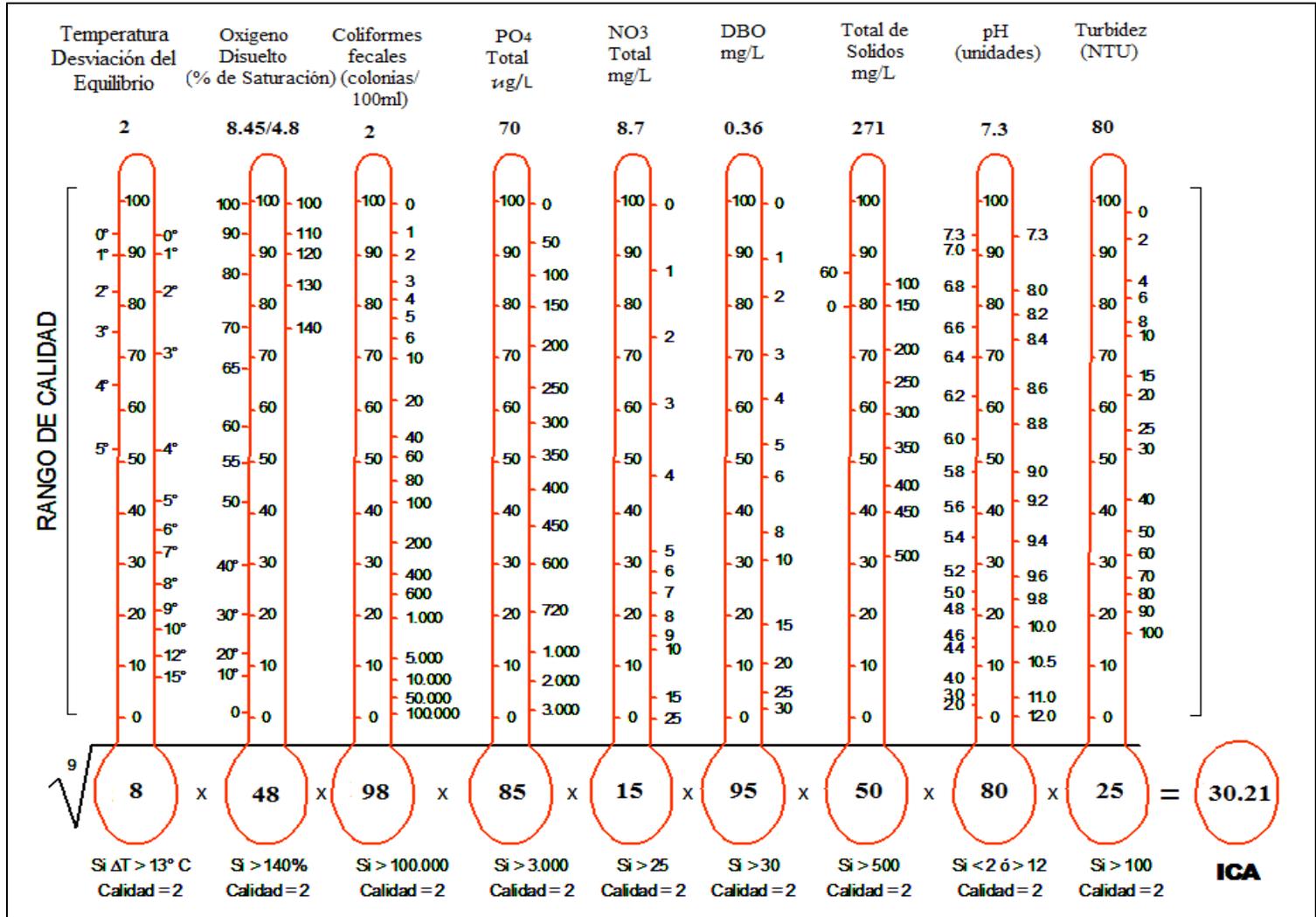
a. B.1 Estación 1. Morichal la Poza.



a. B.2 Estación 2. Morichal la Poza

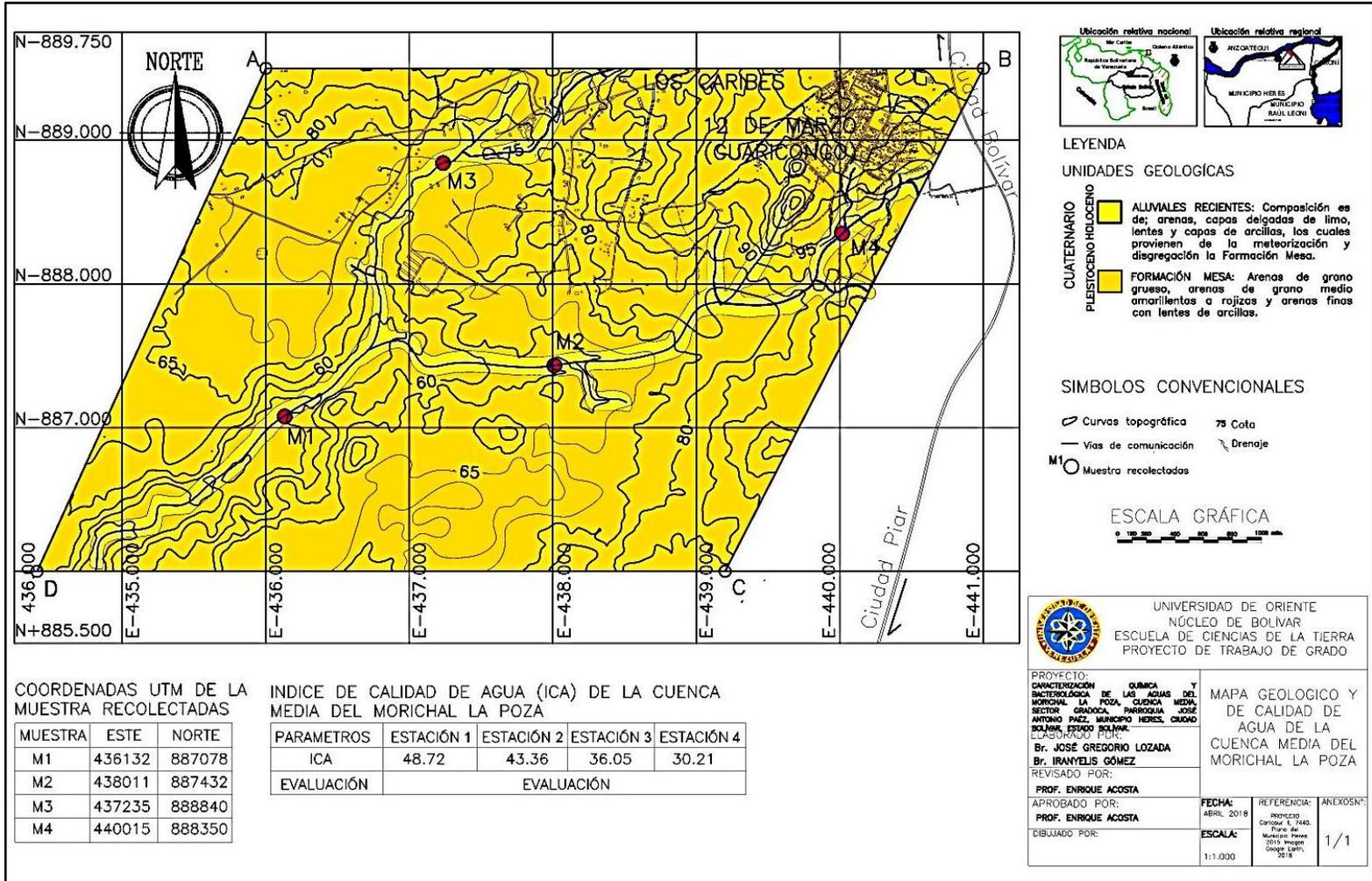


a. B.3 Estación 3. Morichal la Poza



a. B.4 Estación 4. Morichal la Poza

ANEXOS



Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS AGUAS DEL MORICHAL LA POZA, CUENCA MEDIA, DURANTE EL PERIODO DE LLUVIA, 2017; SECTOR GRADOCA, PARROQUIA JOSÉ ANTONIO PÁEZ, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Lozada Luces José Gregorio	CVLAC	20.772.130
	e-mail	pemon20772130@
	e-mail	
Gómez Alvillar Iranyelis Fabiola	CVLAC	21.007.822
	e-mail	fabi_23agos@hotmail
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Caracterización de aguas
Ensayos de laboratorio
Cálculos del índice de calidad
Normas de calidad del agua
Características naturales

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Geología	Cuencas
Geología ambiental	Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas

Resumen (abstract):

Se realizó la caracterización físicoquímica y bacteriológica de las aguas de la cuenca media del morichal La Poza, en época de lluvias, ubicada hacia el sur del estado Bolívar, sector Gradoca, Parroquia José Antonio Páez. El proyecto fue concebido, bajo un diseño documental y de campo. El aspecto documental comprendió la revisión y comparación de los resultados obtenidos, con los valores reportados por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR), en la gaceta oficial 5021, referente a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y Vertidos Efluentes Líquidos (1995)”, el decreto N° 883 (1995); el Índice de Calidad del Agua (ICA), se estableció mediante la tabla del The National Sanitation Foundation-NSF International, 2003. La parte de campo comprendió la caracterización geológica de la cuenca. En la cuenca se observaron dos unidades litológicas principales: la Formación Mesa y los sedimentos recientes. La Formación Mesa cubre el 80 % del área y está constituida 2 capas de sedimentos no consolidados; una capa superior de color generalmente rojizo y la otra capa inferior que está menos afectada por la lixiviación y presenta estratos de limo arcillas y arenas de tonos claros. La segunda unidad consta de aluviones sobre las llanuras de inundación de los meandros del morichal, constituidos mayormente por sedimentos areno-limosos. Durante los recorridos, de la cuenca, también se recolectaron cuatro (4) muestras de agua; a las cuales se les practicaron análisis físico-químicos y bacteriológicos de turbidez, temperatura, Ph, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto (OD), sólidos totales, sulfuros, nitratos, coliformes totales y fecales; con el fin de obtener valores, que determinasen la calidad del agua. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de GEOCIENCIAS. Los valores determinados del Índice de Calidad de las Aguas (ICA), del morichal La Poza, oscilaron entre 48.72, en la estación más cercana a las nacientes (Estación N° 1) y 30.21 en la estación más próxima a la desembocadura (Estación N° 4). De acuerdo con la clasificación de NSF International, 2003; esta agua se clasifica como mala y 1-C, Según el decreto N° 883 (1995); Si se quiere dar uso a estas aguas, se recomienda primeramente, tratadas por procesos de potabilización no convencionales.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL /	Código CVLAC / e-mail
Acosta, Enrique	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.082.874
	e-mail	acosta.enrique176@gmail.com
	e-mail	
Romero, Ana	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	17.045.333
	e-mail	anateresaromerol@gmail.com
	e-mail	
Di Felice, Amado	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	10	26

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS AGUAS DEL MORICHAL LA POZA

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Sector Gradoca, parroquia José Antonio Páez, Municipio Heres, Estado Bolívar.

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo:

Geología e Ing. Geológica

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pregrado

Área de Estudio:

Geología ambiental

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE	
SISTEMA DE BIBLIOTECA	
RECIBIDO POR	<i>[Firma]</i>
FECHA	5/8/09
HORA	5:30

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario

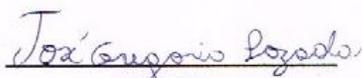


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

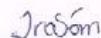
JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –
6/6

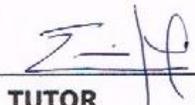
Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."



AUTOR
José G. Lozada L.
C.I.: V-20.772.130



AUTOR
Iranyelis F. Gómez A.
C.I.: V-21.007.822


TUTOR
Enrique Acosta