

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



**ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO Y  
GEOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO SANTA BÁRBARA EN  
LA DETERMINACIÓN DE POSIBLES FUENTES  
CONTAMINANTES, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR,  
ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO POR  
LOS BACHILLERES,  
FLORES ASDRUBAL Y  
BELLO JUNIOR PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE  
GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DE 2018**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, intitulado, “ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO SANTA BÁRBARA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE ORIGEN ORGÁNICO Y QUÍMICO. MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”, presentado por los bachilleres **Flores Asdrubal y Bello Junior**, como requisito parcial para optar al título de Geólogo, ha sido APROBADO de acuerdo los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre y apellido del Prof.:

Firma:

Prof. Jorge Abud

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

**Profesor Rosario Rivadulla**

Jefe del Departamento de  
Geología

**Profesor Francisco Monteverde**

Director de la Escuela de  
Ciencias de La Tierra

Ciudad Bolívar, Julio de 2018

## **DEDICATORIA**

Primeramente a DIOS por darme la salud y guiarme en todos mis pasos para alcanzar mis metas, por ser mi fortaleza y brindarme la sabiduría y dedicación para realizar este trabajo de grado.

A mis padres con todo mi amor y cariño, mi madre Julia Margarita de Bello mi pilar y mi luchadora incansable quien se ha convertido en mi guía y motivo de inspiración para seguir adelante. Mi padre Amador Bello por su apoyo tanto emocional , intelectual y económico a lo largo de mi vida.

***Bello Junior***

Principalmente a mi DIOS todo poderoso por permitirme la vida y alcanzar esta meta.

A mis padres, Enis Ortega y Asdrúbal Flores por haberme educado, apoyado material y espiritualmente, estando conmigo en todo momento, ellos han sido el motor fundamental para mantenerme con fuerza cada día, premiándome con su amor infinito, sin ellos todo esto hubiese sido el doble de difícil.

***Flores Asdrúbal***

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Oriente, por ser la casa de estudio que nos acogió durante nuestro periodo académico y por contar con excelente profesores, los cuales nos instruyeron con su sabiduría profesional.

Al profesor Jorge Abud, quien aparte de ser nuestro tutor en este trabajo, también ha sido nuestro amigo y sabio consejero tanto en lo académico como en lo personal.

A nuestro amigo, el Geólogo Richard Vásquez, quien ha sido nuestro “Segundo tutor” en esta tesis colaborándonos en la realización de dicho trabajo.

*Bello Junior y Flores Asdrubal*

## RESUMEN

La cuenca hidrológica del río Santa Bárbara está ubicada al noroeste de Ciudad Bolívar, políticamente se ubica en el municipio Autónomo Heres del estado Bolívar. El objetivo general es Analizar física, química y bacteriológicamente la cuenca del río Santa Bárbara, en determinación de posibles fuentes contaminantes. El tipo de investigación se enmarca dentro de los aspectos descriptivos, analíticos y de campo. La cuenca del río Santa Bárbara se encuentra ubicada en las coordenadas UTM (mts) E 435.225, E 437.750 y N 894.000, N 898.075. Donde a través de observaciones de campo, se identificaron tres unidades geológicas aunque el Complejo de Imataca se distinga como basamento muy meteorizado, la Formación Mesa muy meteorizada y los sedimentos recientes, la geomorfología del área de estudio consiste en planicies deposicionales muy disectadas. Dentro de los resultados más relevantes se encuentra la turbidez del agua en 72.14 UNT producto de la gran concentración de materia mineral y orgánica que se encuentra en suspensión dentro de la cuenca. Dentro de los parámetros bacteriológicos que se encuentran presente en las aguas del río Santa Bárbara tales como coliformes fecales presentan valores entre  $(3,5 \times 10^2$  a  $1,9 \times 10^4)$  NMP/100 ML y los coliformes totales están entre  $(2,2 \times 10^3$  y  $9,4 \times 10^4)$  NMP/100 ML. Los parámetros químicos poseen un pH óptimo con los valores mayores entre 6.89 y 7.83. se determinó según lo estipulado en el Decreto N° 883 que las aguas del río Santa Bárbara tiene un alto nivel de contaminación y se deben tomar medidas correctivas para la conservación del río.

# CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABLAS .....	x
LISTA DE APÉNDICES .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Objetivo 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.....	5
1.5 Limitaciones .....	5
CAPÍTULO II. GENERALIDADES .....	6
2.1 Ubicación geográfica.....	6
2.2 Acceso al área de estudio .....	7
2.3 Características físico-naturales del área de estudio .....	7
2.3.1 Geomorfología.....	7
2.3.2 Clima.....	8
2.3.3 Vegetación .....	9
2.4 Geología regional .....	10
2.5 Geología local.....	12
2.5.1 Complejo de Imataca .....	13
2.5.2 Formación Mesa .....	14
2.5.3 Sedimentos o Aluviones Recientes.....	15
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO .....	17
3.1 Antecedentes .....	17
3.2 Fundamentos teóricos.....	18
3.2.1 Complejo de Imataca .....	18
3.2.2 Cuenca .....	19
3.2.3 Procesos Sedimentarios .....	21

3.2.4 Río.....	22
3.2.5 Transporte de sedimentos .....	25
3.2.6 Suelos.....	27
3.2.7 Redondez de las partículas de sedimento clástico .....	29
3.2.8 Granulometría .....	35
3.3 Conceptos relacionados a la calidad del agua .....	38
3.3.1 Calidad del agua .....	38
3.3.2 Características de las aguas .....	38
3.3.3 Contaminación.....	41
3.3.4 Efectos de la contaminación del agua.....	42
3.3.5 Tipos de contaminación .....	43
3.5 Impacto ambiental .....	44
3.6 Fundamentos legales .....	45
3.6.1 Marco legal venezolano referente al uso de las aguas .....	46
3.6.2 Normas que rigen sobre contaminación de cuerpos de agua, valores permisibles .....	49
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	50
4.1 Tipo de investigación .....	50
4.2 Diseño de la investigación.....	50
4.3 Población de investigación .....	52
4.4 Muestra de la investigación.....	52
4.5 Recopilación bibliográfica y cartográfica .....	53
4.6 Identificación de las unidades geológicas del área de estudio, a través de reconocimiento in situ. ....	54
4.7 Descripción de los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio, a través de la interpretación de imágenes satelitales y observación en campo .....	54
4.8 Determinar las características granulométricas de los sedimentos del río Santa Bárbara, mediante ensayos granulométricos por tamizado en seco .....	55
4.9 Determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas (Aceite, grasa, pH, alcaloides, sólidos disueltos, sólidos totales, elementos metálicos: Cd, Pb, Hg, Ni, Ti, Co), realizando análisis físico-químicos a las aguas.....	57
4.10 Identificación de las fuentes contaminantes de origen mineral del río Santa Bárbara .....	58
4.11 Elaboración del mapa identificando las fuentes contaminantes.....	59
CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	60
5.1 Identificación de las unidades geológicas del área de estudio .....	60
5.1.1 Formación Mesa .....	60
5.1.2 Sedimentos recientes .....	61
5.2 Descripción de los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio .....	62
5.3 Análisis granulométricos de los sedimentos del río Santa Bárbara y su clasificación de acuerdo a la escala de Wentworth. ....	63

5.4 Determinar las características físicas y químicas (Aceite, grasa, pH, alcaloides, sólidos disueltos, sólidos totales, elementos metálicos: Cd, Pb, Hg, Ni, Ti, Co) de las aguas.....	65
5.4.1 pH .....	67
5.4.2 Aceite/ Grasa .....	68
5.4.3 Cromo .....	68
5.4.4 Cobre.....	69
5.4.5 Plomo.....	70
5.4.6 Mercurio .....	71
5.4.7 Cadmio.....	71
5.4.8 Zinc .....	71
5.5 Analizar los componentes orgánicos presentes las aguas del río Santa Bárbara	72
5.5.1 Coliformes fecales .....	73
5.5.2 Coliformes totales.....	73
5.6 Identificar las fuentes contaminantes de origen mineral .....	73
5.7 Elaborar mapa geológico de la cuenca del río Santa Bárbara relacionándolo con la presencia de minerales contaminantes.....	74
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
Conclusiones .....	76
Recomendaciones .....	77
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>79</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>82</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación relativa del área de estudio (www.googleearth.com, 2016) .....	6
2.2 Camino sin pavimentar de acceso al río Santa Bárbara zona alta de la Urb. El Perú.....	7
2.3 Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca y su relación litotectónica con los cratones de Suramérica y África (Adaptada de Sider y Mendoza 1995 y Martin 1972 en Mendoza, V., 2000). .....	11
2.4 Mapa geológico mostrando la extensión del Escudo de Guayana en el Norte de Suramérica (Modificada de Ledru y Milesi, 1.994 en Mendoza, V., 2000)... ..	12
3.1 Diferentes tipos de canales dentro de los sistemas Fluviales (Serra, A., 1986).....	23
3.2 Sistema de canales entrelazados. (PDVSA-CIED, 1997). .....	24
3.3 Sistema de canales meandriiformes, (PDVSA-CIED, 1997). .....	25
3.4 Redondez de las partículas de sedimento clástico (www.cipm.org.mx). .....	31
3.5 a) Proyección de una partícula mostrando los radios de curvatura en cada esquina y el círculo máximo inscrito (para calcular su redondez); b) Proyección de una partícula yaciendo sobre su superficie mayor, mostrando el círculo mínimo circunscrito (para calcular su esfericidad) (Tomada de Guía de Redondez y Esfericidad de las Partículas del Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2.000). .....	34
4.1 Flujograma de actividades. ....	51
4.2 Imagen satelital del río Santa Bárbara. ....	55
4.3 Recolección de muestra de sedimento. ....	56
4.4 Juego de tamices y agitadora empleada para los análisis granulométricos.....	56
4.5 Recolección de muestra de agua. ....	58
5.1 Formación Mesa en el área de estudio. ....	61
5.2 Sedimentos recientes en el río Santa Bárbara. ....	62
5.3 Cárcavas presentes en el área de estudio.....	63
5.4 Histograma del resumen promedio de las arenas procedentes de lossedimentos del río Santa Bárbara. ....	64
5.5 Estadística para el elemento Cromo.....	69
5.6 Estadística del elemento Cobre. ....	70
5.7 Estadística del elemento Zinc.....	72

## LISTA DE TABLAS

	Página
3.1 Grados de redondez de las partículas sedimentarias (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).....	32
3.2 Escala de Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).....	36
3.3 Características de las aguas (Rodríguez, J., 2012).....	39
3.4 Límites permisibles de los elementos de la aguas según Decreto Ejecutivo N°. 883 (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1.995 en Rodríguez, J., 2012).....	47
3.5 Clasificación de las Aguas según Decreto Ejecutivo N°. 883 (Decreto Ejecutivo N°883, del 11 de octubre de 1.995. Gaceta Oficial N° 5.021 extraordinario del 18 de diciembre de 1.995, “Normas para la Clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y Vertidos o efluentes líquidos”) (Rodríguez, J., 2012). .....	48
4.1 Coordenadas UTM de los diferentes puntos de muestreo.....	52
5.1 Resultado del análisis granulométrico de los sedimentos del río Santa Bárbara reflejando el promedio.....	64
5.2 Representación de los valores de los Parámetros Físicos de las aguas del rio Santa Bárbara.....	65
5.3 Parámetros químicos de las aguas del Rio Santa Bárbara. ....	68
5.4 Parámetros bacteriológicos de las aguas del Río Santa Bárbara.....	72
5.5 Identificación de las fuentes contaminantes.....	74

## LISTA DE APÉNDICES

	Página
A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS.....	83
A.1 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS1. ....	84
A.2 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS2. ....	85
A.3 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS3. ....	86
A.4 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS4. ....	87
APENDICE B. Análisis geoquímicos.....	88
B.1 Análisis físicoquímico a las aguas.....	89
B.2 Análisis geoquímicos de los sedimentos. ....	90

## **LISTA DE ANEXOS**

1 MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL RIO SANTA BARBARA

## INTRODUCCIÓN

El agua es de vital importancia para la humanidad ya que es un recursos hídricos tanto generadores de energía como para consumo humano por tal motivo es importante la conservación de este recurso ya que este no es un recursos renovables, razón por la cual es de suma importancia su preservación.

El agua 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).

La contaminación es uno de los factores más relevantes a la cual están siendo sometidos nuestros ríos originando un conjunto de cambios en los ecosistemas, causando la eliminación de algunas especies y descontrolando el desarrollo de microorganismos, bacterias y virus.

En la actualidad la mayoría de los ríos en el estado Bolívar se encuentran contaminados, como es el caso del rio Santa Bárbara el cual se encuentra ubicado en el Municipio Autónomo Heres, hacia la parte Noroeste de Ciudad Bolívar entre los barrios San José del Perú y el barrio La Macarena, el cual presenta constantemente problemas ambientales que se presentan tanto en época de lluvia como de sequía esto es debido al grado de contaminación que dicho rio presenta a lo largo y ancho de todo su cauce.

Este trabajo de grado se encuentra estructurado de la siguiente manera; la situación de objeto de estudio donde se describe el problema, así como también los objetivos de la investigación, justificando las razones y motivos de dichas investigaciones, seguido de las limitaciones. Las generalidades nos indican toda la información referente a las características físicos-naturales, la geología local y regional de la zona.

Los antecedentes de la investigación y marco teórico definen el tema planteado a través de términos básicos, en la metodología se explican las etapas de trabajo de campo y de oficina. El último capítulo reflejará los resultados obtenidos, determinándose así las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

La cuenca del río Santa Bárbara se ha visto afectada por el exceso de residuos contaminantes que son vertidos en esta, principalmente por los vertidos arrojados directamente por los asentamientos urbanos en las cercanías, cantidades incontrolables de desechos sólidos y vertientes de red de aguas residuales y aguas negras, por esta razón la cuenca del río Santa Bárbara ha sufrido grandes cambios tanto hidrológicos como geológicos.

Los impactos negativos ambientales más precisos, son el estado erosivo y arrastre de sedimentos que va minimizando la capacidad del terreno para que la población pueda habitar en sus alrededores, ya que la cuenca de este río pertenece a régimen de ríos en época de invierno, es decir, que son quebradas colectoras de agua durante la época lluviosa, por último y no menos importante es la avanzada contaminación de las aguas que las hace no aptas para el consumo humano y ocurre una pérdida de biodiversidad presentes en el ecosistema.

Dicha cuenca ha sido objeto de estudios geológicos y ambientales en los últimos años para evaluar sus cambios geológicos y geoquímicos, por lo que se requiere redefinir los rasgos geomorfológicos, las características químicas y fuentes contaminantes actuales para continuar con el seguimiento investigativo de impacto ambiental y geológico sobre la cuenca del río Santa Bárbara.

## **1.2 Objetivo de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar física, química, bacteriológica y geológicamente la cuenca del río Santa Bárbara en la determinación de posibles fuentes contaminantes, municipio Heres, Ciudad Bolívar, estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar unidades geológicas del área de estudio, a través de reconocimiento in situ.
2. Describir los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio, a través de la interpretación de imágenes satelitales y observación en campo.
3. Determinar las características granulométricas de los sedimentos del río Santa Bárbara, mediante ensayos granulométricos por tamizado en seco.
4. Determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas del río Santa Bárbara.
5. Identificar las fuentes contaminantes del río Santa Bárbara, mediante inspecciones a campo.
6. Elaborar el mapa de sensibilidad ambiental de la cuenca del río Santa Bárbara, con la finalidad de ubicar los puntos que poseen más impacto ambiental.

### **1.3 Justificación de la investigación**

La investigación permitirá actualizar la geología de la cuenca y conocer otros aspectos importantes como lo son las posibles fuentes contaminantes del río Santa Bárbara y características físicas naturales del área de estudio. Esta información será aplicada para todo el cauce del río Santa Bárbara. Será estudiada desde su nacimiento en Brisas del Este, hasta la desembocadura en el río Orinoco.

### **1.4 Alcance de la investigación**

Con la aplicación de un análisis físico, químico y geológico en la cuenca del río Santa Bárbara, se actualizará el mapa de fuentes contaminantes de las aguas, consiguiéndose de esta manera un enfoque detallado de la naturaleza de la cuenca susceptible al estudio y de las unidades geológicas presentes. La importancia de esta investigación incide también, en que la información recopilada sería muy útil como base de datos existente para la cuenca del río Santa Bárbara ya que se mantienen actualizados los estudios previos realizados en la zona.

### **1.5 Limitaciones**

1. Dificultad de acceso a la zona de estudio, debido a las pocas y deficientes vías de penetración.
2. Falta de autorización para el acceso a áreas privadas por las cuales atraviesa el río.
3. Falta de transporte para trasladarse a la zona de estudio.

## CAPÍTULO II GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio está geográficamente ubicada al Noroeste del municipio Heres en el Sector Perú Viejo de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar – Venezuela, como se muestra en la Figura 2.1, con un área de 6045847,78 m<sup>2</sup> y un drenaje de tipo dendrítico.

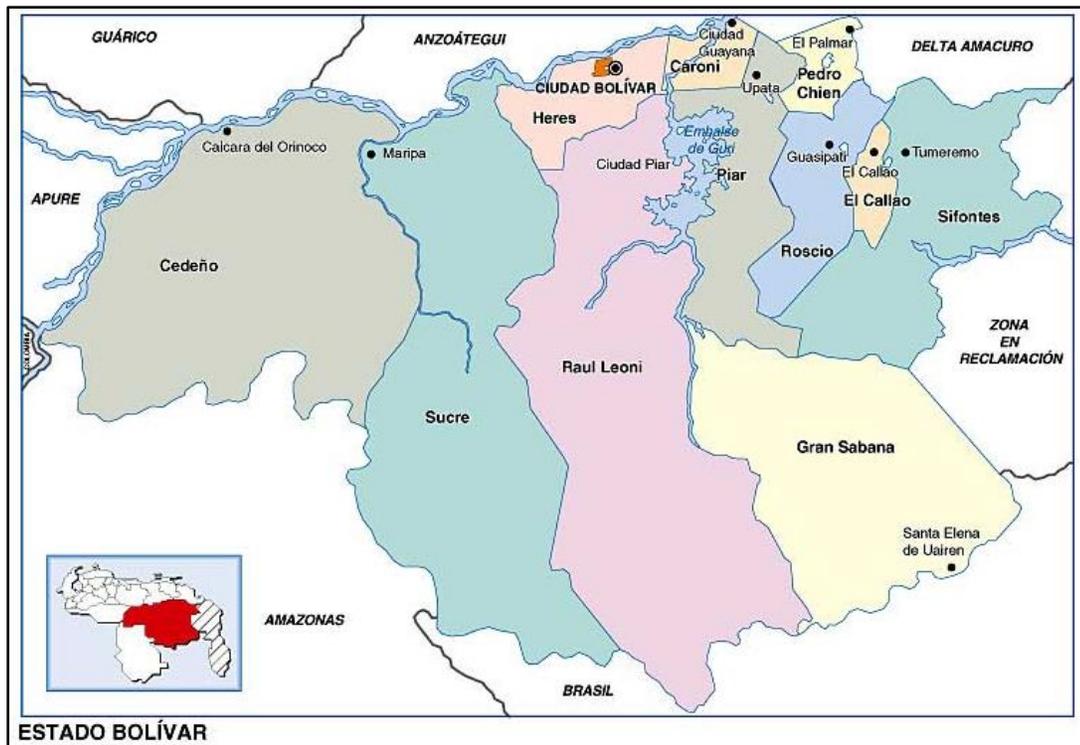


Figura 2.1 Ubicación relativa del área de estudio (Google Earth, 2016)

## 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al río Santa Bárbara se efectúa en las cercanías de la urbanización El Perú, y final de la avenida República. En dichas zonas se accede con cualquier medio de transporte terrestre (Figuras 2.2).



Figura 2.2 Camino sin pavimentar de acceso al río Santa Bárbara zona alta de la Urb. El Perú.

## 2.3 Características físico-naturales del área de estudio

### 2.3.1 Geomorfología

La Características geomorfología característica presente a lo largo de la cuenca del río Santa Bárbara, está constituida por relieves planos y positivos, observándose

paisajes de mesas que llegan alcanzar una altura de 140 m producto del levantamiento de la Formación Mesa con respecto al nivel del mar, la cual se encuentra limitada por farallones que han sido el resultado de procesos erosivos intensos, activándose el agente morfogenético, el cual se activa periódicamente por el escurrimiento superficial, causando una acción difusa y concentrada en la formación de posibles cárcavas, causando grandes problemas en la zonas urbanas adyacentes(C.V.G–TECMIN, 1991).

También están presentes zonas de planicies por una gran cantidad de sedimentos compuestos por una gran cantidad de sedimentos aluvionales ocasionados por el transporte de las aguas de escorrentía, él rio posee un patrón de drenaje dendrítico(C.V.G–TECMIN, 1991).

### **2.3.2 Clima**

En Ciudad Bolívar y sus alrededores, la clasificación climática(según Leslie R. Holdridge (1953) en Freire y Perdomo,1997), corresponde a una zona de Bosque Seco Tropical, caracterizado por una definición cuantitativa de la relación de dependencia que existe entre la naturaleza y la vegetación y los principales elementos del clima: biotemperatura, precipitación, y humedad ambiental, de manera que la vegetación refleja las condiciones climáticas predominantes, las cuales también influyen significativamente en el relieve, la hidrología y suelos (C.V.G–TECMIN, 1991).

En la caracterización de las variables climatológicas en el área de estudio, se utilizaron los datos del resumen climatológico tomado de le estación Ciudad Bolívar, del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, (1999-2007) ya que hasta esta fecha es que disponen de los datos corregidos y actualizados dependiendo de la Central en la Ciudad de Caracas para el procesamiento y envío de los del año

2008 hasta el 2010 que ya fueron tomados, más no se incluyen en este trabajo por esa causa (C.V.G–TECMIN, 1991).

### **2.3.3 Vegetación**

La vegetación presente en el área de estudio es de bosque de galería y de sabana con chaparro (C.V.G–TECMIN, 1991).

#### **2.3.3.1 Vegetación de sabana con chaparro**

Que se caracteriza principalmente por dos tipos de vegetación: La herbácea, que está constituida por una cobertura graminiforme de baja altura, entre la cual las especies más abundante son la paja peluda (*trachypogonplumosus*), escobilla (*escopariadulcis*), dormidera (*dorens*), etc. y la vegetación arbustiva que está conformada por arboles de 2 a 4 metros de altura (C.V.G TECMIN C.A 1.991).

Entre la vegetación arbustiva se encuentra el chaparro (*curatella americana*), manteco (*bowdichiavirgilioides*), mandinga (*roupalcomplicata*) y en menor proporción el mango (*mangifera indica*), etc. (C.V.G TECMIN C.A 1.991).

#### **2.3.3.2 Vegetación de bosque de galería**

A lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes del río, se presenta una cobertura vegetal; arborescencia de tipo selvático, denominada "Bosque de Galería" (C.V.G TECMIN C.A 1.991).

## 2.4 Geología regional

El área de estudio se encuentra enmarcada en el Escudo de Guayana, el cual forma parte del Cratón Amazónico y del Oeste de África, ambos del Precámbrico, y que se continúa en las Guayanas y en la parte noroeste de Colombia con unidades litoestratigráficas, metamorfismos y depósitos minerales similares (Mendoza, 2.000).

En Venezuela el Escudo de Guayana comprende los territorios de los estados Bolívar (239.250 Km<sup>2</sup>), Amazonas (178.895 Km<sup>2</sup>) y una parte al Sur del estado Delta Amacuro (6.855Km<sup>2</sup>) (Mendoza, 2.000).

Fisiográficamente se extiende aproximadamente por unos 425.000 Km<sup>2</sup>, por lo que abarca casi el 50% del territorio Venezolano (Mendoza, 2.000).

El Escudo de Guayana en Venezuela, esta conformado por cuatro provincias geológicas: Imataca (cinturón granulítico), Pastora (cinturón de rocas verdes, CRV), Cuchivero-Amazonas (granitos de 1.800 m.a.  $\pm$  200 m.a. y granitos post-tectónicos de 1.500 m.a.) y Roraima (Cobertura sedimentaria discordante sobre rocas pertenecientes a las provincias de Pastora y Cuchivero) (Mendoza, 2.000; González de Juana y otros 1980) (Figura 2.3).

Estas provincias se diferencian en sus direcciones estructurales, estilos deformación tectónica, asociaciones litológicas, metalogénicas, y edades (Mendoza, 2.000; González de Juana y otros 1980).



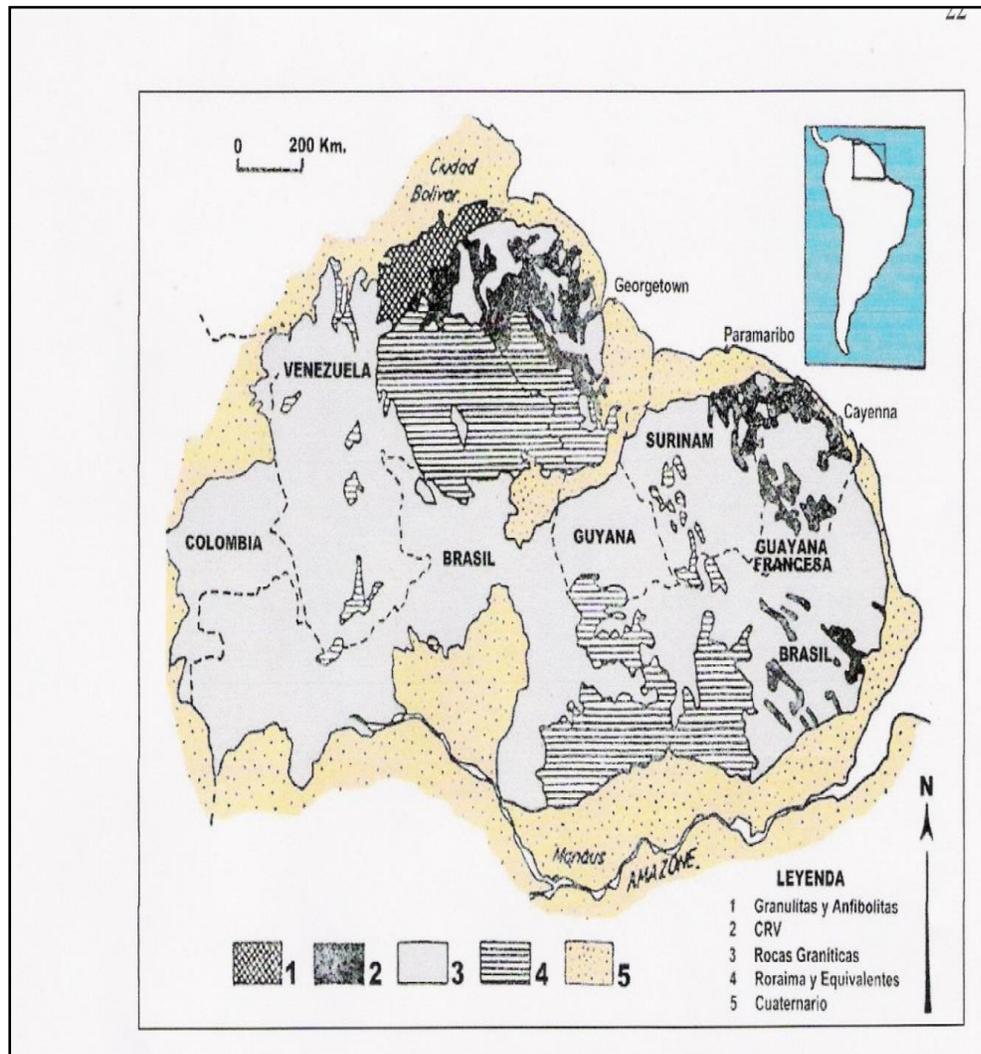


Figura 2.4 Mapa geológico mostrando la extensión del Escudo de Guayana en el Norte de Suramérica (Modificada de Ledru y Milesi, 1.994 en Mendoza, V., 2000).

## 2.5 Geología local

En la cuenca del río Santa Bárbara, se pueden identificar tres unidades litológicas: Complejo de Imataca, Formación Mesa y Aluviones o Sedimentos recientes.

### 2.5.1 Complejo de Imataca

Menéndez (1968) en González de Juana, (1980), divide al Escudo de Guayana en cuatro Provincias Geológicas, de acuerdo a las características litológicas, tectónicas y metalogénicas; las cuales son: Provincia de Imataca, Provincia de Pastora, Provincia de Roraima y Provincia. Al Complejo de Imataca se le denomina basamento igneo-metamórfico que de acuerdo a determinaciones de edad, se ubica en el Pre-Cámbrico Inferior.

Es una unidad litológica rocosa, intensamente metamorfizada que según González de Juana (1980), se originó de la siguiente manera: desde su principio original el Complejo de Imataca estaba formado por una secuencia sedimentaria rica en hierro, sílice y detritos cuarzo-feldespáticos; posteriormente fue plegada y metamorfizada hasta la facies de las Granulitas y alteradas por eventos tectonotermales, acompañado de reactivación de rocas graníticas antiguas y de algunas intrusiones ácidas posteriores.

➤ **Litología característica:** González de Juana (1980), se caracteriza por la presencia de gneises cuarzo-feldespáticos y máficos, cuarcitas ferruginosas, granulitas máficas y félsicas, charnockitas ácidas y básicas, anfibolitas, diques de diabasas, sill, migmatitas y algunos cuerpos graníticos intrusivos.

➤ **Extensión geográfica:** Es una extensa faja de 65 a 13° Kilómetros de ancho, con una longitud de 510 Kilómetros. Aflora en la parte oeste del Estado Bolívar, al oeste del río Caura y paralelo al río Orinoco hasta penetrar al Territorio Delta Amacuro al Este y, hacia el Sur, limita con las fallas de Gurí, Santa Bárbara y El Pao (González de Juana (1.980).

### 2.5.2 Formación Mesa

González de Juana (1980), introdujeron este nombre para designar, en términos generales, a la formación que corona las extensas mesas fisiográficamente características en la cuenca oriental venezolana.

González de Juana (1980), observó que la Formación Mesa se caracteriza por depósitos horizontales y sub-horizontales fluviolacustrinos, cuya naturaleza varía de un lugar a otro, los cuales se han derivado, posiblemente, de un delta, antiguo del río Orinoco que avanzaba hacia el este, en la misma forma que se ve avanzar el delta actual.

➤ **Localidad tipo:** En lo que respecta a su localidad tipo no posee una sección tipo específica, ya que los acantilados de cualquiera de las mesas de cima plana de la región presentan una sección representativa de la Formación.

➤ **Extensión geográfica:** Abren una extensión que comprende los estados Anzoátegui, Guárico, Monagas, parte del Estado Sucre y la parte septentrional del Estado Bolívar.

➤ **Litología característica:** Son depósitos horizontal es y sub-horizontales deltaicos (aluviales) y palustres, constituidos por arenas de grano grueso y gravas, con cantidad de cementos ferruginosos. Presentan un elevado grado de cementación dando lugar a conglomerados que llegan a ser peñones muy duros de color negro; lentes de arcilla y limonitas, con fuerte estratificación cruzada. (González de Juana 1980)

➤ **Espesor y edad:** Según (González de Juana, 1980), el espesor máximo medido hasta el momento es de 275 metros ubicado en la Mesa de Maturín.

Disminuye de Norte a Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvio deltaica, mientras que de Oeste a Este, se produce un aumento. Se considera de edad Plio-pleistocénica.

➤ **Origen y estratigrafía:** En la parte norte del Estado Bolívar la Formación Mesa parece haberse depositado discordantemente sobre rocas precámbricas como lo indican los afloramientos observados en diferentes lugares, que evidencian el contacto entre sedimentos de la Formación Mesa, y rocas precámbricas del Complejo de Imataca, tales como cuarcitas ferruginosas, gneises, anfibolitas y migmatitas. (González de Juana, 1980).

Estratigráficamente, la Formación Mesa está constituida por una secuencia de limos, arcillas, arenas, areniscas limolíticas y gravas. Las areniscas son estratificadas, masivas y laminadas y, presentan colores rojizos a amarillentos, probablemente a los óxidos de hierro.

### **2.5.3 Sedimentos o Aluviones Recientes**

Estos sedimentos son materiales provenientes de la disgregación de los constituyentes litológicos de la Formación Mesa y del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía, el viento y los ríos de la zona, constituyendo las planicies aluvionales y, en el área de inundación periódica del río Orinoco y planicies aluviales de los ríos afluentes producidas por intensa deposición de las aguas. Los materiales incluyen: cantos, gravas, limos, arcillas y partículas en suspensión que han sido depositados desde el Holoceno hasta el presente. Estos materiales son de color amarillento o blanco y con una granulometría variable (González de Juana, 1980).

Estos sedimentos se encuentran dispuestos en forma de planadas que dan origen a pequeñas terrazas constituidas por sedimentos arenosos-limosos, acarreados por los ríos, principalmente en época de lluvia. En el anexo 1 se muestra el mapa geológico de la cuenca Santa Bárbara y las estaciones de muestreos de aguas y suelos(González de Juana, 1980).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes**

Gutiérrez y Pérez, (2001) en su estudio caracterización geológica y calidad de la aguas de las cuencas de los ríos San Rafael, Buena Vista y Santa Bárbara, concluyen que las aguas de los mencionados ríos están contaminadas con un alto contenido de coniformes fecales y totales y por consiguiente una mala calidad de agua del río San Rafael, el índice de calidad de las cuenca del río Buena Vista varia de media a mala presentando un alto grado de contaminación y el río menos contaminado el Santa Bárbara. El estudio más reciente es la caracterización geológica - ambiental del rio Santa Barbara en época de sequía el cual se realizó en el año 2008 (Bolívar C. Jamar A. y Arias M. Yusmelis V. ), Con el fin de dar a conocer el grado de contaminación que este posee. Pero sin embargo tal estudio para la fecha y estación no se encuentra actualizado debido a que constantemente hay muchos factores que influyen en estudios previos.

Abud, J. (2002) realizó una investigación caracterizando los parámetros físico – químicos y bacteriológicos del agua del río San Rafael, entre sus conclusiones más resaltantes se pueden mencionar que la cuenca del río San Rafael en este momento puede ser considerado un canal colector debido al alto índice de contaminación, los parámetros físicos color y turbidez se encuentran por encima de los valores permitidos por la legislación venezolana, que el contenido de coniformes fecales y totales es elevado y hacen esta agua no apta para consumo humano ni para otros usos debido a que tales organismos originan enfermedades gastrointestinales y que en

general; estas aguas son clasificadas como tipo 1 – C de acuerdo al Decreto Ejecutivo N° 883.

Marín y Yánez. (2010) elaboraron un trabajo de grado titulado **“ESTUDIO GEOQUÍMICO EXPLORATORIO DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA BÁRBARA, MUNICIPIO AUTÓNOMO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”**. Trabajo donde se realizaron descripciones geológicas y fisiográficas de la cuenca determinándose anomalías para el Hierro, siendo el que presenta mayor concentración a lo largo del río y se considera producto de las congregaciones elevadas de este elemento en la Formación Mesa de la zona, por lo tanto se interpretan como ruido de fondo del área de estudio

Flores y Paz (2011) realizaron un estudio titulado **“ CARACTERIZACION GEOLÓGICA AMBIENTAL DEL RIO SANTA BÁRBARA EN ÉPOCA DE LLUVIA”** entre las conclusiones más resaltantes se pueden mencionar que las aguas del río Santa Bárbara, de acuerdo a los análisis físicos-químicos y bacteriológico, son considerados agua de mala calidad en la mayoría de punto de muestreo, debido a que el río desde su nacimiento hasta su desembocadura está sujeto a la alta contaminación, producto de las zonas urbanas adyacentes, las principales fuentes de contaminación, en cuanto al aporte de basura, de aguas residuales, de aguas negras a lo largo del río Santa Barbara son provenientes de talleres, estacionamiento de autos, bodegas, ventas de lubricantes y viviendas aledañas que se encuentran a lo largo de la margen del río.

### **3.2 Fundamentos teóricos**

#### **3.2.1 Complejo de Imataca**

Es una secuencia sedimentaria altamente metamorfizada, al norte del escudo de Guayana, su área está comprendida aproximadamente entre el río Caura y el

territorio. Delta Amacuro, de unos 400 Km. De largo por 200 Km. De ancho con su espesor estimado de 4500 metros (Mendoza, V 2005)

El complejo de imataca entre los ríos Caroní y Aro está formado por fajas de gneis cuarzo-feldespáticos muy similares cuando se le estudia de un punto de vista generalizado, pero diferente cuando se le observa en detalles. Cada una de ellas posee características litológicas, estructurales y fisiográficas que le diferencia entre sí. (Ascanio, G. 1975).

El complejo de imataca tiene gran importancia económica porque en él se localizan importantes depósitos de magnesio, concentraciones de caolín, mármoles dolomíticos y bauxita lateríferas (Ascanio, G. 1975).

### **3.2.2 Cuenca**

Es una depresión en la superficie de la tierra, un valle en medio de alturas y un terreno en cuyas aguas se dirigen hacia el mismo mar, río o lago (Allen G., y otros, 1981).

#### **3.2.2.1 Tipos de cuencas**

Existen tres tipos de cuencas:

- Exorreicas: drenan sus aguas al mar o al océano. Un ejemplo es la cuenca del Plata en Sudamérica.
- Endorreicas: desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar. Por ejemplo la cuenca del río Desaguadero, en Bolivia.

- Arreicas: las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encausarse en un red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta patagónica central pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río o cuerpos hidrológicos de importancia (Allen G., y otros, 1981).

### **3.2.2.2 Características fisiográficas e hidrológicas de la cuencas**

La hidrología de una región está determinada tanto por sus patrones de clima como por la topografía, la geología y la vegetación. También a medida que la civilización progresa, las actividades humanas invaden gradualmente el medio ambiente natural del agua, alterando el equilibrio dinámico del ciclo hidrológico e iniciando nuevos procesos y eventos. Por ejemplo, hay teorías que afirman que debido a la quema de combustibles fósiles, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera se está incrementando. Esto puede llevar al calentamiento global de la Tierra y tener efectos de largo alcance sobre la hidrología global (Allen G., y otros, 1981).

El carácter hidrológico de una cuenca contribuye considerablemente a formar sus características físicas e hidrológicas y se deben a un gran número de factores. La determinación de las características físicas de una cuenca está limitada por la disponibilidad de mapas que, en general, son de diferentes escalas y están hechos con estándares cartográficos diferentes, de manera que un mismo parámetro puede tener diferentes valores de acuerdo al mapa utilizado. Dentro del análisis hidrológico se han propuesto muchas formas numéricas para describir las diferentes características de una cuenca hidrográfica (Allen G., y otros, 1981).

### **3.2.2.3 Cuenca Hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena su agua a través de un único río, o que vierte su agua en un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por las líneas de las cumbres, también llamadas divisorias de aguas. El uso de los recursos naturales se regulan administrativamente separando al territorio por cuencas hidrográficas, y con miras al futuro de las cuencas hidrográficas se perfilan con las unidades de división fundamentales con mas coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua. También recibe los nombres de hoya hidrográfica, cuenca de drenaje y cuenca imbrifera(Allen, J., 1975).

### **3.2.3 Procesos Sedimentarios**

Los aportes fluviales en las zonas continentales, están regidas y caracterizadas sobre todo por los depósitos durante las crecidas, que es el momento en el cual la mayor parte de los materiales son transportados y sedimentados. Así, durante algunos días de una crecida muy fuerte del río es transportado y sedimentado un volumen considerable de materiales. Esta sedimentación casi instantánea a la escala geológica es uno de los aspectos que caracterizan los aportes fluviales (Allen, J., 1975).

Los aportes fluviales representan el medio esencial que controla la sedimentación clástica, ya que determina la propia existencia de los sedimentos. Todos los depósitos clásticos tienen su origen de una u otra manera en los aportes fluviales. El volumen de los aportes de sedimentos por los ríos es ante todo en función del área de la cuenca fluvial y de la pluviosidad. Cuanto mayor son estos parámetros mayor es el volumen de estos aportes (Allen, J., 1975).

Estos depósitos son particularmente frecuentes en las llanuras de inundación, los diques naturales, y las zonas marginales de los canales activos, así como en las barras de desembocadura deltaicas dominadas por la acción fluvial (Allen, J., 1975).

### **3.2.4 Rio**

Es una corriente de agua que fluye por los lecho, desde un lugar elevado hasta otro mas bajo. La gran mayoría de los ríos desaguan en el mar o en un lago, aunque algunos desaparecen debido a que sus aguas se filtran en la tierra o se evaporan en la atmosfera (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

#### **3.2.4.1 Morfología de los ríos**

Estudios de diferentes tipos de ríos y sistemas fluviales han demostrado que la geometría de los canales fluviales se organiza según tres tipos morfológicos, en función de la sinuosidad del canal, y del número de canales activos simultáneamente. Estos tres tipos son: Canales rectilíneos, Canales entrelazados y Canales meandriiformes (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Esta clasificación, como todo intento de categorización de fenómenos naturales es una simplificación de la realidad, puesto que existen todos los términos de transición entre los extremos. Los ríos rectilíneos, es decir de muy baja sinuosidad, con un solo talweg, o eje de escorrentía son relativamente raros y caracterizan sobre todo los canales distributarios deltaicos. Los ríos entrelazados están caracterizados por una relativamente débil sinuosidad del canal mayor y una gran complejidad interna, representada por numerosos canales separados por bancos o barras. Los canales a menudo parecen trenzas, es decir, formando brazos convexos, limitando las barras (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Esta aparente complejidad y desorganización interna del río es reflejo de la inestabilidad inherente al sistema, puesto que la geometría del canal y de las barras en estos ríos está continuamente en movimiento (Figura 3.1)(Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

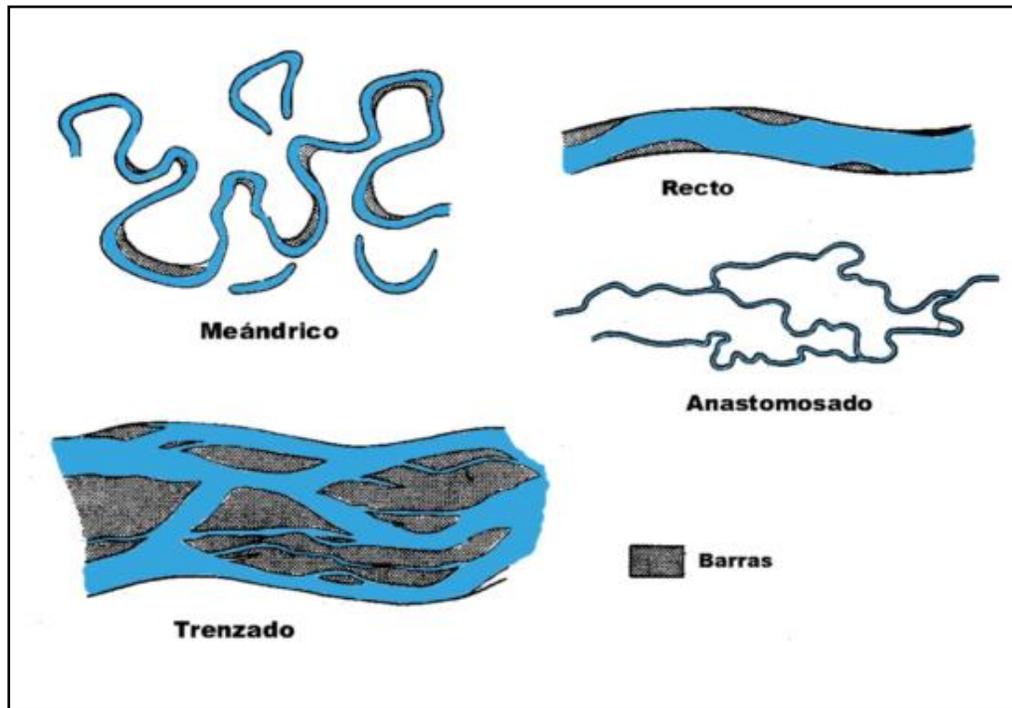


Figura 3.1 Diferentes tipos de canales dentro de los sistemas Fluviales (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Los ríos entrelazados se forman generalmente cuando la pendiente de escorrentía es elevada y cuando los sedimentos transportados están caracterizados por un elevado porcentaje de gravas y arenas (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Este predominio de sedimentos granulares (arenas y gravas) sobre los cohesivos (limos y arcillas) confiere una mayor inestabilidad al río, ya que la arena es mucho más fácilmente erosionable que la arcilla. Por otro lado, los ríos entrelazados presentan a menudo grandes variaciones del caudal y se encuentran generalmente en zonas de clima semiárido, (Figura 3.2) (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).



Figura 3.2 Sistema de canales entrelazados (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Los ríos meandriformes están caracterizados por una fuerte sinuosidad, la presencia de un solo canal, y una mayor estabilidad morfológica que en los ríos entrelazados. Estos ríos muestran una buena organización geométrica, en meandros de trazados regulares. La batimetría de los canales sigue una evolución característica, con la parte más profunda siempre localizada a lo largo de la orilla cóncava, lo que le confiere una forma asimétrica, en sección, muy característica (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Los ríos meandriformes se forman en zonas con gradientes topográficos débiles y los sedimentos transportados se caracterizan por una elevada proporción de sedimentos finos, al contrario que en los ríos entrelazados (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

La presencia de cantidades importantes de arcillas que se depositan sobre todo en las márgenes aumenta la estabilidad del canal, puesto que las márgenes arcillosas son más difícilmente erosionables que las márgenes arenosas de los ríos entrelazados. (Figura 3.3) (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).



Figura 3.3 Sistema de canales meandriiformes (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

Sin embargo, puesto que los ríos entrelazados tienden a erosionar lateralmente con mayor facilidad que los ríos meandriiformes, estos últimos se caracterizan además, por una baja relación longitud/profundidad menor que en los ríos entrelazados (Gutiérrez, E y Pérez K., 2001).

### 3.2.5 Transporte de sedimentos

La lluvia cuando cae sobre el suelo ejerce una fuerza sobre las partículas de éste capaz de removerlas de sus posiciones hacia otros lugares, en general, a niveles más bajos. Esa acción erosiva de las lluvias lleva anualmente millones de toneladas de suelos a los ríos de todo el mundo (Aguirre, J., y otros, 1992).

El gasto sólido que transporta un río puede ser determinado mediante mediciones y el estimado de los cálculos. El material que va en suspensión puede ser captado fácilmente, sin embargo, el material de fondo es de difícil medición (Aguirre, J., y otros, 1992).

Los muestreadores de sedimentos en suspensión, deben tener formas aerodinámicas para causar el mínimo disturbio a la corriente. Los muestreadores más utilizados son el USP – 61 y el USD – 49(Aguirre, J., y otros, 1992).

Para los ríos de poca pendiente y material fino, se han ideado muestreadores que permiten captar el material de fondo, pero en los ríos y torrentes de montañas los resultados son muy desalentadores (Aguirre, J., y otros, 1992).

Por otro lado, las corrientes también ejercen una acción erosiva en sus canales. Partículas del lecho, arrancadas de éste, pasan a ser transportadas en suspensión en la corriente por la acción de las componentes verticales en regímenes turbulentos (Aguirre, J., y otros, 1992).

La acción de la gravedad hace que la mayor concentración de partículas este junto al fondo. Así, es común distinguir dos tipos de transporte de sedimentos: uno en suspensión y otro junto al fondo. No existe un límite bien definido entre esos dos tipos de transporte de sedimentos (Aguirre, J., y otros, 1992).

Las características que definen los procesos de suspensión, transporte y posterior deposición de sedimentos, depende no sólo de las propiedades del mismo, sino también de la velocidad de la corriente, de la inclinación de la pendiente (Aguirre, J., y otros, 1992).

Estas propiedades pueden caracterizar al sedimento como un conjunto o a las partículas que lo forman, individualmente. Las propiedades más importantes de una partícula de sedimento son; tamaño, forma de las partículas de sedimento, peso específico y velocidad Terminal uniforme de las partículas (Aguirre, J., y otros, 1992).

Cuando la turbulencia de la corriente es insuficiente para elevar y mantener las partículas a cierta distancia del fondo el sedimento es transportado sobre el fondo por tracción. En esta modalidad de transporte, los granos se mueven entre pocos milímetros y algunos centímetros del fondo y la fuerte densidad de los granos por unidad de volumen provoca numerosos choques entre las partículas, el cual da lugar a la “saltación”. En general arenas y gravas son transportadas por tracción sobre el fondo, mientras que los sedimentos finos son transportados en suspensión (Aguirre, J., y otros, 1992).

### **3.2.6 Suelos**

Es la capa más superficial de la corteza terrestre, que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, viento y acción de los seres vivos. El proceso mediante el cual los fragmentos de rocas se hacen cada vez más pequeños, se devuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce con el nombre de meteorización. Los productos rocosos de la meteorización se mezclan con el aire, agua y restos orgánicos provenientes de plantas y animales para formar suelos. Luego el suelo puede ser considerado como el producto de la interacción entre litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. Este proceso tarda muchos años, razón por la cual los suelos son considerados recursos naturales no renovables. En el suelo se desarrolla gran parte de la vida terrestre, en él crecen gran cantidad de plantas y viven muchos animales (Aguirre, J., y otros, 1992).

### 3.2.6.1 Tipos de suelos

Existen básicamente tres tipos de suelos: los no evolucionados, los pocos evolucionados y los muy evolucionados; atendiendo al grado de desarrollo del perfil, la naturaleza de la evolución y el tipo de humus (Aguirre, J., y otros, 1992).

- Los suelos no evolucionados: estos son los suelos brutos muy próximo a la roca madre. Apenas tiene aporte de materia orgánica y carece de horizonte B. Si son resultados de fenómenos erosivos, pueden ser: regosoles, si se forman sobre la roca madre blanda, o litosoles, si se forman sobre la roca madre dura. También puede ser resultado de acumulación reciente de aportes fluviales (Aguirre, J., y otros, 1992).

- Los suelos poco evolucionados: dependen de gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos: los suelos ranker, los suelos rendzina y los suelos estepa (Aguirre, J., y otros, 1992).

- Los suelos evolucionados: estos son suelos que tienen perfectamente formado los tres horizontes. Encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre. Los suelos típicos son: los suelos pardos, lixiviados, podsódicos, podzoles, ferruginosos, ferralíticos, pseudogley, gley y alomorfos (solonchaks, alcalinos, solonetz y solods) (Aguirre, J., y otros, 1992).

### 3.2.6.2 Erosión del suelo

Es la que se desarrolla alrededor de varios años y se desarrolla en torno de algo natural. Se puede denominar erosión geológica. En esta erosión el proceso suele ser lento y se prolonga por millones de años, suelen intervenir la lluvia, la nieve, frío, calor y viento. En los climas áridos es el calor quien agrieta el suelo (pues este se

expande) y el viento lleva granos de arenas formando dunas y montes de baja altura (Aguirre, J., y otros, 1992).

### **3.2.7 Redondez de las partículas de sedimento clástico**

La forma de los granos (fragmentos clásticos) de cada partícula que conforma un sedimento es una de sus características más obvias que tiene gran influencia en la determinación de su comportamiento durante el transporte y la deposición, que constituye una importante característica de su textura. Esta propiedad es también una de las más difíciles de describir y medir en términos cuantitativos, de hecho el problema aún desafía a una solución satisfactoria. Sin embargo, la forma se expresa mediante dos índices el de esfericidad y el de redondez (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

En su origen los fragmentos de roca son normalmente angulares y casi de una variedad de formas infinitas. Los minerales que son quebradizos o que tienen buen clivaje tienden a permanecer angulares al ser reducidos en tamaño (principalmente por fractura), pero los minerales resistentes como el cuarzo son reducidos por atrición durante el transporte (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

El desgaste de estas partículas está concentrado principalmente en las orillas y esquinas, que son desgastadas hasta hacerse romas (por ejemplo, en el caso de transporte por saltación los granos minerales sufren golpeteos con el fondo del cauce de los ríos en función de la intensidad de la corriente). El redondeamiento es entonces, una función de la agudeza de las orillas y las esquinas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Cuando se estudia la redondez de las partículas de un sedimento se están estudiando las condiciones de transporte de los mismos, es decir, si la muestra ha

sufrido poco o mucho transporte. Además, intrínsecamente se estudian los niveles energéticos a los que ha estado sometida la muestra, relacionándolos con la distancia de transporte y la intensidad con la que ha ocurrido el proceso que les ha dado su forma (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Con respecto a la cantidad de energía que es aplicada sobre cada una de las partículas ésta puede ser alta, media y baja. La primera ha de mover granos de gran tamaño y disminuye en el sentido de la energía aplicada, mientras que para que las aristas de los granos sean angulosas es necesario menor cantidad de energía y de transporte (estar cerca de la fuente), parámetros que se incrementan a medida que los granos se hacen más redondeados (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Se interpreta así la relación existente entre el tamaño, la velocidad y la energía (en función de la distancia y el tiempo) aplicados a un grano de sedimento dado que en principio un fragmento de roca posee angulosidades, pero éstas se van perdiendo a medida que el fragmento es llevado por los procesos que rigen la mecánica del medio de transporte donde se encuentra (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Por tanto, el estudio de la forma del grano, es decir, de sus angulosidades, se refiere a si una partícula posee aristas angulosas, subangulosa, redondeadas, subredondeadas, o bien, muy angulosas o muy redondeadas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001) (Figura 3.4).



Figura 3.4 Redondez de las partículas de sedimento clástico (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001)

### 3.2.7.1 Determinación del grado de redondez de las partículas sedimentarias

Debido a la dificultad de distinguir las ligeras diferencias en la redondez de las partículas pequeñas se han propuesto cinco grados de redondez (Russell y Taylor, 1.937; Powers, 1.953; Pettijohn, F., 1.957 en Departamento de Geología Universidad de Oriente, 2001).

Cada una de las clasificaciones existentes se diferencia cuando se necesita tener una discriminación más afinada y se requieren hacer análisis estadísticos más rigurosos con los resultados (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001)(Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Grados de redondez de las partículas sedimentarias (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Nomenclatura de los grados de redondez	Russel y Taylor		Pettijohn	
	Limites de las clases	Punto medio	Limites de las clases	Punto medio
Anguloso	0.00 - 0.15	0.075	0.00 - 0.15	0.125
Subanguloso	0.15 - 0.30	0.225	0.15 - 0.25	0.200
Subredondeado	0.30 - 0.50	0.400	0.25 - 0.40	0.315
Redondeado	0.50 - 0.70	0.600	0.40 - 0.60	0.500
Muy Redondeado	0.70 - 1.00	0.850	0.60 - 1.00	0.800

En la tabla 3.1 puede observarse que los Zinco grados de redondez propuestos por Russel y Taylor no son iguales en tamaño. Esta desigualdad surge a raíz de la dificultad en distinguir ligeras diferencias en redondez, cuando los valores de estos son pequeños. Los grados de redondez de acuerdo a Pettijohn, F., son los siguientes (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

1. **Anguloso (0-0,15):** las aristas y los vértices son agudos y muestran poca o ninguna prueba de desgaste. Los vértices secundarios son numerosos (entre 15-30) y agudos (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001)

2. **Sub-anguloso (0,15-0,25):** los fragmentos mantienen aún su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas, pero las aristas y los vértices han sido redondeados en cierto grado mostrando los efectos típicos del desgaste. Los vértices secundarios son numerosos (entre 10-20), pero menos que en los angulosos (Tabla 3.1).

3. **Sub-redondeado (0,25-0,40):** las aristas y los vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas se encuentran bastante reducidas, mostrando considerable desgaste pero manteniendo aún la forma primitiva del grano. Los vértices secundarios están muy redondeados y en número reducido (Tabla 3.1).

4. **Redondeado (0,40-0,60):** las caras originales se muestran completamente destruidas, pero todavía pueden presentar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido pulidos hasta curvas suaves y amplias. Los vértices secundarios están muy suavizados y escasos (entre 0-5). Con una redondez de 0,6 todos los vértices secundarios desaparecen, y aún se reconoce la forma primitiva (Tabla 3.1) (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

5. **Bien o muy redondeado (0,60-1,00):** La superficie consta totalmente de curvas amplias, sin caras originales con aristas y vértices; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano (Tabla 3.1) (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

El medir el grado de redondez de los granos de arena y grava implica medidas sobre una proyección de la partícula sobre una superficie plana (Wadell, A., 1.932-1.933). La partícula que va a estudiarse se coloca en una placa de vidrio y se agita ligeramente hasta que entre en reposo en su superficie más amplia.

Esto normalmente coloca a su diámetro menor en una posición vertical y a su diámetro máximo e intermedio en el plano de la placa. Así puede entonces ser fotografiada a la amplificación deseada o su imagen puede ser proyectada a una superficie (horizontal o vertical) para ser medida (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001) (Figura 3.5).

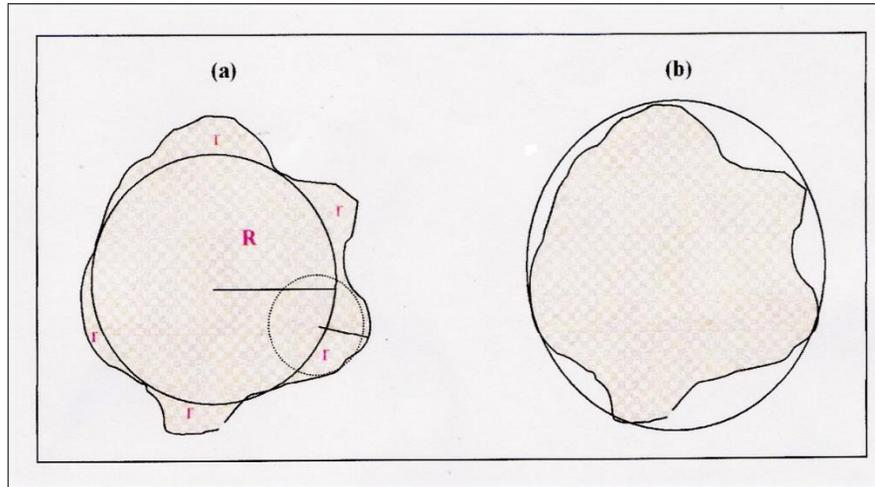


Figura 3.5 a) Proyección de una partícula mostrando los radios de curvatura en cada esquina y el círculo máximo inscrito (para calcular su redondez); b) Proyección de una partícula yaciendo sobre su superficie mayor, mostrando el círculo mínimo circunscrito (para calcular su esfericidad) (Tomada de Guía de Redondez y Esfericidad de las Partículas del Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

De acuerdo con el esquema de la redondez en una esquina dada de una partícula  $esr/R$ , en la cual  $r$  es el radio de curvatura en la esquina en cuestión y  $R$  es el radio del círculo máximo inscrito (Departamento de Geología Universidad de Oriente, 2001).

Por lo tanto, la redondez de la partícula como un todo es el promedio del redondeamiento de todas sus esquinas, es decir, es la suma de los valores de redondez para cada esquina dividida entre el número de radios. Sin embargo, existen plantillas y diagramas que permiten evitar cálculos, y cuya utilización resulta cómoda cuando hay que realizar una cantidad grande de medidas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Si bien las medidas son de una precisión mayor que las simples expresiones de redondeado, subredondeado, subangulares y angulares pero cuando se trata de examen de arenas y no de granos gruesos el procedimiento se hace lento, aparte de que la superficie de proyección de un mismo grano puede ser bien diferente según se presente el objetivo y esto aun conservando siempre una misma dimensión para su diámetro máximo (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

En estas operaciones de mediciones de diámetro máximo, resultan cómodas unas plantillas de celuloide transparente con una serie de círculos concéntricos de diámetros crecientes en una escala dada, y que aplicadas sobre la fotografía o dibujo, dan rápidamente el diámetro (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

La simple inspección de la figura 3.5 muestra que a medida que el radio de curvatura aumenta, al volverse las esquinas más ampliamente redondeadas hasta que es igual al radio del círculo máximo inscrito, en ese momento las esquinas desaparecen por completo y la partícula, entonces, se vuelve completamente redonda. La redondez perfecta, por lo tanto, tiene el valor de 1 y la redondez de una partícula irregular, siendo menor, se expresa como una fracción decimal (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

### **3.2.8 Granulometría**

Es la medición y graduación que se lleva acabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de los correspondiente a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

### 3.2.8.1 Escala granulométrica

La escala comúnmente empleada en la actualidad por los sedimentólogos es la de Udden - Wentworth (1.922), que toma el milímetro como punto de partida para estimar el diámetro promedio de tamaño para una partícula sedimentaria y emplea la razón  $\frac{1}{2}$  para obtener los diámetros límites de sus clases de tamaño de 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , etc. De esta forma se definen los términos de la escala granulométrica en bloques, grava, arena, limo y arcilla (García, M y Maza J. 1998).

El estudio del tamaño de las partículas da indicio del grado de energía implicado en su mecánica de deposición (por ejemplo, una partícula del tamaño de la arcilla está relacionada con un tipo de energía menor que la necesaria para mover partículas de arena o grava (García, M y Maza J. 1998) (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Escala de Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Característica del sedimento		Fragmento	Grado	Tamaño (mm.)		Tamizado	Nombre de la roca consolidada	
				Decimal	Fración			
Sedimento	Granular (Análisis Mecánico)	Canto rodado (Cantos grandes)	Muy Grande		4-2 m.	Pasa por el Tamiz N° 3 y es retenida por el Tamiz N° 4	Conglomerado	
			Grande		2-1 m.			
			Mediano		1-0.5 m.			
			Pequeño		0.5-0.256 m.			
		Gujarro (Cantos medianos)	Grande		256-128			
			Pequeño		128-64			
		Grava (Cantos pequeños)	Muy Gruesa		64-32			
			Gruesa		32-16			
			Media		16-8			
			Fina		8-4			
	Arena	Muy Fina		4-2				
		Muy Gruesa		2-1				
		Gruesa	2-0.5	$1^{-1/2}$				
		Media	0.5-0.25	$\frac{1}{2}-\frac{1}{4}$				
	Cohesivo (Análisis por Pipeta o Hidrómetro)	Limo	Grueso	0.0625-0.0312	1-16-1-256	Pasa por el Tamiz N° 200	Litolita	
			Medio	0.0312-0.016				
Fino			0.016-0.004					
Arcilla		Gruesa	0.004-0.002	1-16-1-4096	Pasa por el Tamiz N° 200			Lutitas/ Argilitas
		Media	0.002-0.001					
		Fina	- 0.001					

### **3.2.8.2 Análisis granulométrico**

Consiste en clasificar por tamaño los granos que lo componen. Un análisis de esta clase expresa cuantitativamente las proporciones en peso de las partículas de distintos tamaños que hay en el sedimento. La forma de realizarlo es por medio de una serie de tamices que definen el tamaño de las partículas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

### **3.2.8.3 Curvas e histogramas**

Las propiedades físicas de los sedimentos deben ser representadas gráficamente para su fácil comparación mediante (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001):

1. Histogramas (o pirámide) de frecuencia.
2. Curva de frecuencia simple.
3. Curva de frecuencia acumulativa.

### **3.2.8.4 Histogramas**

La forma de éstos depende del número de grados en los cuales se ha dividido el material examinado y por ende de la clase de divisiones empleadas para su representación. El histograma se parecerá tanto más a una curva, cuanto mayor sea el grado de división a que el material se ha sometido. Dos histogramas del mismo material con grados de división diferentes, pueden parecer bastante distintos. También dos histogramas en los cuales en uno se haya calculado el porcentaje por peso y en otro por volumen, pueden presentar considerables diferencias. Esta es la razón por la cual el procedimiento a seguir debe ser fijado desde el comienzo en toda

serie de investigaciones conducentes a correlaciones (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Para comparar los histogramas es preciso también que tengan la misma escala. Generalmente se establece un centro de coordenadas colocando en el eje de las abscisas variables como tamaño, forma, densidades mineralógicas, etc. Mientras que en el eje de las ordenadas los valores en porcentajes (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

### **3.3 Conceptos relacionados a la calidad del agua**

#### **3.3.1 Calidad del agua**

La calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para sus usos concretos. Está determinada por la hidrología y por el conjunto de características físicoquímicas y biológicas que ellas deben contener en su estado natural, y que pueden ser alteradas por exceso de materiales extraños producto de la actividad humana (contaminación) o por la acción de la naturaleza (polución) (Rodríguez, J., 2012).

#### **3.3.2 Características de las aguas**

En las aguas naturales hay sustancias disueltas, material en suspensión, partículas coloidales, iones y aniones que dan características especiales a las aguas naturales. En la naturaleza no se encuentra agua químicamente pura, es importante conocer las características de las aguas para establecer la calidad de las mismas y sus usos potenciales. Las características de las aguas son físicas, químicas y biológicas, según la naturaleza de las impurezas que se encuentren en las mismas (Rodríguez, J., 2012) (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Características de las aguas (Rodríguez, J., 2012).

<b>PARÁMETROS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE ESTUDIO</b>
<b>Físicos</b>	Color Temperatura Turbidez Conductividad eléctrica
<b>Químicos</b>	Nutrientes (N, P) Metales traza (Cr, Pb) Dureza Oxígeno disuelto Demanda Química de Oxígeno (DQO) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5,20</sub> ) Aceites y Grasas Sólidos (Totales, Suspendidos) pH Alcalinidad
<b>Bacteriológicos</b>	Coliformes totales Coliformes Fecales Estreptococos Fecales

### 3.3.2.1 Características físicas

Son características físicas de las aguas aquellas propiedades causadas por sustancias que sólo se pueden medir mediante pruebas físicas: olor, turbidez, color, sabor, temperatura y conductividad eléctrica (Rodríguez, J., 2012).

### 3.3.2.2 Características químicas

Son aquellas características del agua que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuestos químicos (Rodríguez, J., 2012).

En aguas naturales hay un grupo de compuestos químicos que se encuentran con frecuencia y en menor proporción algunos otros compuestos. Por el contrario, también existen compuestos químicos que sólo están presentes en las aguas que han fluido por formaciones ricas en ciertos minerales. Los principales componentes iones y sustancias no ionizadas que se encuentran en las aguas son:

- a) Iones
- b) Cationes:  $\text{Ca}^{++}$ ;  $\text{Mg}^{++}$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{P}^+$
- c) Aniones:  $\text{SO}_4^{=4}$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{HCO}_3^-$ ;
- d) Sustancias no ionizadas:  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{CO}_2$ ;  $\text{NH}_3$ ;  $\text{CH}_4$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ; y  $\text{N}_2$

El oxígeno, el dióxido de carbono y nitrógeno son gases que se disuelven en el agua desde la atmósfera, el amoníaco, metano, ácido sulfúrico y dióxido de carbono se originan por la descomposición biológica de la materia orgánica (Rodríguez, J., 2012).

Por otro lado, hay que considerar la sílice que se encuentra disuelta de las rocas y el oxígeno proveniente de la fotosíntesis de plantas y algas (Rodríguez, J., 2012).

### 3.3.2.3 Características biológicas

Las características dadas al agua por los organismos son de carácter biológico. En aguas naturales generalmente se encuentran escasos individuos de cada especie y una gran variedad de especies. A medida que se intensifica la intervención del

hombre en el ambiente, aumenta la concentración de desechos a los cuerpos de agua, cambia el hábitat, y se modifica la composición de las especies, aumentando el número de individuos de las especies tolerantes a los cambios ambientales y disminuyendo la población de las especies sensibles(Rodríguez, J., 2012).

Las características dadas al agua por los organismos son de carácter biológico. En aguas naturales generalmente se encuentran escasos individuos de cada especie y una gran variedad de especies. A medida que se intensifica la intervención del hombre en el ambiente, aumenta la concentración de desechos a los cuerpos de agua, cambia el hábitat, y se modifica la composición de las especies, aumentando el número de individuos de las especies tolerantes a los cambios ambientales y disminuyendo la población de las especies sensibles(Rodríguez, J., 2012).

Las características biológicas de un cuerpo de agua permiten establecer las condiciones en que se encuentra y junto con las características físicas y químicas es posible determinar la calidad de las aguas, indicando si el grado de polución es mínimo, moderado o severo y nos permite conocer las concentraciones de contaminantes o identificar los pulentes(Rodríguez, J., 2012).

### **3.3.3 Contaminación**

La contaminación es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ageno a este medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daños o malestar en un ecosistema, en un medio físico o en un ser vivo (Rodríguez, J., 2012).

### **3.3.3.1 Contaminación del agua**

En el deterioro de la calidad del agua intervienen contaminantes físicos, químicos y biológicos (virus, bacterias, hongos, algas, protozoarios, plancton en general y especies bentónicas), de los grupos biológicos mencionados, solo las bacterias son objeto de estudio en este trabajo (Rodríguez, J., 2012).

### **3.4.2 Principales contaminantes del agua**

1. Basuras, desechos químicos de las fábricas, industrias etc.
2. Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayoría parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua)
3. Agentes patógenos tales como bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua provenientes de desechos orgánicos, que incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuesto por bacterias aeróbicas.
4. Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
5. Petróleo, especialmente de los vertidos accidentales.
6. Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensa activa contenida en los detergentes y los productos de la descomposición de otros productos químicos.
7. Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivos, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las características y derribos humanos.

### **3.3.4 Efectos de la contaminación del agua**

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua puede

producir enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en los fertilizantes derivados del Cieno o Lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidades suficientes, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo. Hace tiempo que se conoce la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el Mercurio, el Arsénico y el Plomo (Rodríguez, J., 2012).

### **3.3.5 Tipos de contaminación**

#### **3.3.5.1 Contaminación atmosférica**

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables (Rodríguez, J., 2012).

#### **3.3.5.2 Contaminación del suelo**

La contaminación del suelo consiste en la acumulación de sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Se trata pues de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo (Rodríguez, J., 2012).

#### **3.3.5.3 Contaminación por basura**

Las grandes acumulaciones de residuos y de basura son un problema cada día mayor, se origina por las grandes aglomeraciones de población en las ciudades industrializadas o que están en proceso de urbanización. La basura es

acumulada mayormente en vertederos, pero muchas veces es arrastrada por el viento o río y se dispersa por la superficie de la tierra y algunas veces llega hasta el océano (Rodríguez, J., 2012).

#### **3.4.4.4 Contaminación térmica**

Es un cambio en la temperatura de un cuerpo de agua causado por la influencia humana, como el uso de agua como refrigerante para plantas de energía, el aumento artificial de la temperatura puede tener efectos negativos para algunos seres vivos en un hábitat específico ya que cambia las condiciones naturales del medio en que viven (Rodríguez, J., 2012).

#### **3.4.4.5 Contaminación acústica**

Se llama contaminación acústica (o contaminación auditiva) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. El ruido puede causar daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente (Rodríguez, J., 2012).

### **3.5 Impacto ambiental**

Es el efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente. Las acciones de las personas sobre el ambiente siempre provocarán efectos colaterales sobre éste. La preocupación por los impactos ambientales abarca varios tipos de acciones, como la contaminación de los mares con petróleo, los desechos de la energía radioactiva, la contaminación acústica, la emisión de gases nocivos, o la pérdida de superficie de hábitats naturales, entre otros (Rodríguez, J., 2012).

Este impacto ambiental puede ser negativo o positivo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos. Y el positivo es el resultado de una regla, una norma o medida que es beneficiosa para el medio ambiente. La restauración o la recuperación de los ríos y de los bosques tienen un impacto ambiental positivo. La construcción de una presa también puede tener un impacto positivo en la fauna y la flora de una región determinada (Rodríguez, J., 2012).

### **3.6 Fundamentos legales**

En Venezuela existe un marco legal que contempla la preservación del ambiente por medio de acciones preventivas, correctivas y de control; tal como lo establecen la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica del Ambiente y el Decreto Ejecutivo N° 883, relacionado a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos” (Rodríguez, J., 2012).

Según el Artículo 127 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999): “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener un ambiente en beneficio de sí misma y el mundo futuro. Toda persona tiene un derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado (Rodríguez, J., 2012).

El estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el

clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley” (Rodríguez, J., 2012).

Esta disposición es recogida en forma explícita en la Ley Orgánica del Ambiente (1.978), cuando en su Artículo N°. 3 Ordinal 5 establece la “conservación, defensa y mejoramiento del ambiente” (Rodríguez, J., 2012).

El Decreto Ejecutivo N° 883, relacionado a las “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos”, establece la clasificación de las aguas, las actividades sujetas a control, las diferentes formas de descargas (a cuerpos de aguas, medio marino – costero, redes cloacales) así como del seguimiento y control y el régimen de adecuación que deben cumplir todas las actividades generadoras de contaminación (Rodríguez, J., 2012).

### **3.6.1 Marco legal venezolano referente al uso de las aguas**

La legislación existente para el uso y reglamentación del agua, en el caso venezolano, es la siguiente:

1. Decreto Ejecutivo N° 883, del 11 de octubre de 1.995. Gaceta

Oficial N° 5.021 extraordinario del 18 de diciembre de 1.995, “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos y efluentes líquidos”. (Tablas 3.7 y 3.8).

2. Ley Orgánica del Ambiente (1.978), “Reglamento Parcial N° 4 sobre la clasificación de las Aguas”.

Las disposiciones legislativas, relativas a la calidad de las aguas, deberán considerar los siguientes puntos de vista:

- a) Conservación de los recursos: Cursos de agua navegables, no navegables y cursos de aguas subterráneas.
- b) Salud pública: Protección sanitaria del agua y alimentos, protección contra la contaminación.
- c) Vida piscícola: Protección de la calidad del agua, protección contra la contaminación.
- d) Ubicación de industrias y algunas actividades pecuarias: Por ejemplo, granjas porcinas, las cuales son insalubres y peligrosas.

Tabla 3.4 Límites permisibles de los elementos de la aguas según Decreto Ejecutivo N°. 883 (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1.995 en Rodríguez, J., 2012).

PARÁMETRO	LÍMITES O RANGOS MÁXIMOS		
	1 – A	1 – B	1 – C
Turbidez	Menor a 25 UNT	Menor 250 UNT	
pH	6,0 a 8,5	6,0 a 8,5	3,8 a 10,5
O.D.	Mayor 4,0 mg/L	Mayor 4,0 mg/L	
Dureza CaCO <sub>3</sub>		500mg/L	
Sólidos Totales		1500 mg/L	
Cloruros		600 mg/L	
Sulfatos		400 mg/L	
Nitratos		10,0 mg/L	
Cadmio		0,01 mg/L	
Hierro		1,0 mg/L	
Plomo		0,05 mg/L	
Sodio		200 mg/L	
Manganeso		0,1 mg/L	
Coliformes Totales	Promedio mensual menor a 2000 NMP por cada 100 ml	Promedio mensual menor a 10.000 NMP por cada 100 ml	

Tabla 3.5 Clasificación de las Aguas según Decreto Ejecutivo N°. 883 (Decreto Ejecutivo N°883, del 11 de octubre de 1.995. Gaceta Oficial N° 5.021 extraordinario del 18 de diciembre de 1.995, “Normas para la Clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y Vertidos o efluentes líquidos”) (Rodríguez, J., 2012).

TIPOS	SUBTIPOS	
Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o subproducto	<b>1 – a</b>	Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con solo adición de desinfectantes
	<b>1 – b</b>	Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y
	<b>1 – c</b>	Aguas que pueden ser acondicionadas por procesos de notabilización no convencional
Aguas destinadas a usos agropecuarios.	<b>2 – a</b>	Aguas de riego de vegetales destinados al consumo humano
	<b>2 – b</b>	Aguas para riego de cualquier otro tipo de cultivo y uso pecuario
Aguas marinas de medios costeros destinados a la cría y explotación de		
Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercio y de subsistencia.	<b>4 – a</b>	Aguas para el contacto humano total
Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de	<b>4 – b</b>	Aguas para el contacto parcial
Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.		
Aguas destinada al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.		

### **3.6.2 Normas que rigen sobre contaminación de cuerpos de agua, valores permisibles**

La calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos, está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que ella debe contener en su estado natural, las cuales pueden ser alteradas por el exceso de materiales extraños en el agua, ya sea por la actividad humana (contaminación) o por la acción de la naturaleza (polución) (Rodríguez, J., 2012).

En la calidad de agua la hidrología es importante debido a que indica el origen, la cantidad de agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos. Estas condiciones tienen relevancia ya que según los tipos de substratos por los cuales fluye el agua, esta se cargará de unas sales u otras en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dichos substratos (Rodríguez, J., 2012).

La cantidad y la temperatura son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra. Lógicamente para una cantidad de contaminante dado; cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora mayor será la dilución de los mismos y la pérdida de calidad será menor. Por otra parte, la temperatura tiene relevancia ya que los procesos de putrefacción y algunas reacciones químicas de degradación de desechos potencialmente tóxicos se pueden ver acelerados por el aumento de temperatura (Rodríguez, J., 2012).

La alteración del estado natural del agua por causas humanas o no naturales se le denomina actividad antrópica, que proviene del griego Tropos, que significa características. Sin embargo no es solo el hombre el que se encarga de contaminar, puesto que también la misma naturaleza por su ciclo natural colabora con dicho proceso (Rodríguez, J., 2012).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGIA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación se ubica dentro de un contexto analítico, descriptivo y de campo de acuerdo a el objetivo general; la investigación es analítica cuyo objetivo es determinar las condiciones físicas, químicas y biológicas presentes en el río Santa Bárbara; es descriptiva por el hecho de describir el comportamiento y las condiciones en la que se encuentran las aguas superficiales; finalmente de campo porque esta investigación se logrará con el apoyo del trabajo realizado en campo y la interpretación de resultados de los análisis de laboratorio aplicados a las muestras obtenidas (Barrera, J. 2010).

#### **4.2 Diseño de la investigación**

Esta investigación se sustenta en un diseño de investigación de campo, en virtud de que ésta propone que la información se tome en forma directa donde ocurre el problema. Al respecto Balestrini, M. (2001) señala que éste tipo de diseño “permite no sólo observar, sino recolectar los datos directamente de la realidad objeto de estudio, en su ambiente cotidiano, para posteriormente analizar e interpretar los resultados obtenidos”.

De este modo, se dará respuestas a las interrogantes formuladas en la investigación.

También la investigación tiene un diseño documental, según el manual de la Universidad Pedagogía Experimental Libertador (UPEL, 2003), porque plantea “el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su

naturaleza, con apoyo principalmente en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”

Se utilizó un diseño documental, ya que el estudio se realizó sobre la base de documentos o revisión bibliográfica, incluyendo los diseños de modelos propuestos y algunos estudios previos en la zona. Se basó por tanto, en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos digitales que facilitarían su respectivo análisis (Figura 4.1).

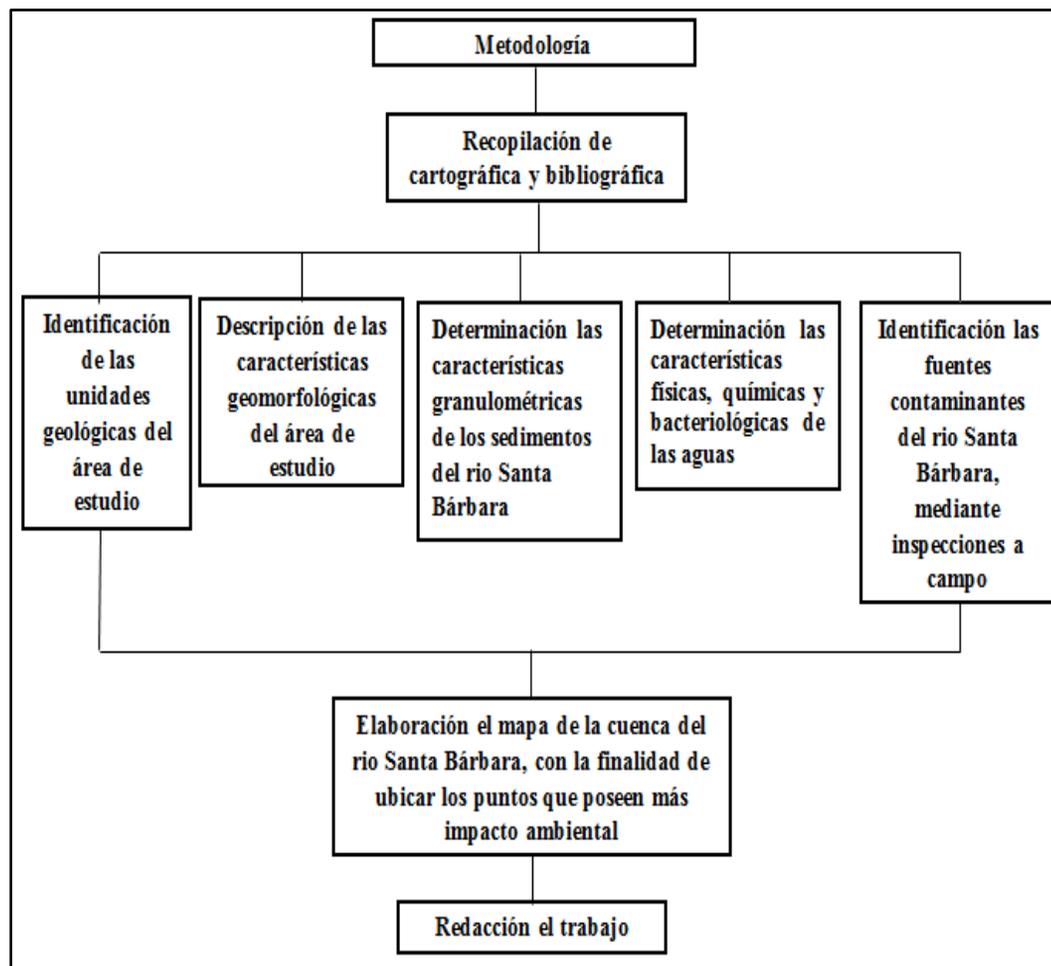


Figura 4.1 Flujo de actividades.

### 4.3 Población de investigación

Una población se refiere a un conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para la cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación (Balestrini, 2001).

Para fines de esta investigación, la población estaría representada por las aguas y sedimentos del río Santa Bárbara.

### 4.4 Muestra de la investigación

La muestra es un subconjunto representativo de un universo o población (Balestrini, 2001). Esta se representa con las muestras de agua y sedimentos tomadas en la zona de estudio.

Con orientación a lo antes mencionado, las muestras de este trabajo investigativo quedan referidas a un conjunto de siete (7) muestras de sedimentos tomadas del área y veintiuno (21) muestras de agua tomadas del cauce del río (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Coordenadas UTM de los diferentes puntos de muestreo.

<b>Puntos</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altura (m.s.n.m)</b>
01	43667,919	895012,537	71
02	436717,214	896171,560	46
03	437046,159	897087,444	35
04	437115,540	897184,462	33
05	437080,849	897278,016	30
06	437649,770	898081,882	26
07	437726,088	898085,347	25

#### **4.5 Recopilación bibliográfica y cartográfica**

En la recolección de información se utilizará la técnica de observación directa. Según Veliz, A. (2009) “es una técnica que se emplea para relacionar el sujeto de estudio con el objeto, dotando al investigador de una teoría o un método adecuado para que la investigación tenga una orientación correcta y el trabajo de campo arroje datos exactos y confiables”.

Como instrumento se utilizó una guía de anotaciones prediseñada o libreta de campo, donde se registraron los aspectos que fueron observados. A través de la cual se pudo contemplar los elementos que se encuentran en el área, de donde se partió para la recolección de muestras y así proceder al análisis e interpretación de las mismas.

De igual manera, se utilizó la técnica de revisión bibliográfica. Según Rojas, C. (2012) comprende “todas las actividades relacionadas con la búsqueda de información escrita sobre un tema acotado previamente y sobre el cual, se reúne y discute críticamente, toda la información recuperada y utilizada”.

Los equipos e instrumentos utilizados para el desarrollo de este trabajo fueron los siguientes:

En campo: GPS (sistema de posicionamiento global), piquetas, martillo, Zinceles, machete, bolsas para muestras, lupa.

En oficina: Material bibliográfico, computadoras, entre otros.

#### **4.6 Identificación de las unidades geológicas del área de estudio, a través de reconocimiento in situ.**

Se elaboró el mapa base de la zona de estudio y se realizó el reconocimiento del área a través de las vías o caminos de fáciles de accesos a las corrientes de agua del río Santa Bárbara, hasta llegar a la naciente del río ubicada cerca del barrio Brisas del Este; y a partir de allí se efectuó un recorrido a través de toda la longitud de la cuenca.

En esta etapa del trabajo durante el recorrido se observó los principales rasgos geológicos del área y los afloramientos de la formación mesa, de igual forma la granulometría de los sedimentos.

Para ubicar y posicionar el área de estudio se utilizó como instrumento un GPS el cual nos indicó las coordenadas UTM para los diferentes puntos de muestreo y así obtener la información posible para la interpretación geológica, ambiental y geomorfológica del área de estudio.

#### **4.7 Descripción de los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio, a través de la interpretación de imágenes satelitales y observación en campo**

En cuanto a la descripción geomorfológica se basó en la observación de los relieves (positivos y planos) limitados por pendientes suaves, que conforman al área de estudio de acuerdo a las unidades geológicas presentes, también con el apoyo del software de interpretación satelital Global Mapper v.16 y Google Earth (Figura 4.2).

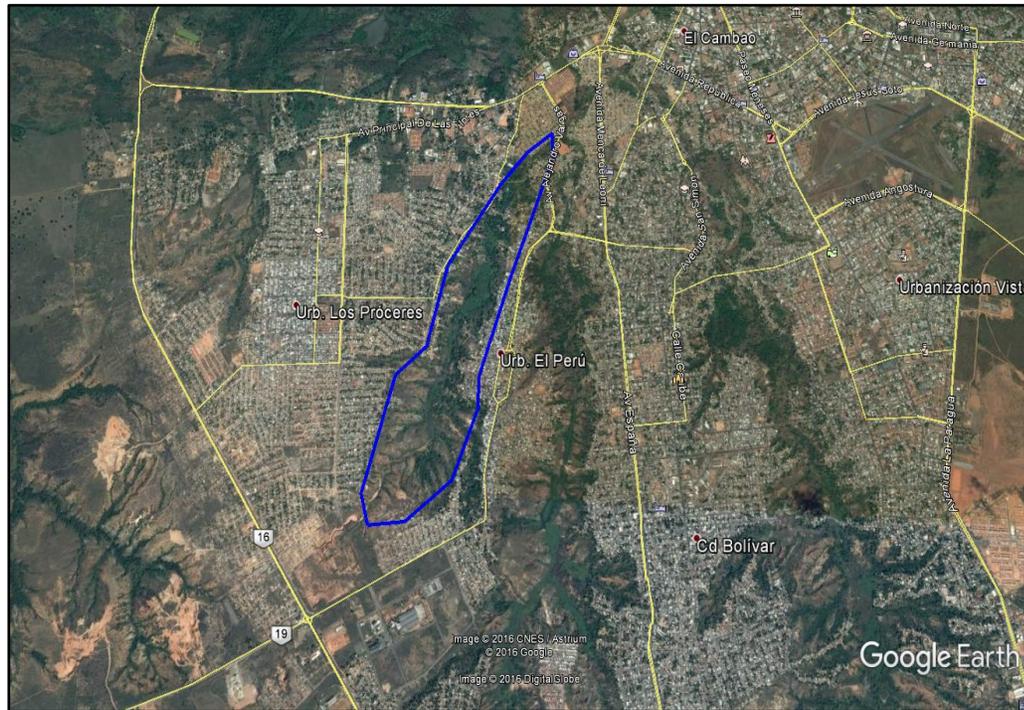


Figura 4.2 Imagen satelital del río Santa Bárbara.

#### **4.8 Determinación de las características granulométricas de los sedimentos del río Santa Bárbara, mediante ensayos granulométricos por tamizado en seco**

Este análisis se realizó a las siete muestras de sedimentos tomadas del cauce del río Santa Bárbara, fue realizado en el laboratorio de Sedimentología de la Escuela de Ciencias de la Tierra (Figura 4.3 y 4.4).

Este análisis tiene como finalidad determinar las porciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una muestra de sedimentos. Para obtener la distribución de tamaños de las partículas que constituyen la muestra de sedimentos, se emplearon tamices normalizados (10, 2035, 70, 100, 200, Pan)

Cabe destacar que la información geológica que proporciona la granulometría de los sedimentos son los niveles de energía del río de acuerdo al tamaño que

predomina y que los datos del análisis son expresados mediante gráficos compuestos a través de curvas de frecuencia de distribución de tamaño, mediante la escala de grado de las partículas de Wentworth.



Figura 4.3 Recolección de muestra de sedimento.



Figura 4.4 Juego de tamices y agitadora empleada para los análisis granulométricos.

#### **4.9 Determinación de las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas del rio Santa Bárbara**

Para la determinación de las características física, química y bacteriológica de las aguas del rio Santa Bárbara, se utilizaron los valores de los parámetros físicos (Temperatura de agua, temperatura ambiente, turbidez), los parámetros Químicos (Aceite, grasa, pH, alcaloides, sólidos disueltos, sólidos totales, elementos metálicos: Cd, Pb, Hg, Ni, Ti, Co) y parámetros Bacteriológicos (Coliformes totales, coliformes fecales)

Se seleccionaron para la toma de muestras de agua tres puntos de la cuenca (margen izquierdo, margen derecho y centro), para así obtener un margen de precisión más alto en cada estación y buscar puntos de anomalías contaminantes (Figura 4.5).

El muestreo fue tipo manual; y a su vez, simple o puntual. La recolección de muestras se realizó con envases de polietileno, estos fueron esterilizados previamente y cerrados inmediatamente después de dicha toma.

Cada envase fue sumergido en el lugar de muestreo correspondiente a cada estación, y en sentido contrario a la corriente hasta ser llenados. Estas muestras también fueron etiquetadas con el número de cada estación de muestreo.

Para la preservación de las muestras se utilizó el modo más común (enfriamiento de las mismas). Estas fueron llevadas a una cava con hielo y luego se trasladaron a los laboratorios donde fueron analizadas (Geociencias de la Universidad de Oriente)



Figura 4.5 Recolección de muestra de agua.

Se recolectaron tres (3) muestras de aguas (margen derecho, centro y margen izquierdo) de la cuenca del río y una (1) de sedimento en cada estación, para un total de veintiuno (21) de agua y siete (7) de sedimentos.

#### **4.10 Identificación de las fuentes contaminantes de origen mineral del río Santa Bárbara**

Para identificar las fuentes de impacto negativo al medio ambiente se hicieron recorridos a lo largo del cauce del río Santa Bárbara, observándose un conjunto de actividades que son uno de los focos principales para la contaminación que afectan de una u otra manera a la composición de estas aguas, como son la presencia de aguas residuales y de gran cantidad de desechos sólidos.

#### **4.11 Elaboración del mapa de sensibilidad ambiental identificando las fuentes contaminantes**

Para la determinación de fuentes contaminantes del río Santa Bárbara, y ubicar los focos de contaminación se realizaron recorridos para la observación de los alrededores y de todas las fuentes que tienen contacto directo y no directo con cada una de las estaciones del área de estudio, observando diferentes actividades que se realizan cerca del mismo como por ejemplo actividades agrícolas, pecuarias, domésticas e industriales, además de la localización de descargas de aguas servidas y desechos sólidos, los cuales son foco de contaminación que afectan la composición de las aguas del río.

En la elaboración del mapa se utilizó un mapa base de Ciudad Bolívar a escala 1:25000, una vez digitalizado se procedió a identificar los puntos de muestreo y las distintas fuentes contaminantes. La digitalización del mapa fue elaborada con la ayuda del Software AutoCAD 2014.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1 Identificación de las unidades geológicas del área de estudio**

Las unidades geológicas predominantes observadas a lo largo del área de estudio son la Formación Mesa y los sedimentos o aluviones recientes. Mientras la Formación Mesa cubre un 80% del área de estudio, la extensión de los sedimentos aluviales representa un 20%.

##### **5.1.1 Formación Mesa**

La Formación Mesa de edad Plio-pleistoceno de origen fluvio-deltaico se encuentra aflorando alrededor de todo el área de la cuenca de estudio, conformada litológicamente por sedimentos detríticos como arenas que de grano fino a grueso, de diversos colores tales como blanco, gris, rojizas, marrones, amarillentas entre otras, posee una altura que va desde 25 a 80 m.s.n.m siendo esta la más elevada.

Los sedimentos recientes se encuentran presente a lo largo de los márgenes, en el fondo de la cuenca del río Santa Bárbara, formado por gravas, arenas, limos y arcillas, los cuales han sido depositados por distintos mecanismos de transporte (arrastre, saltación, suspensión) y conjunto de agentes erosivos, todos estos son producto de disgregación proveniente de la Formación Mesa y la composición de rocas pertenecientes al Complejo geológico de Imataca.

Se caracterizan por su constitución limoareno-arcillosa, bastantes sueltos y sumamente porosos (Figura 5.1).



Figura 5.1 Formación Mesa en el área de estudio.

### **5.1.2 Sedimentos recientes**

Los sedimentos recientes están constituidos por materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía y el viento hacia el lecho del río Santa Bárbara y quebradas tributarias; así como a otros cursos de agua adyacentes. Estos sedimentos conforman planicies aluviales, los cuales se encuentran dispuestos en forma de planadas, dando origen a pequeñas terrazas constituidas por sedimentos arenoso-limosos, principalmente en épocas de lluvia (Figura 5.2).



Figura 5.2 Sedimentos recientes en el río Santa Bárbara.

## **5.2 Descripción de los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio**

La geomorfología característica presente a lo largo de la cuenca del río Santa Bárbara, está constituida por relieves planos y positivos, observándose paisajes de mesas que llegan a alcanzar una altura de 140 m producto del levantamiento de la Formación Mesa con respecto al nivel del mar, la cual se encuentra limitada por farallones que han sido el resultado de procesos erosivos intensos (Cárcavas), activándose el agente morfogenético, el cual se activa periódicamente por el escurrimiento superficial, causando una acción difusa y concentrada en la formación de posibles cárcavas, causando grandes problemas en las zonas urbanas adyacentes (Figura 5.3).



Figura 5.3 Cárcavas presentes en el área de estudio.

### **5.3 Determinación de las características granulométricas de los sedimentos del río Santa Bárbara.**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis granulométrico realizado a las muestras de sedimentos (MS1, MS2, MS3, MS4), se puede observar claramente el predominio de las arenas de grano grueso (47,21 %) y en menor cantidad porcentual las arenas de grano medio (25,50 %), fina (12,43%) y muy gruesa (11,47%) como se muestra en la (Tabla 5.1 y Figura 5.4), lo cual permite deducir de manera cualitativa que la circulación del agua es de moderada energía, producto de una disminución de su caudal. Además esta granulometría indica que hay uniformidad en cuanto al grado de tamaño de las partículas tamaño arena y que los sedimentos presenta un buen escogimiento.

Tabla 5.1 Resultado del análisis granulométrico de los sedimentos del río Santa Bárbara reflejando el promedio.

Muestra	Arena muy gruesa (%)	Arena gruesa (%)	Arena media (%)	Arena fina (%)	Arena muy fina (%)	Limo y arcillas (%)	Total (%)
MS1	14,44	45,73	28,85	10,53	0,42	0,03	100
MS2	7,27	38,70	27,13	16,06	8,44	2,40	100
MS3	11,9	50,6	22,4	13,2	1,6	0,2	100
MS4	12,25	53,79	23,64	9,91	0,89	0,06	100
<b>Promedio</b>	11,47	47,21	25,50	12,43	2,83	0,67	100

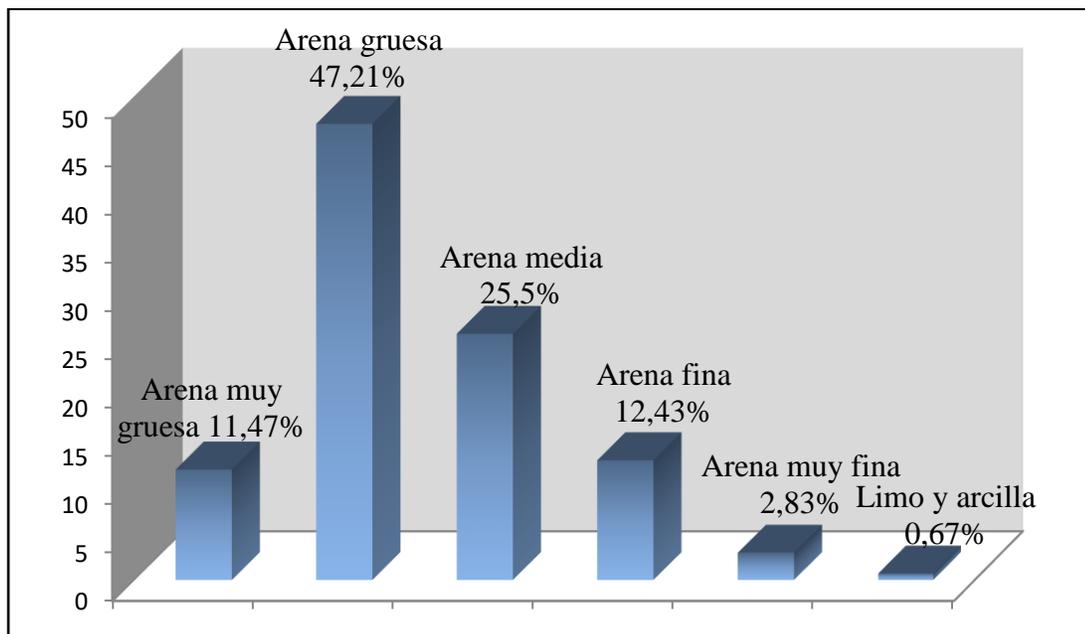


Figura 5.4 Histograma del resumen promedio de las arenas procedentes de los sedimentos del río Santa Bárbara.

#### 5.4 Determinación las características físicas, químicas y bacteriológicas del río Santa Bárbara

Las tablas 5.9, 5.10 y 5.11 representan los valores obtenidos de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las muestras de agua del río Santa Bárbara

Tabla 5.2 Representación de los valores de los Parámetros Físicos de las aguas del río Santa Bárbara.

<b>ESTACION</b>	<b>Turbidez (UNT)</b>	<b>Temp. Del Agua (°C)</b>	<b>Temp. Ambiente (°C)</b>
#1 (Naciente)	50	24	24
#2 (Estadio el Perú)	50	24	24
#3 (Santa Bárbara abajo)	70	26	28
#4 (Pasarela)	75	26	28
#5 (Puente las Flores)	80	27	30
#6 (Puente Alejandro Vargas)	80	27	30
#7 (Desembocadura)	100	28	32
<b>PROMEDIO</b>	<b>72.14</b>	<b>26</b>	<b>28.5</b>
<b>LIMITE PERMISIBLE SEGÚN DECRETO N° 883</b>	<b>250</b>	<b>N/D</b>	<b>N/D</b>

## **5.4.1 Características físicas**

### **5.4.1.1 Turbidez**

Los resultados de los parámetros físicos, reflejados en la (Tabla 5.9) realizados a la cuenca del río Santa Bárbara arrojaron que para la estación # 1 (Naciente) y la estación # 2 (Estadio el Perú) los valores se encuentran entre 48- 50 UNT, seguidamente en la estación # 3 (Santa Bárbara abajo) y la estación # 4 (pasarela) los valores obtenidos van aumentando progresivamente y dichos valores están entre 68-75 UNT, al igual que para la estación # 5 (Puente las Flores) y la estación # 6 (Puente Alejandro Vargas) los valores se mantienen entre 78-80 UNT, para la estación # 7 (Desembocadura) se puede observar un aumento en relación a las otras el cual es de 100 UNT.

El aumento de la turbidez que se genera en las estaciones es debido a la gran concentración de materia mineral y orgánica, que se encuentra en suspensión en el agua de la cuenca del río Santa Bárbara, como lo son: las plantas, arcillas, limos, entre otras, los cuales son transportadas por las corrientes del río Santa Bárbara, estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles  $< 250$  UNT de acuerdo al Decreto N° 883.

### **5.4.1.2 Temperatura ambiente**

Los valores de la temperatura ambiente del río Santa Barbara, para la estación #1 (Naciente) y la estación #2 (Estadio el Perú) son para ambas estaciones de  $24^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Seguidamente en la estación #3 (Santa Barbara abajo) y la estación #4 (Pasarela) los valores se mantienen en  $28^{\circ}\text{C}$  y van aumentando progresivamente en la estación #5 (Puente las Flores) y la estación #6 (Puente Alejandro Vargas) con

valores de 30°C para ambas estaciones. Y para la estación #7 (Desembocadura) se puede observar un pequeño aumento en relación a las otras el cual es 32°C.

Todos estos valores fueron tomados de manera continua iniciando en la estación #1 (Naciente) y culminando en la estación #7 (Desembocadura), en un lapso de tiempo comprendido entre las 7:00 am hasta las 3:00 pm. La diferencia entre los valores se debe al porcentaje (%) de humedad relativa presente en el área de estudio.

#### **5.4.1.3 Temperatura del agua**

En la (Tabla 5.9) los valores de la temperatura del agua reportados se encuentran entre un rango de 24°C para la estación #1 (Naciente) a 28°C en la estación #7 (Desembocadura) todos los valores se ven afectados como consecuencia de la radiación solar.

### **5.4.2 Características químicas**

#### **5.4.2.1 pH**

El pH de las aguas del río Santa Bárbara se encuentran en un rango comprendió de 7.49 a 7.59 perteneciendo el menor valor a la estación #1 (Naciente), y a partir de las siguientes estaciones va aumentando progresivamente hasta llegar a la estación #7 (Desembocadura) siendo este el mayor valor. Las aguas del río Santa Bárbara poseen un pH óptimo ya que se encuentra entre 6,5 y 7,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, para este parámetro no se obtuvieron anomalías (Tablas 5.2y 5.3).

### 5.4.2.2 Aceite/ Grasa

Los valores de aceite y grasa arrojados por los análisis tienen un valor de 0,19 mg/l para la estación #1 (naciente) hasta 1,22 mg/l para la estación #7 (desembocadura), incrementándose hacia la desembocadura ya que a lo largo de esta trayectoria atraviesa asentamientos urbanos de gran tamaño y zonas industriales, los cuales arrojan desechos combustibles y grasas a través de los drenajes urbanos (Tablas 5.2 y 5.3).

Tabla 5.3 Parámetros químicos de las aguas del Rio Santa Bárbara.

Parámetros	M -1	M -2	M -3	M -4	M -5	M -6	M -7	Unidades
PH	7.49	7.47	7.55	7.53	7.51	7.57	7.59	----
Aceites/Grasas	0.19	0.42	1.12	1.15	1.19	1.21	1.22	mg / l
Cromo	< 0.05	0.09	0.13	0.16	0.19	0.21	0.21	mg / l
Cobre	0.15	0.23	0.23	0.25	0.27	0.29	0.29	mg / l
Cinc	0.17	0.19	0.23	0.25	0.27	0.27	0.28	mg / l
Cadmio	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg / l
Níquel	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg / l
Plata	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	mg / l
Plomo	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg / l
Mercurio	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	mg / l

### 5.4.2.3 Cromo

Los resultados obtenidos de cromo en las diferentes estaciones se encuentran comprendidos en 0,05 mg/l a 0.21 mg/l, esto es como consecuencia de sustancias químicas tales como pintura de talleres de latonería y pintura que descargan sus

vertidos, lubricantes que son descargados en el cauce del río y de acuerdo al Decreto 883 se encuentra por encima del límite permisible que es de 0,05 mg/l, notablemente se observa que el comportamiento de dicho elemento se mantiene en los límites permisibles en la estación 1 (naciente), siendo un valor de referencia ya que en dicha zona no se presentan asentamiento urbanos de gran tamaño ni industrias y las aguas permanecen en un estado más natural. Por consiguiente, para este elemento no se presentaron anomalías con respecto a los valores umbrales superiores ni inferiores, pero si con respecto a los límites permisibles según el decreto 883 (Tablas 5.2, 5.3 y Figura 5.5).

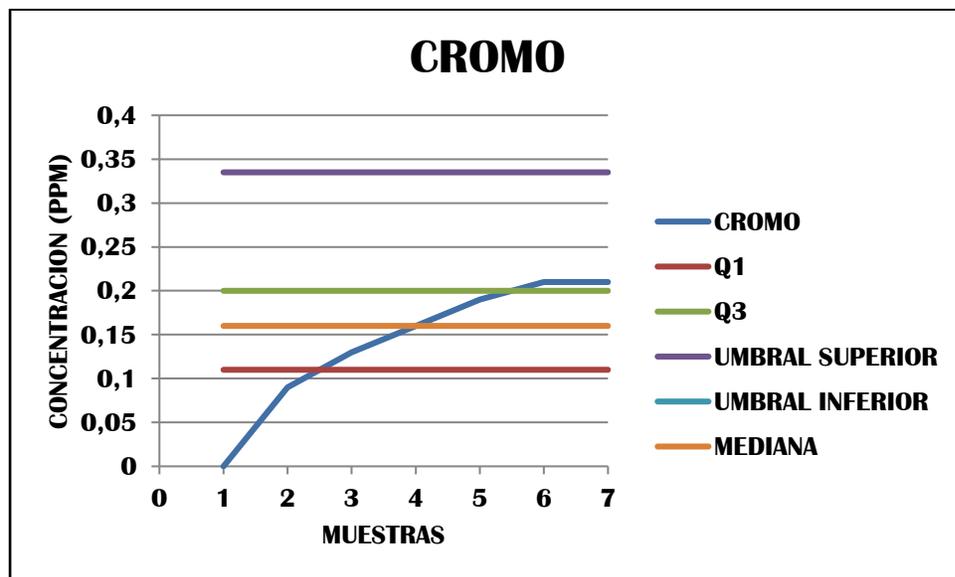


Figura 5.5 Estadística para el elemento Cromo.

#### 5.4.2.4 Cobre

Los valores de cobre registrados en las diferentes estaciones del río Santa Bárbara se encuentran en un rango de (0,15 – 0,29) mg/l, dichos valores se incrementan en la trayectoria hacia la desembocadura, debido a la presencia de urbanismos y zonas de contaminación industrial, las cuales se encuentran

directamente sobre el cauce del río, notando que la naciente en la estación 1 posee valores bajos, para este elemento no se obtuvieron anomalías (Tablas 5.2, 5.3 y Figura 5.6).

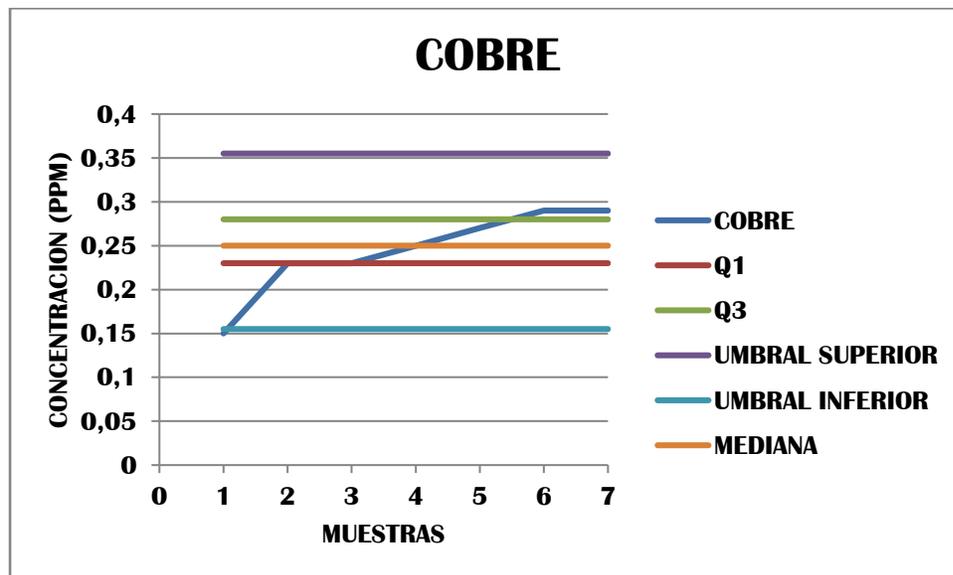


Figura 5.6 Estadística del elemento Cobre.

#### 5.4.2.5 Plomo

Los valores del plomo fluctúan entre (0.001 – 0.01) mg/l, dichos valores se encuentran por debajo del valor máximo permisible de 0.05 mg/l según el Decreto 883. Estos valores bajos se deben a que plomo no se encuentra presente constantemente en las industrias asentadas en las cercanías del río, la cual generalmente es la principal fuente de dicho elemento, los valores para dicho elemento se encuentran dentro de lo permisible y tienden a ser valores muy bajos siendo casi nula su presencia (Tablas 5.2 y 5.3).

#### **5.4.2.6 Mercurio**

Para el elemento Mercurio los resultados obtenidos reflejan un valor constante inferior a 0,05 mg/l a lo largo de todas las estaciones del área de estudio, no se obtuvieron anomalías para dicho elemento y su concentración tiende a ser casi nula, ya que este elemento principalmente es originado por industrias de gran tamaño y actividades ilegales de minería las cuales no están presentes en el área (Tablas 5.2 y 5.3).

#### **5.4.2.7 Cadmio**

En cuanto a los valores del elemento Cadmio, se encuentra un único valor de 0,03 mg/l en toda el área de estudio, el comportamiento de este elemento se mantiene en toda la trayectoria del río, sus bajos niveles tienden a ser casi nula su presencia por lo cual no se detectaron anomalías de acuerdo con el decreto 883 (Tablas 5.2 y 5.3).

#### **5.4.2.8 Zinc**

Los resultados de Zinc obtenidos están reflejados en la Tabla (5.2) y fluctúan entre 0,17 mg/l y 0,28 mg/l para la estación #1 (Naciente) y estación #7 (Desembocadura) respectivamente, estas variaciones asociadas a las industrias y urbanismos y composición de la formación Mesa la cual posee contenidos metálicos (Tablas 5.2, 5.3 y Figura 5.7).

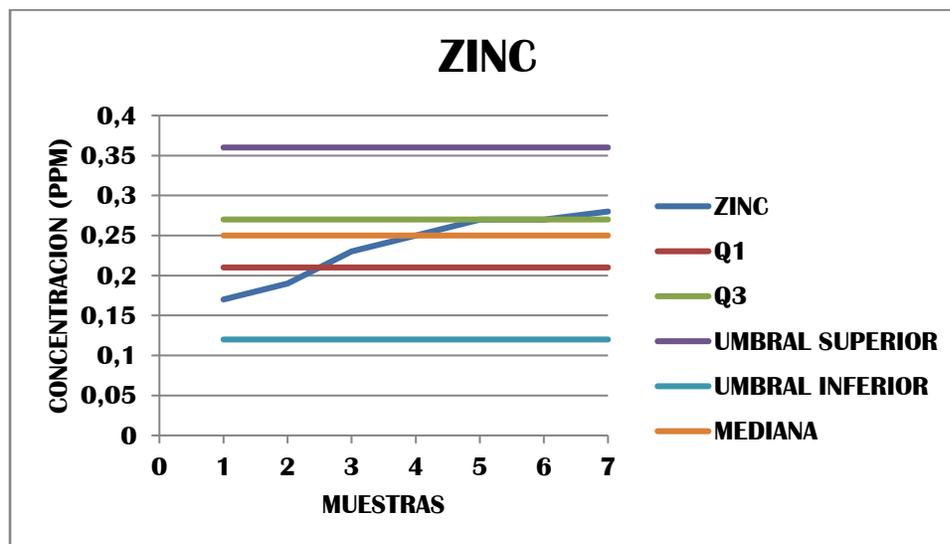


Figura 5.7 Estadística del elemento Zinc.

### 5.4.3 Características bacteriológicas

Los parámetros de componentes orgánicos para el río Santa Bárbara permanecen dentro de los límites permisibles según el decreto 883, presentando los valores más bajos  $2,2 \times 10^3$  N.M.P/100ml en la zona naciente debido a la poca presencia de urbanismos; y sus mayores valores de  $9,4 \times 10^4$  N.M.P/100ml en la zona de desembocadura donde se encuentra directamente transitando sobre zonas netamente urbanas.

Tabla 5.4 Parámetros bacteriológicos de las aguas del Río Santa Bárbara.

Estaciones	Coliformes Fecales	Coliformes Totales
#1 (Naciente)	$3,5 \times 10^2$ N.M.P/100ml	$2,2 \times 10^3$ N.M.P/100ml
#2 (Estadio el Perú)	$1,2 \times 10^3$ N.M.P/100ml	$5,1 \times 10^3$ N.M.P/100ml
#3 (Santa Bárbara abajo)	$1,9 \times 10^3$ N.M.P/100ml	$9,4 \times 10^3$ N.M.P/100ml
#4 (Pasarela)	$3,5 \times 10^3$ N.M.P/100ml	$1,7 \times 10^4$ N.M.P/100ml
#5 (Puente las Flores)	$9 \times 10^3$ N.M.P/100ml	$2,2 \times 10^4$ N.M.P/100ml
#6 (Puente A. Vargas)	$1,2 \times 10^4$ N.M.P/100ml	$5,1 \times 10^4$ N.M.P/100ml
#7 (desembocadura)	$1,9 \times 10^4$ N.M.P/100ml	$9,4 \times 10^4$ N.M.P/100ml
Límite permisible Según Decreto N° 883	$<10 \times 10^3$	$<10 \times 10^3$

#### **5.4.3.1 Coliformes fecales**

Los niveles obtenidos indican que los coliformes fecales en las aguas del río Santa Bárbara, se encuentran en  $3,5 \times 10^2$  NMP/100ml para la estación #1 (naciente), este valor se va aumentando progresivamente en las siguientes estaciones hasta llegar a la estación #7 (desembocadura) de  $1,9 \times 10^4$  NMP/100ml. Este cambio se origina por la presencia de materia orgánica, descarga constante de aguas servidas y residuales, desechos sólidos, entre otros, provenientes de los sectores urbanos adyacentes a la cuenca del río Santa Bárbara (Tabla 5.4)

#### **5.4.3.2 Coliformes totales**

Los resultados de los coliformes totales arrojaron valores comprendidos entre  $2,2 \times 10^3$  NMP/100ml para la estación #1 (naciente), este valor se va aumentando progresivamente en las siguientes estaciones hasta llegar a  $9,4 \times 10^4$  NMP/100ml en la estación #7 (desembocadura). De acuerdo al decreto N°883 estos valores se encuentran por encima del valor máximo permisible, y esto se debe al gran aporte de basura, desechos sólidos, materia orgánica, descargas de aguas servidas y residuales (Tabla 5.4).

### **5.5 Identificación de las fuentes contaminantes de origen mineral**

Las fuentes de impacto negativo al medio ambiente se encuentran en todo el recorrido del río Santa Bárbara observándose un conjunto de actividades como talleres, lavado de autos, comercios, venta de lubricantes, entre otros, que afectan la composición de estas aguas, con la presencia de sustancias químicas y desechos industriales así como gran cantidad de desechos sólidos, siendo estos lugares y actividades las principales fuentes contaminantes del río Santa Bárbara (Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Identificación de las fuentes contaminantes.

Tipo de fuente	Cantidad observada	Características
Talleres Mecánicos y de Pintura	3	Aportan aceites y lubricantes, desechos sólidos, ligas de frenos, gasolina, gasoil, lacas, pinturas.
Auto lavado	4	Detergentes, aceites, lodo.
Venta de lubricantes	5	Basuras, aceites, grasas, desechos sólidos.
Cauchera	1	Cauchos, aceites y desechos sólidos
Taller de refrigeración	2	Desechos sólidos.
Centro hospitalario y ambulatorio	1	Aguas negras, detergentes, materia orgánica, reactivos fármacos.
Desplumadora y criadero de pollos	2	Plumas, materia orgánica, detergentes.
Panadería	3	Detergentes, materia orgánica.
Centros educativos	3	Basura, aguas negras y desechos sólidos
Licorería	3	Basuras, plásticos, desechos sólidos.
Embaulamiento	4	Descarga de agua servida al río.
Farmacia	2	Papel, plástico, cartón, fármacos vencidos
Estacionamientos	6	Basura, aceites y desechos sólidos.
Bodegas	5	Desechos sólidos, basura, plástico.

### 5.6 Elaboración del mapade sensibilidad ambiental de la cuenca del rio Santa Bárbara relacionándolo con la presencia de fuentes contaminantes

A través de la elaboración de un mapa base del área el cual está constituido por los contornos topográficos, drenajes o escorrentía interpretado se ubicaron los puntos de muestreo adquiridos con el dispositivo GPS, y junto con los análisis de laboratorio para cada muestra de agua se obtienen dos zonas que superan masivamente los valores máximos establecidos por el decreto N° 883; la primera zona cercana a la naciente del rio en las estaciones #2 y #3 muestran valores de coliformes totales de  $5,1 \times 10^3$  N.M.P/100ml y  $9,4 \times 10^3$  N.M.P/100ml respectivamente; la segunda zona se encuentra en la zona de desembocadura en las estaciones #6 y #7 las cuales arrojaron valores de  $5,1 \times 10^4$  N.M.P/100ml y  $9,4 \times 10^4$  N.M.P/100ml respectivamente.

Por otra parte, la estaciones #1,#4 y #5 presentan valores de  $2,2 \times 10^3$  N.M.P/100ml,  $1,7 \times 10^4$  N.M.P/100ml,  $2,2 \times 10^4$  N.M.P/100ml, respectivamente, también superan el límite establecido por el decreto N° 883 pero no de una manera tan elevada siendo estas estaciones también tomadas en cuenta como fuentes de contaminación relativamente baja (Figura 5.8 y Anexo 1).

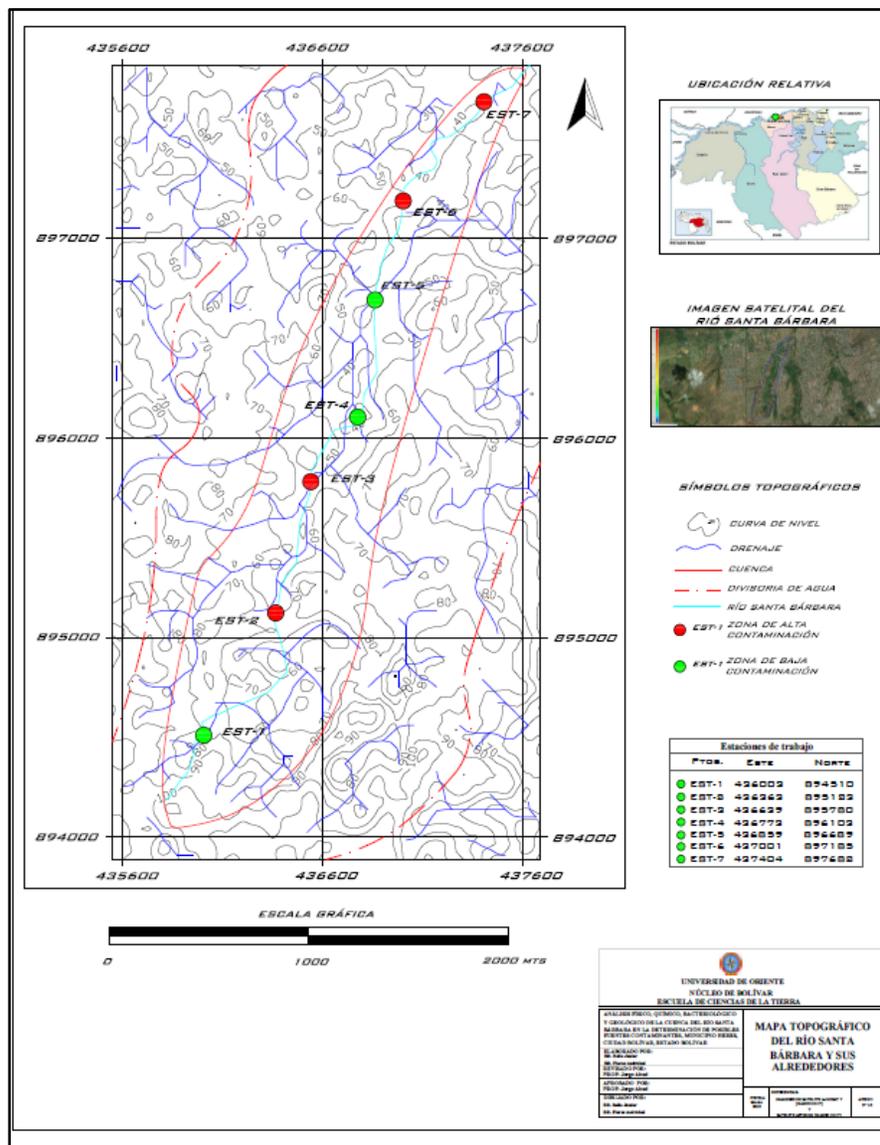


Figura 5.8 Mapa de sensibilidad ambiental relacionar las zonas de impacto ambiental.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Las unidades geológicas predominantes observadas a lo largo del área de estudio son la Formación Mesa compuesta por sedimentos detríticos tipo arena de grano fino a grueso que cubre un 80% del área de estudio y los sedimentos aluviales con un 20%, compuestos por material limoareno-arcilloso, bastantes sueltos y sumamente porosos producto de disgregación proveniente de la Formación Mesa y la composición de rocas pertenecientes al Complejo geológico de Imataca.

El río Santa Bárbara, posee una geomorfología de relieves planos de 140 m.s.n.m., producto del levantamiento de la Formación Mesa principalmente caracterizado por procesos erosivos intensos (Cárcavas) las cuales se activan periódicamente por el escurrimiento superficial, causando grandes problemas en las zonas urbanas adyacentes.

La granulometría del área está caracterizada por las arenas de grano grueso a grano medio y en cantidades menores materiales finos y muy finos lo cual indica que la circulación del agua es de moderada energía, también se determina la uniformidad en cuanto al grado de tamaño de las arenas presentando buen escogimiento.

A través de los valores obtenidos del pH se logró determinar que las aguas del río Santa Bárbara son de carácter óptimos, ya que se encuentra entre 6,89 y 7,83 es decir, entre neutra y ligeramente alcalina.

Las fuentes de impacto ambiental principales son los talleres, comercios, lavado de autos y pequeñas industrias que se encuentran en todo el recorrido del río Santa

Bárbara las cuales no tienen un control ambiental sobre sus desechos, siendo estos arrojados directamente a las aguas, alterando la composición con la presencia de sustancias y gran cantidad de desechos sólidos.

Se determinó en el mapa de sensibilidad ambiental que en la cuenca del río Santa Bárbara existen dos zonas; zona de alta contaminación, en las estaciones (#2, #3, #6, #7) y zona de baja contaminación, en las estaciones (#1, #2 y #5)

### **Recomendaciones**

Se requiere de la colaboración de las autoridades competentes, como por ejemplo consejos comunales, alcaldía, etc, y de la población cercana a la zona, para que faciliten y permitan el acceso a la cuenca del Río Santa Bárbara con la finalidad de que realicen muchos más estudios de los que se realizaron en este trabajo de grado.

Prohibir de manera terminante el saque de arena tanto de la zona media, como la zona baja del río, ya que dicha acción acelera el desarrollo de cárcavas una vez que el río compensa los volúmenes de materiales extraídos.

Realizar talleres a la población de las adyacencias encaminados a la preservación y control ambiental, de la Cuenca del Río Santa Bárbara, para una mejor calidad de vida de los habitantes.

Inspeccionar las fuentes de los desechos y realizar las modificaciones necesarias para disminuir la cantidad y concentración de los mismos.

La Universidad de Oriente a través del Servicio Comunitario, elaborar planes de información y concientización con el fin de la protección del río.

Aplicar sanciones contenidas en la Ley Penal del Ambiente a todas aquellas personas que contribuyan a la degradación y contaminación de la cuenca.

Para futuras investigaciones en la cuenca del río Santa Bárbara, se recomienda el efecto y consecuencias de los caracoles africanos presentes en dicha área de estudio, así la profundización de este trabajo de grado a lo largo de la cuenca del río Santa Bárbara.

## REFERENCIAS

Abud J. y Mora V. (2002). **CARACTERIZACION FISICA, QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DEL AGUA DEL RIO SAN RAFAEL EN LA EPOCA DE SEQUIA Y LLUVIA.** Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Trabajo de Post-Grado 2002.

Aguirre, C. y Palmer I. (1992). **DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RIOS SAN RAFAEL, BUENA VISTA, CAÑAFISTOLA, OROCOPICHE Y MARHUANTA.** Trabajo de Grado. U.D.O. Núcleo Bolívar. Escuela de Geología y Minas 1992.

Allen G. y Segura F., (1981). **SEDIMENTOLOGIA DE LOS DEPÓSITOS CLÁSTICOS.** Explorationlaboratory C.F.P. Corpoven S.A. pp. 236.

Allen, J. (1975). **SEDIMENTARY STRUCTURES, THEIR CHARACTER AND PHYSICAL BASIC.DEVELOPMENTS IN SIDIMENTOLOGY.**AmsterdanElsevier Vol. 1.pp 663.

Ascanio, T. (1975). **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DELCERRO BOLIVAR. ESTADO BOLIVAR VENEZUELA.** XI Conferencia Geológica Inter.-Guayana. Belén. Brasil 1975.Memoria P.181-197.

Balestrini, M. (2001). **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**5ta Edición, Editorial B. L. Consultores Asociados. Caracas, Venezuela.

Barrera, J. (2010) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. COMPRENSIÓN HOLÍSTICA DE LA METODOLOGÍA Y LA INVESTIGACIÓN.** Edit. Quirón. Caracas Bogotá.

C.V.G Técnica Minera, C.A (C.V.G TECMIN). (1991)**INFORME DE AVANCE DE LA HOJANC-20-14 Y NB 20-2. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN.** Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Venezuela. Tomo I, II.

Departamento de Geología de la Universidad de Oriente (2001). **GUÍA PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO,** inédito, Ciudad Bolívar.

Flores y Paz (2011). **CARACTERIZACION GEOLÓGICA AMBIENTAL DEL RIO SANTA BÁRBARA EN ÉPOCA DE LLUVIA”.** Trabajo de Grado. U.D.O. Núcleo Bolívar. Escuela de Geología y Minas 2001.

García, M y Maza J. (1998). **ORIGEN Y PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS. CAPÍTULO 6 DEL MANUAL DE INGENIERÍA DE RÍOS.** México. Pp 258.

González de Juana, C., Iturralde, J. y Picard, X. (1980) **GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLIFERAS.** Ediciones Foninves, Caracas, Venezuela. P. 395.

Google Earth, 2017. Imágenes Satelitales del software Google Earth.

Gutiérrez, E y Pérez K., (2001). **CARACTERIZACION GEOLOGICA Y CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RIO SANTA BARBARA – BUENA VISTA- RIO CAÑAFISTOLA.** Trabajo de Grado. U.D.O. Núcleo Bolívar. Escuela de Geología y Minas 2001.

Marín y Yánez. (2010). **ESTUDIO GEOQUÍMICO EXPLORATORIO DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA BÁRBARA, MUNICIPIO AUTÓNOMO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de Grado. U.D.O. Núcleo Bolívar. Escuela de Geología y Minas 2001.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO).** Patrocinado por Hecla, pp 22, 39; 42, 46-48.

Mendoza, V. (2005) **GEOLOGIA DE VENEZUELA: ESCUDO DE GUAYANA, ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE.** Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar-Venezuela.

Rodríguez, J. (2012). **DETERMINACIÓN DE LOS MECANISMOS DE TRANSPORTE DE LA PARTE ESTE DE LA ISLA FAJARDO MUNICIPIO CARONÍ, RÍO ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de Grado no Publicado de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

Universidad Pedagogía Experimental Libertador UPEL. (2003) Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. **MANUAL DE TRABAJO DE GRADO DE ESPECIALIZACIÓN MAESTRÍA Y TESIS DOCTORALES.** Caracas

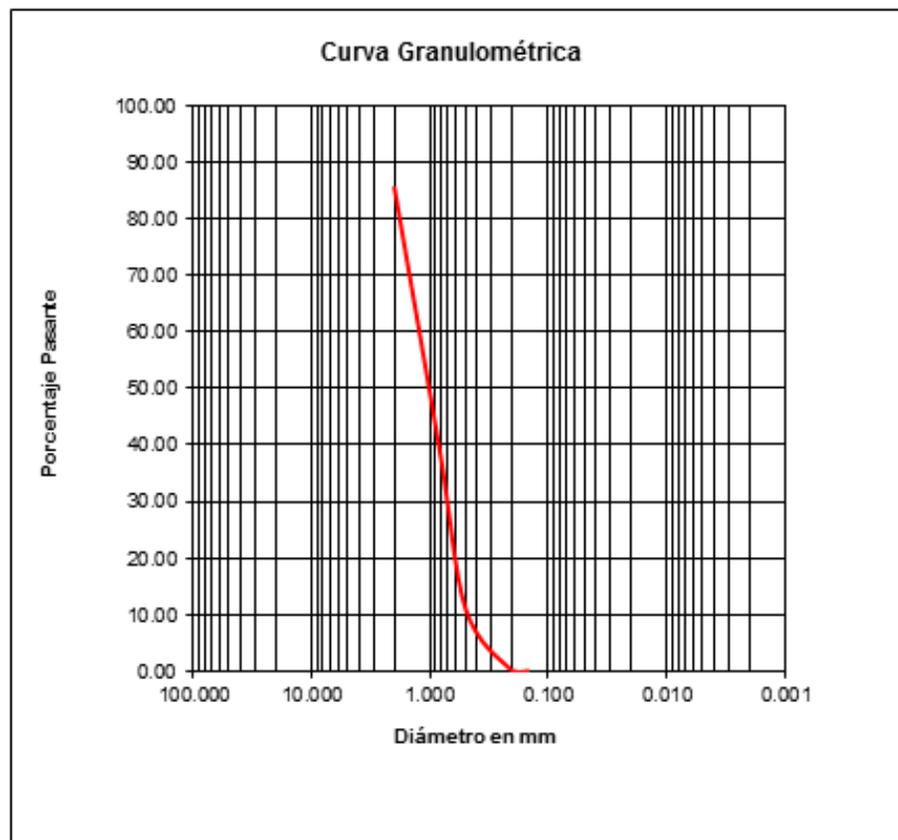
Veliz, A. (2009). **COMO HACER Y DEFENDER UNA TESIS.** 12va. Ed. Ampliado. Edit. Texto. Caracas, Venezuela

## **APÉNDICES**

**APÉNDICE A**  
**Análisis granulométricos**

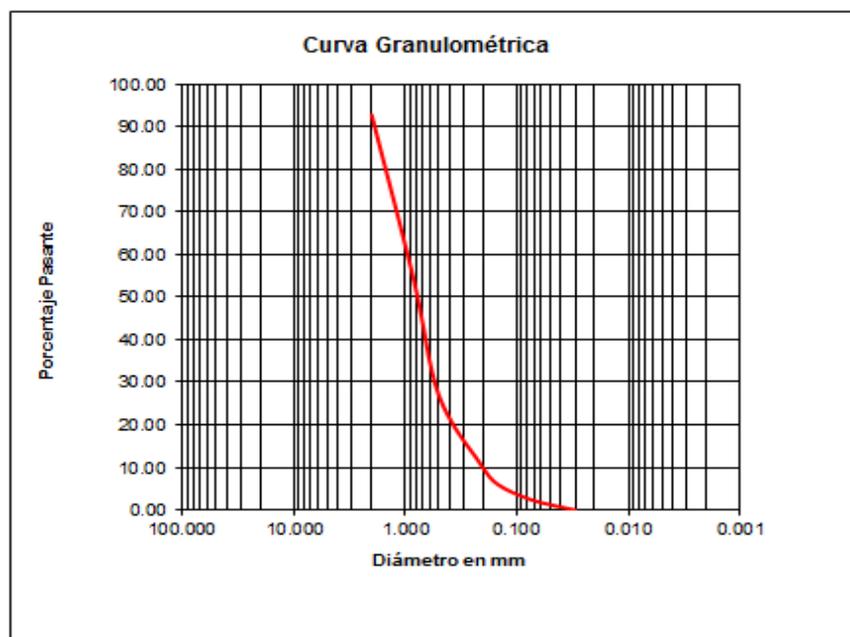
## A.1 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS1.

N° Tamiz	Diámetro mm	Peso gramos	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
10	2,000	83,90	14,46	14,46	85,54
20	0,840	265,40	45,73	60,18	39,82
35	0,500	167,40	28,84	89,02	10,98
70	0,212	61,10	10,53	99,55	0,45
100	0,150	2,60	0,45	100,00	0,00
<b>Pan</b>					
<b>Total</b>		<b>580,40</b>	<b>100,00</b>		



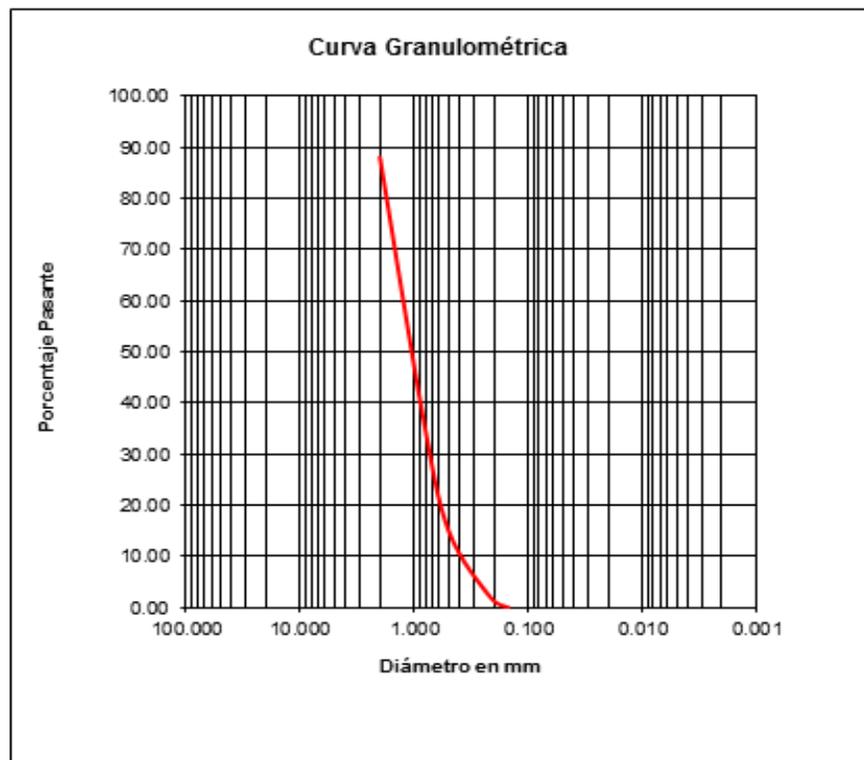
## A.2 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS2.

Nº Tamiz	Diámetro mm	Peso gramos	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
10	2,000	32,70	7,27	7,27	92,73
20	0,840	174,20	38,70	45,97	54,03
35	0,500	122,10	27,13	73,09	26,91
70	0,212	72,30	16,06	89,16	10,84
100	0,150	21,30	4,73	93,89	6,11
200	0,074	16,70	3,71	97,60	2,40
Pan	0,030	10,80	2,40	100,00	0,00
<b>Total</b>		<b>450,10</b>	<b>100,00</b>		



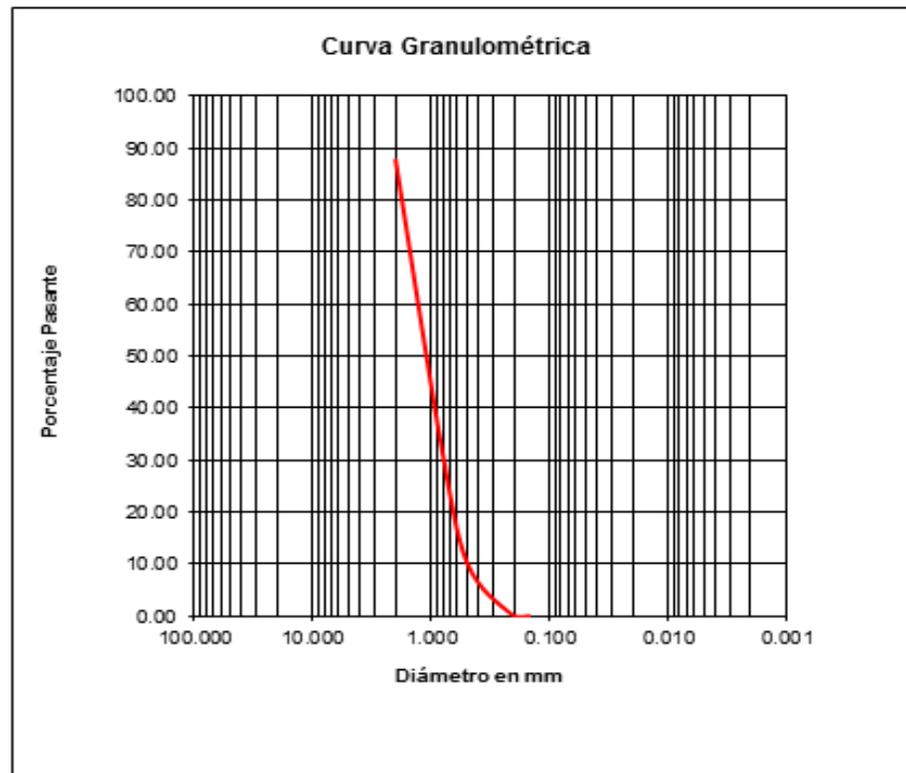
## A.3 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS3.

N° Tamiz	Diámetro mm	Peso gramos	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
10	2,000	71,40	11,93	11,93	88,07
20	0,840	303,00	50,64	62,57	37,43
35	0,500	134,10	22,41	84,98	15,02
70	0,212	79,10	13,22	98,20	1,80
100	0,150	10,80	1,80	100,00	0,00
Pan					
<b>Total</b>		<b>598,40</b>	<b>100,00</b>		



## A.4 Resultados del análisis granulométrico de la muestra de sedimentos MS4.

N° Tamiz	Diámetro mm	Peso gramos	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
10	2,000	63,90	12,25	12,25	87,75
20	0,840	280,50	53,79	66,04	33,96
35	0,500	123,30	23,64	89,68	10,32
70	0,212	51,70	9,91	99,60	0,40
100	0,150	2,10	0,40	100,00	0,00
Pan					
<b>Total</b>		<b>521,50</b>	<b>100,00</b>		



**APENDICE B**  
**Análisis geoquímicos**

1/2



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NUCLEO DE BOLIVAR – ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**CENTRO DE GEOCIENCIAS**

Solicitante: ASDRUBAL FLORES / JUNIOR BELLO  
Muestra: Agua  
Lugar: Río Santa Bárbara, Municipio Heres,  
Fecha: 14 / Febrero / 2017

**ANÁLISIS QUÍMICO**

Parámetros	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	Unidades
PH	7.49	7.47	7.55	7.53	7.51	7.57	7.59	---
Aceltes/Grasas	0.19	0.42	1.12	1.15	1.19	1.21	1.22	mg / l
Cromo	< 0.05	0.09	0.13	0.16	0.19	0.21	0.21	mg / l
Cobre	0.15	0.23	0.23	0.25	0.27	0.29	0.29	mg / l
Cinc	0.17	0.19	0.23	0.25	0.27	0.27	0.28	mg / l
Cadmio	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg / l
Níquel	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg / l
Plata	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	mg / l
Plomo	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg / l
Mercurio	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	mg / l
Coll. Fecales	$3,5 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$9 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	N.M.P/100ml
Coll. Totales	$2,2 \times 10^3$	$5,1 \times 10^3$	$9,4 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$	$5,1 \times 10^4$	$9,4 \times 10^4$	N.M.P/100ml

*[Firma]*

DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VIVIMOS  
Calle san Simón, Campo Universitario J.N.Peretti-la sabanita-Ciudad Bolívar-8001

B.1 Análisis físicoquímico a las aguas.

2/2

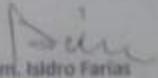


**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NUCLEO DE BOLIVAR – ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**CENTRO DE GEOCIENCIAS**

Solicitante: ASDRUBAL FLORES / JUNIOR BELLO  
Muestra: Sedimentos  
Lugar: Rio Santa Bárbara, Municipio Heres,  
Fecha: 14 / Febrero / 2017

**ANALISIS QUIMICO**

Parámetros	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	Unidades
Cromo	7	6	7	7	11	9	13	mg /Kg
Cobre	6	7	6	5	7	4	6	mg /Kg
Cinc	17	25	19	26	25	22	20	mg /Kg
Cobalto	4	3	2	3	5	4	2	mg /Kg
Niquel	1	2	2	1	3	1	2	mg /Kg
Plomo	19	18	14	17	15	19	16	mg /Kg
Mercurio	N/D	mg /Kg						

  
 Gilmar Isidro Farias  
 Analista Centro de Geociencias

  
 Prof. Armando Rodríguez Verde  
 Director de la Escuela de Ciencias de la Tierra



DEL PUEBLO VENEZOLANO PARA EL PUEBLO VENEZOLANO  
 Calle San Simón, Campus Universitario I y II, Parroquia La Sabanita - Ciudad Bolívar 8002

B.2 Análisis geoquímicos de los sedimentos.

## **ANEXOS**

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

<b>Título</b>	Análisis Físico, Químico, Bacteriológico y Geológico de la Cuenca del Río Santa Bárbara en determinación de posibles fuentes contaminantes, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar
<b>Subtítulo</b>	

## Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Junior A., Bello P.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>17.838.278</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Juniorgeologia1986@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Asdrubal E., Flores O.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>18.228.743</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Asdrubalflores87@hotmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

## Palabras o frases claves:

<b>Análisis.</b>
<b>Río.</b>
<b>Santa Babara.</b>
<b>Sedimento.</b>
<b>Granulometría.</b>
<b>Ambiente sedimentario.</b>
<b>Formación Mesa.</b>
<b>Contaminación.</b>
<b>Ambiental.</b>
<b>Bolívar.</b>



**Contribuidores:**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>ROL/ Código CVLAC / e-mail</b>	
Profesor Jorge Abud	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	4.984.842
	<b>e-mail</b>	jorgeabuds@yahoo.com
	<b>e-mail</b>	Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6
Profesora Ana Romero	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	17.045.333
	<b>e-mail</b>	anateresaromerol@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
Profesora Berenice Sandoval	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>

	<b>CVLA C</b>	8.884.428
	<b>e-mail</b>	beresandoval@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	

**Fecha de discusión y aprobación:**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Día</b>
<b>2018</b>	<b>07</b>	<b>18</b>

**Lenguaje: spa**

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

## Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis-Analisis-fisico-quimico-bacteriologico-geologico-rio-Santa Barbara.Doc

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:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Temporal:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo.**

**Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado Universitario**

**Área de Estudio: Geología.**

**Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.**

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°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.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR Mazley  
FECHA 05/08/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CURVELO  
Secretario

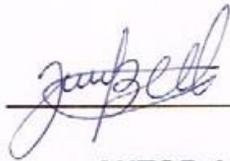


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación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

JABC/YGC/marija

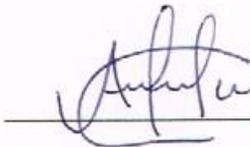
## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**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."



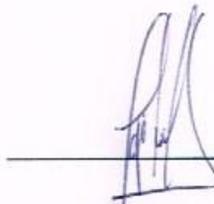
---

**AUTOR 1**



---

**AUTOR 2**



---

**TUTOR**

