



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Dirección de Postgrado
Maestría en Elaboración, Gestión y Evaluación
de Proyectos de Investigación Científica

**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS
BIOFÍSICAS DE LOS ARROYOS MBURICAÓ Y
FERREIRA, DENTRO DEL GRUPO ASUNCIÓN
PRESENTE EN LA ESTACIÓN INVERNAL - 2017**

TOMASA NOEMÍ VILLALBA VÁZQUEZ

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención
del Grado de Magíster en Elaboración, Gestión y Evaluación de
Proyectos de Investigación Científica

SAN LORENZO – PARAGUAY
JULIO – 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Dirección de Postgrado
Maestría en Elaboración, Gestión y Evaluación
de Proyectos de Investigación Científica

**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS
BIOFÍSICAS DE LOS ARROYOS MBURICAÓ Y
FERREIRA, DENTRO DEL GRUPO ASUNCIÓN
PRESENTE EN LA ESTACIÓN INVERNAL - 2017**

TOMASA NOEMÍ VILLALBA VÁZQUEZ

Orientador: **Prof. Dr. ROBERTO MARTÍNEZ LÓPEZ**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención
del Grado de Magíster en Elaboración, Gestión y Evaluación de
Proyectos de Investigación Científica

SAN LORENZO – PARAGUAY
JULIO – 2018

Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP)
DE LA BIBLIOTECA E INTERNET DE LA FACEN – UNA

Villalba Vázquez, Tomasa Noemí

Estudio de las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira, dentro del grupo asunción presente en la estación invernal - 2017/Tomasa Noemí Villalba Vázquez - San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Dirección de Postgrado, 2018.

i-xiii, 105 h.; 30 cm.

Incluye anexos, bibliografías y apéndice

Tesis (Magíster en Elaboración, Gestión y Evaluación de Proyectos de Investigación Científicas) – Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Dirección de Postgrado, 2018.

1. Contaminación 2. Antropogénica 3. Recursos vivos 4. Biofísica – Características 5. Recursos hídricos – Contaminación 6. Recursos naturales e hídricos – Muestreo 7. Tesis y disertaciones académicas I. Título.

551.49/V711r

**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE LOS ARROYOS
MBURICAÓ Y FERREIRA, DENTRO DEL GRUPO ASUNCIÓN PRESENTE
EN LA ESTACIÓN INVERNAL - 2017**

TOMASA NOEMI VILLALBA VAZQUEZ

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del Grado de Magíster en Elaboración, Gestión y Evaluación de Proyectos de Investigación Científica.

Fecha de aprobación: 24 de julio de 2018

MESA EXAMINADORA

MIEMBROS:

Prof. Dr. Oscar Roberto Martínez López
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Prof. Dr. Anselmo Joaquin McDonald Posso
Universidad Latina de Panamá, Panamá

Prof. Dr. Javier Alcides Galeano Sánchez
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Prof. Dr. Fernando José Méndez Gaona
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Prof. MSc. Viviana Isabel Díaz Escobar
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Prof. Mg. Carmiña Hilda Soto Figueredo
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Aprobado y catalogado por la Dirección de Postgrado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, en fecha 13 de setiembre de 2018.

Prof. MSc. Viviana Isabel Díaz Escobar
Directora de Postgrado, FACEN – UNA

A Dios

A mi amada hija Maia Noemí

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción y al CONACYT por la oportunidad otorgada para emprender la primera maestría en Elaboración, Gestión y Evaluación de Proyectos de Investigación Científica.

Al profesor, tutor y orientador **Prof. Dr. Roberto Martínez López** por apoyarme y orientarme desde el principio hasta el final con la elaboración de esta tesis.

A mis familiares y amigos del programa de maestría por el apoyo de siempre.

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE LOS ARROYOS MBURICAÓ Y FERREIRA, DENTRO DEL GRUPO ASUNCIÓN PRESENTE EN LA ESTACIÓN INVERNAL - 2017

Autor: TOMASA NOEMI VILLALBA VAZQUEZ
Orientador: Prof. Dr. ROBERTO MARTÍNEZ LÓPEZ

RESUMEN

Los arroyos Mburicaó y Ferreira, pertenecen al municipio de Asunción, Departamento Central de la República del Paraguay, con extensiones de 16.5 Km y de 8 Km del núcleo urbano de la Ciudad de Asunción, forman parte del acuífero Patiño y recorre la totalidad del polígono asunceno para desembocarse en el Río Paraguay. La presente investigación tuvo como objetivo estudiar las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira, dentro del grupo asunción presente en la estación invernal – 2017, mediante la evaluación se usó la técnica de análisis estadísticos descriptivos de las variables, por ello se elaboró y se validó una ficha técnica para verificar la existencia biofísicas (tipos de flora, fauna y humano) presentes en los dos arroyos. La población estuvo conformada por un total de 24 puntos de muestreos (10 puntos de muestreo perteneciente al arroyo Ferreira y 14 puntos de muestreos para el arroyo Mburicaó) de tipos cualitativas y cuantitativas aplicando los niveles y/o valores obtenidos que fueron seleccionadas de forma aleatoria. Después del análisis descriptivo se pudo identificar que la mayor parte de los puntos de muestreos sistemático presenta mayores amenazas sobre los recursos naturales e hídricos. Encontrándose así entre las zonas más afectadas por el proceso de urbanización y consecuentemente sufren sobre sus recursos naturales provocando destrucción o degradación. Esto se debe y se pudo constatar que las principales fuentes de presión son el crecimiento poblacional que acaban generando una serie de efectos al medio ambiente natural. Es posible observar de forma general en su flora y fauna que ya no se encuentran conservados, la calidad del agua no se encuentra en condiciones óptima para el Municipio de Asunción. A la luz de esta gestión determinar los controles sobre la respuesta de los arroyos, al disturbio y los impactos potenciales de estas respuestas geomórficas en las condiciones del ecosistema.

Palabras clave: Contaminación; Antropogénica; Recursos Vivos

**STUDY OF THE BIOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE ARROYOS
MBURICAÓ AND FERREIRA, WITHIN THE ASSUMPTION GROUP PRESENT
IN THE WINTER STATION - 2017**

Author: TOMASA NOEMI VILLALBA VAZQUEZ
Advisor: Prof. Dr. ROBERTO MARTÍNEZ LÓPEZ

SUMMARY

The streams Mburicaó and Ferreira, belongs to the municipality of Asunción, Central Department of the Republic of Paraguay, have an extension of 16,5 km and 8 km of the urban core of the City of Asunción, are part of the aquifer Patiño and covers the entire polygon asunceno to empty into the Paraguay River. The objective of this research was to study the biophysical characteristics of the streams Mburicaó and Ferreira, within the assumption group present in the winter season - 2017 through the evaluation, the technique of descriptive statistical analysis of the variables was used, for this reason it was elaborated and valid a technical sheet to verify the existence and / or observation of the biophysical characteristics of the two streams, as well as presence or absence of the types of flora, fauna and human found within the streams as prevalence. The population consisted of a total of 24 sampling points (10 sampling points for the Ferreira stream and 14 sampling points for the Mburicaó stream) of qualitative and quantitative types, explaining the levels and / or values obtained, which were selected randomly. Each of the results obtained from the two streams was verified and the corresponding level was identified in the technical file. After the descriptive analysis it was possible to identify that most of the systematic sample points present greater threats on the natural and hydric resources. Being thus among the areas most affected by the urbanization process and consequently suffer over their natural resources causing destruction or degradation. This is due and it could be verified that the main sources of pressure are the population growth that end up generating a series of effects to the natural environment. It is possible to observe in a general way in its flora and fauna that are no longer conserved. The quality of the water is not in optimal conditions for the Municipality of Asunción. In light of this management, determine the controls over the response of the streams, the disturbance and the potential impacts of these geomorphic responses on ecosystem conditions.

Keywords: Contamination; Anthropogenic; Living Resources

INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	3
1.2 Pregunta de Investigación	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivo Específicos	4
1.4 Hipótesis	5
2. MARCO TEORICO	6
2.1 Características Biofísicas.....	6
2.2 Seres Vivos o Biodiversidad	9
2.3 Cuencas Hídricas.....	9
2.3.1 Cuenca alta	10
2.3.2 Cuenca media	11
2.3.3 Cuenca baja	11
2.4 Arroyos.....	11
2.4.1 Arroyo Mburicaó.....	12
2.4.2 Arroyo Ferreira.....	13
2.5 Geología.....	13
2.5.1 Cuencas Fanerozoicos	14
2.5.2 Geología Regional	14
2.6 Estratigrafía.....	15
2.6.1 Correlaciones Regionales	16
2.6.2 Grupo Asunción	17
2.6.3 Grupo Caacupé.....	17
2.6.3.1 Formación Paraguairí.....	18
2.6.3.2 Formación CerroJhú – Tobati(indiferenciado).....	18
2.7 Estación Invernal.....	18
2.8 Suelos	19
2.9 Calidad del agua	20
2.9.1 Normas Internacionales de calidad de agua.....	20
3. METODOLOGIA	21
3.1 Materiales	21
3.1.1 Tipo de estudio	21
3.1.2 Descripción del área de estudio	22
3.1.3 Población y muestra de estudio.....	23
3.1.4 Variables de Interés.....	24
3.1.4.1 Tipos de flora.....	24
3.1.4.2 Tipos de fauna.....	25
3.1.4.3 Ser Humano.....	26
3.1.4.4 Parámetro físico.....	27
3.2 Métodos.....	30
3.2.1 Instrumento y Equipos para la colecta de los datos	30

3.2.2	Procedimiento para la recolección y el procesamiento de los datos.....	31
3.2.3	Análisis Estadístico.....	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1	Estadística Descriptiva.....	35
4.1.1	Superficie total de los arroyos Ferreira y Mburicaó.....	35
4.1.2	Recursos Vivos en el arroyo Ferreira.....	36
4.1.3	Recursos Vivos en el arroyo Mburicaó.....	38
4.1.4	Tipo de flora – Arroyo Ferreira.....	40
4.1.5	Tipo de flora – Arroyo Mburicaó.....	42
4.1.6	Distancia flora – cauce (metro) – Arroyo Ferreira.....	44
4.1.7	Distancia flora – cauce (metro) – Arroyo Mburicaó.....	47
4.1.8	Tipo de fauna – Arroyo Ferreira	49
4.1.9	Tipo de fauna – Arroyo Mburicaó.....	50
4.1.10	Parámetro biofísicos – Arroyo Ferreira.....	51
4.1.11	Parámetro biofísicos – Arroyo Mburicaó.....	56
4.1.12	Nivel de caudal – Arroyos Mburicaó y Ferreira.....	58
4.1.13	Tipos de rocas – Arroyo Ferreira.....	60
4.1.14	Tipos de rocas – Arroyo Mburicaó.....	63
4.1.15	Sedimentos – Arroyo Ferreira.....	64
4.1.16	Sedimentos – Arroyo Mburicaó.....	67
4.1.17	Tipos de suelo – Arroyo Ferreira.....	67
4.1.18	Tipos de suelo – Arroyo Mburicaó.....	68
4.1.19	Tipos de fondo – Arroyos Ferreira y Mburicaó.....	68
4.1.20	Tipos de desagües – Arroyo Ferreira.....	69
4.1.21	Tipos de desagües – Arroyo Mburicaó.....	69
4.1.22	Nivel de cuenca – Arroyos Mburicaó y Ferreira.....	70
4.1.23	Color de agua – Arroyo Ferreira.....	72
4.1.24	Color de agua – Arroyo Mburicaó.....	74
4.1.25	Olor – Arroyo Ferreira.....	77
4.1.26	Olor – Arroyo Mburicaó.....	79
4.1.27	pH del agua de los arroyos Ferreira y Mburicaó.....	80
4.1.28	Objetos extraños (inertes) dentro del arroyo Ferreira	82
4.1.29	Objetos extraños (inertes) dentro del arroyo Mburicaó.....	83
4.1.30	Tipos de Viviendas cerca del arroyo Ferreira.....	85
4.1.31	Tipos de Viviendas cerca del arroyo Mburicaó.....	86
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1	Conclusiones.....	88
5.2	Recomendaciones.....	90
	ANEXOS	92
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	98
	APÉNDICES	102

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Mapa Geológico del Paraguay – MOPC, 2012.....	16
Figura 2 Ubicación de los arroyos Mburicaó y Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay.....	22
Figura 3 Tipos de Vegetación ubicado en el arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.....	26
Figura 4 Visualización de edificación de casa ubicado en la ribera del arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.....	28
Figura 5 Medición de la longitud exterior del arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.....	29
Figura 6 Medición del ancho del arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.....	29
Figura 7 Primera campaña de exploración acompañado por el Prof. Dr. Roberto Martínez y por los alumnos de distintas carrera de la FACEN – 2017.....	32
Figura 8 Reconocimiento In Situ de los arroyos Mburicaó y Ferreira – 2017.....	33
Figura 9 A) Color de agua observado dentro del Arroyo Ferreira. B) Color de agua visualizado dentro del arroyo Mburicaó – 2017.....	34
Figura 10 Figura 10: A) Cauce hídrico contaminado del Arroyo Ferreira. B) Apreciación colmata de desecho dentro del cauce hídrico del arroyo Mburicaó. C) Alcantarillado del cauce hídrico del arroyo Mburicaó – 2017.....	35
Figura 11 Observación de los niveles de caudales existentes dentro del arroyo Mburicaó y el Ferreira.....	60
Figura 12 Tipos de rocas existentes dentro del arroyo Ferreira.....	66
Figura 13 Tipos de rocas existentes en el arroyo Mburicaó.....	63
Figura 14 Tipos de fondo existentes dentro de los arroyos Mburicaó y Ferreira.....	69
Figura 15 Nivel de cuenca dentro de los arroyos Mburicaó y Ferreira.....	74
Figura 16 Distribución porcentual de la coloración del arroyo Mburicaó.....	77
Figura 17 Distribución porcentual de la categoría de olor encontrado en el arroyo Ferreira.....	78
Figura 18 Porcentaje de pH existentes dentro de los arroyos Mburicaó y Ferreira.....	79

Figura 19 Tipos de vivienda existentes en las riberas del arroyo Ferreira.....	81
Figura 20 Tipos de viviendas existentes en el arroyo Mburicaó.....	87

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1 Campañas de muestreo realizadas con indicación de los trabajos desarrollados.....	24
Tabla 2 Puntos de muestreos de los arroyo Mburicaó y Ferreira. Totalizados en 24 puntos de muestreos indicándose con coordenadas UTM de los puntos seleccionados para ser estudiadas a lo largo de la investigación. Para cada uno de los arroyos se indica cota obtenidos de la cartográfica disponible Instituto Geográfico Militar “IGM”.....	33
Tabla 3 Frecuencia global de Recursos Vivos observados en el arroyo Ferreira.....	36
Tabla 4 Frecuencia global de Recursos Vivos existentes en el arroyo Mburicaó.....	37
Tabla 5 Frecuencia global de Tipos de Flora existentes en el arroyo Ferreira.....	39
Tabla 6 Frecuencia global de Tipos de Flora existentes en el arroyo Mburicaó.....	41
Tabla 7 Frecuencia global entre la distancia flora-cauce (metros) existentes en el arroyo Ferreira.....	43
Tabla 8 Frecuencia global entre la distancia flora-cauce (metros) existentes en el arroyo Mburicaó.....	45
Tabla 9 Frecuencia global de Tipos de Fauna existentes en los arroyos Ferreira.....	48
Tabla 10 Frecuencia global de Tipos de Fauna existentes en los arroyos Mburicaó.....	50
Tabla 11 Estadística descriptiva de los parámetros biofísica existente en el arroyo Ferreira.....	51
Tabla 12 Estadística descriptiva de los parámetros biofísica existente en el arroyo Mburicaó.....	53
Tabla 13 Frecuencia global del origen del sedimento existente en el arroyo Ferreira.....	57
Tabla 14 Frecuencia global del origen del sedimento existente en el arroyo Mburicaó.....	62
Tabla 15 Frecuencia global de tipo de suelo existente en el arroyo Ferreira.....	64
Tabla 16 Frecuencia global de tipo de suelo existente en el arroyo Mburicaó.....	65

Tabla 17 Frecuencia global de tipo de desagües existentes en el arroyo Ferreira.....	68
Tabla 18 Frecuencia global de tipo de desagües existentes en el arroyo Mburicaó.....	71
Tabla 19 Frecuencia global de tipo de color del agua existente en el arroyo Ferreira.....	73
Tabla 20 Frecuencia global de olor de agua existente en el arroyo Mburicaó.....	76
Tabla 21 Frecuencia global de objeto extraño en el agua existente en el arroyo Ferreira.....	86
Tabla 22 Frecuencia global de objeto extraño en el agua existentes en el arroyo Mburicaó.....	89

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

AGI <i>Institute)</i>	Instituto Geológico Americano (<i>American Geological</i>)
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAM	Comisión de Conservación del Arroyo Mburicaó
CVAF	Comisión Vecinal del Arroyo Ferreira
ESSAP	Empresa de Servicios Sanitario del Paraguay
DAPSAN	Dirección de Agua Potable y Saneamiento
DI	Delta Inferior
DB	Delta Bajo
IGM	Instituto Geográfico Militar
IDAAN	Instituto de Acueducto y Alcantarillado Nacional
ONUDI Industrial	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PAS-PY	Protección y Manejo de Aguas Subterráneas en Paraguay
PNUMA	Programa de las Naciones Unidad para el Medio Ambiente
RED-MAPSA Acuático	Red de Monitoreo Ambiental Participativo del Sistema
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
M	Metro
MSPBS	Ministerios de Salud Pública y Bienestar Social
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VRHP	Visión de Recursos Hídricos en Paraguay

1.INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una preocupación generalizada por el deterioro del medio ambiente en todo el mundo. Ya sea por el crecimiento poblacional no sostenible que hacen que resulte de suma importancia disponer de herramientas que ayuden a entender estos acontecimientos y/o fenómenos y a evaluar escenarios hipotéticos en caso de situaciones de emergencia con la finalidad de tomar decisiones precisas ajustadas a la realidad y de forma eficaz (Bejarano *et al.*,2013).

El arroyo Mburicaó constituye un recurso hídrico demasiado importante en la sociedad asuncena. Fue inspiración para el compositor José Asunción Flores, el creador de la Guaranía por su pureza y hermosura. Actualmente el arroyo se encuentra degradado y contaminado por diversos agentes como basuras domésticas y residuos líquidos de empresas. El Mburicaó no solo es un peligro para su ecosistema, sino para la sociedad, pues desemboca en el Río Paraguay de donde la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay (ESSAP) extrae el agua que la ciudadanía consume. Esto evidencia la falta de civismo y conciencia ambiental de la sociedad (Pistilli, 2007).

Este aspecto nos indica de manera objetiva la realidad del problema que se está investigando. Señalando las características biofísicas de la problemática, los hechos y los acontecimientos que están entorno a los arroyos y porque no de lo social.

La investigación propuesta por la presente tesis, está relacionada con la condición de los arroyos Mburicaó y Ferreira que atraviesan diferentes zonas de la ciudad de Asunción.

Este estudio se llevó a cabo dentro del municipio capitalino, dado sus problemas debido a la gran cantidad de basura que se arroja a sus cauces y a las descargar irregulares de efluentes cloacales e industriales, a través de grandes bocas de los caños de la ESSAP. Se realizó un visita in situ para un diagnostico participativo a nivel de los arroyos, a fin de tener una visión clara, ordenada y objetiva de la situación como punto de partida para conocer su realidad de forma integral. Como resultado se detectaron los principales problemas las posibles causas que los provocan, como también las posibles alternativas de solución. Para la realización y desarrollo de la tesis se formuló una ficha técnica aprobado por el tutor para la ejecución y recaudación de los datos, en la misma fue registrada la presencia o ausencia de las variables observados para los análisis estadísticos.

Al respecto el estudio de la característica biofísica permite conocer la situación actual de los dos arroyos (Mburicaó y Ferreira), las cuales son útiles para el planteamiento y en la gestión relacionada con los recursos hídricos. Asimismo, la gestión de los recursos hídricos es hoy un prerrequisito para la preservación medioambiental y porque no para el desarrollo económico. Sin embargo, las propuestas se encuentran con dificultades de implementación por falta de datos necesarios y por el desconocimiento de las interacciones entre los componentes biofísicos (Umaña *et al.*, 2012).

Estos nos indica que los arroyos tienen una gran misión en el ciclo hidrológico y en la preservación de ecosistemas y el desarrollo social ya que son el medio para conducir el agua que precipita y escurre por lo que proveen a los seres vivos un acceso al agua, alimento, entre otros. Los cauces de los arroyos se encuentran en las riberas que son la transición entre hábitat terrestres y acuáticos, el alcantarillado cumple con un amplio rango de funciones entre otra ayuda a mantener el régimen hidrológico e hidráulico de los cauces dando estabilidad en las márgenes regulando las crecidas para evitar inundaciones y manteniendo un flujo base que ayudaría a proteger ecosistemas acuáticos y ribereñas de la contaminación esto permite que sean atrapados y filtrados sedimentos, nutrientes y los componente químicos para la protección de flora y fauna. Los cauces y sus riberas han sido afectados por prácticas

humanas que inducen al cambio de uso de suelos, tales como la extensión de zonas urbanas, mataderos, industrias, etc. (Maderey, 1998).

Los datos generados sirvieron de base, para el logro de resultados a largo plazo, posterior al plazo del ejercicio académico, para que el fortalecimiento de los arroyos sea exitoso y así en el futuro esta experiencia puede ser reproducida en otros arroyos de la zona o de cualquier otra región del país.

1.1 Justificación

Para dar cumplimiento a la exigencia académica de la elaboración de Tesis de Magister, se selecciona los arroyos Mburicaó y Ferreira conociendo sus serios problemas de contaminación exponiendo a los recursos naturales y a los cientos de familias que viven en sus orillas, en asentamientos precarios a contraer enfermedades. Este contexto permite aplicar los conocimientos adquiridos en la Maestría mediante la realización de un estudio a nivel de recursos hídricos que conduzca a conocer las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira dentro del Grupo Asunción presente en la estación invernal – 2017.

En el componente de la ficha técnica de la Tesis, se aplica y valida la existencia de los variables a ser observado para la verificación de los trabajos realizados. La metodología permite involucrar tanto a la comunidad como a estudiantes en un proyecto de características biofísicas de los arroyos. Considerando que los problemas ambientales en áreas urbanas y en los alrededores de éstas son fenómenos que derivan del aumento del crecimiento urbano y que se traducen en la concentración del uso de recursos naturales (flora, fauna, agua, aire).

Con el análisis se pretende caracterizar un ambiente geomorfológico por medio de parámetros que sean susceptibles de un tratamiento matemático que permita disminuir la influencia de la subjetividad en las conclusiones que se deriven de estos parámetros. Como productos de la investigación científica aplicada a los arroyos, constituirán una valiosa herramienta para que las instancias pertinentes tomen las decisiones adecuadas relevantes a los recursos naturales e hídricas del que dependerá la protección de los arroyos y el desarrollo paulatino de las habitantes establecidas

enla, viniendo a mejorar su calidad de vida a través de la gestión y la decidida participación comunitaria, estudiantil y municipios. Los resultados y conjunto de datos derivados de esta investigación contribuyen a obtener información de la zona la que no había sido estudiada anteriormente. Con este estudio se podrá contar con datos confiables sobre diferentes aspectos, como son estudios geológicos, tipos de fauna, flora, objetos extraños (inerte), tipos de casa, parámetros físicos de los arroyos entre otros para conocer la situación real de la zona de estudio como también la calidad del agua. Además, la aplicación y validación de nuevas técnicas de investigación, serán de beneficios para estudios similares en otras áreas del país.

El presente estudio tiene la particularidad de aplicar conjuntamente la Investigación científica tradicional, la investigación cualitativa y cuantitativa, para lograr el éxito del proyecto, fue necesario capacitar a algunos estudiantes para la realización de esta investigación.

De esta manera se estaría cumpliendo con la demanda académica de realizar la Tesis efectuando un diagnóstico participativo, el estudio de los arroyos Mburicaó y Ferreira en la comunidad capitalina en la búsqueda de potenciar la investigación de las características biofísicas.

1.2 Pregunta de Investigación

Existe diferencia entre las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Conocer las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira dentro del Grupo Asunción presente en la estación invernal - 2017.

1.3.2 Objetivos Específicos

❖ Caracterizar los componentes biofísicos y morfométricas principales que se encuentran en el ámbito de los arroyos Mburicaó y Ferreira.

- ❖ Describir los factores de vegetación de los arroyos Mburicaó y Ferreira.
- ❖ Constatar el ambiente vivo de los arroyos.
- ❖ Generar un banco de datos con la información generada a partir de este trabajo académico.

1.4 Hipótesis

Ho: No existe diferencia entre las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira.

Ha: Existe diferencia entre las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Característica Biofísica

En el área de Asunción, el comportamiento hidrológico, particularmente el del agua de lluvia, está vinculado a factores como la declividad, la naturaleza del suelo, el soporte geológico y la posibilidad de escurrimiento hacia los cursos de agua y la descarga de los principales arroyos y causes menores. Estos factores están ligados al fenómeno de lluvias torrenciales frecuentes de corta duración, características de las condiciones climáticas (Umaña *et al.*, 2012).

Según Pistilli (2017), el crecimiento desordenado y desmedido de la ciudad de Asunción puede decirse que ha traído como consecuencia problemas ambientales en muchos frentes como resultado de todo esto es el mal uso de los recursos naturales, evidenciándose el uso del arroyo como recurso paisajístico el mismo hace parte del patio trasero de las viviendas a donde se envían las basuras por falta de un sistema de recolección ordenado en el sector.

En la actualidad no es tarea fácil hacer con certeza la selección temática de una obra llamada “Biofísica”, pero aunque muchos de los temas podrían ser discutibles, totalmente cierto que la participación de la fisicoquímica en el estudio de la biología ha introducido una metodología bien característica no desarrollada tradicionalmente en otras disciplinas de carácter biológico. La necesidad de conocer esa metodología, así como sus frutos, es razón más que sobrada para justificar el estudio de una disciplina con el nombre de Biofísica, según Frumento (1972), el mismo sostiene que la realidad de la biofísica encara los estudios físico y fisicoquímico de los fenómenos biológicos.

Las características biofísicas dentro de una cuenca hidrográfica son importantes desde el punto de vista hídrico debido a que constituyen los factores que afectan en el escurrimiento. Estos factores son la naturaleza del suelo, cobertura vegetal y las características morfométricas (Maderey, 1998). Las propiedades biofísicas brindan una útil descripción que permite realizar comparaciones entre diferentes cuencas hidrográficas, de la misma manera proporcionan, terminaciones preliminares sobre las características ambientales del área incluyendo una de las características físicas y morfométricas más utilizadas y estudiadas de una cuenca (Gasparí *et al.*, 2012), considerando los siguientes:

- *Área de la cuenca*: es el territorio que aporta agua al río que contiene, o sea, es el área total que desagua en forma directa o indirecta en un arroyo o en un río.
- *Sistema de drenaje*: al sistema de drenaje urbano se puede considerar que es un fenómeno que pueda afectar negativamente la capacidad conductiva de la red de drenaje por el aumento de volumen que genera.
- *Pendiente*: puede ser determinado para las tareas de estudio hidrológico, en el cual se puede controlar la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en dicha cuenca.
- *Tipo de vegetación*: influye sobre el tipo de suelo que allí se desarrolle.
- *Altitud*: se puede obtener varias altitudes ya sea altitud media que determina el promedio de la superficie de la cuenca, altitud mediana que divide a la superficie de la cuenca en dos áreas iguales entre otros.
- *Longitud de cauce*: es la longitud del contorno del área de la cuenca.
- *Ancho de la red hídrica*: esto puede estimar la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca.

Las modificaciones en las propiedades biofísicas alteran el comportamiento de la red hídrica principalmente en la respuesta del caudal además estas modificaciones pueden afectar el incremento o disminución del volumen del flujo y la velocidad de su movimiento o respuesta hídrica (Viramontes *et al.*, 2007).

Los métodos de valoración cuantitativa no monetarios consisten en evaluaciones biofísicas de procesos eco sistémicos capaces de soportar bienes y servicios que satisfacen necesidades humanas (Lattera *et al.*, 2011).

Las evaluaciones biofísicas varían según el modo en que las funciones son integradas para estimar la provisión de servicios y con su capacidad para tomar en cuenta la influencia de las propiedades locales y del contexto espacial sobre la capacidad funcional de un mismo tipo de ecosistema. Asimismo, las modificaciones de las propiedades biofísicas trasciende la necesidad de conservar la naturaleza y su biodiversidad por sí mismas. Por todo esto, Daily(1997) y MEA(2003), sugieren una alternativa para mostrar que la conservación de los ecosistemas no es solo una aspiración ética de la sociedad, sino también una necesidad estrechamente ligada a la satisfacción de las necesidades básicas de la vida humana.

Puesto que Pistilli (2017), consideró que en conversación con algunos habitantes de la cuenca de los arroyos Mburicaó y Ferreira se reflejaba que antes de los años 80, dichos arroyos se encontraban en un mejor estado biofísico, con más del 80% de su área cubierta de vegetación muy diversa, sus afluentes eran pequeños pero muy vivos, el agua circulaba constantemente durante todo el año y algunos sitios (pozas) servían como espacios de pesca y caza (cusucos y garrobos) para muchos pobladores a simple vista no se veía afectación de sus recursos naturales: flora y fauna; no obstante; gran parte de la población se asentaron de manera desordenada en las periferias de la ciudad. Posteriormente con el incremento poblacional se edificaron construcciones de casa de madera, edificios entre otros desordenadamente por lo que se llegó a delimitar los terrenos, siendo perjudicial a los arroyos provocando de manera intensiva la erosión y contaminación de la parte alta, media y baja de la cuenca.

Los trabajos de Suárez et al. (1996) y Toledo (1997), resultan de gran importancia para la presente investigación ya que en ellos no solamente se analiza la morfometría de los arroyos a consecuencia de la erosión con apoyo en la interpretación y el levantamiento topográficos de campo sino que además se estudia su sedimentología a partir de una serie de variables físicas tales como la textura del suelo, pH, conductividad entre otros. El cambio de cobertura vegetal ocasiona inestabilidad en todos los componentes del ecosistema, siendo el suelo uno de los más afectados (Zapata, 2002), su deterioro es más acelerado en las partes altas de las cordilleras que lo observado en las partes bajas.

2.2 Seres vivos o Biodiversidad

Un ser vivo es un sistema material que se encuentra en constante intercambio de sustancias con el medio que lo rodea, que asimila y que se reproduce. Lo que puede confirmar que la naturaleza de los seres vivos como sistemas materiales y armoniza con la continuidad en el grado de complejidad y de la función de la estructura del mismo ser vivo (Frumento, 1972). Algunos autores como Franceschi *et al.* (2010), realizaron un análisis biogeográfico de árboles y arbustos en el Delta del Paraná, concluyendo que la riqueza florística puede ser entendida como consecuencia de la eficiencia diferencial de los ríos Paraná y Uruguay como corredores para especies tropicales hacia latitudes templadas. Propusieron al río Paraná como el principal camino de colonización de la porción norte o superior del Delta mientras que el río Uruguay cumple un papel similar con el Delta Inferior. Estos autores le atribuyeron al río Uruguay ser la principal ruta de migración de elementos tropicales que conforman la rica comunidad del Bajo Delta, a pesar de que el Paraná ha tenido una mayor preponderancia en la formación geomorfológica de todo el Delta.

El estado de transformación de un paisaje boscoso se caracteriza por el grado de destrucción y modificación del hábitat, la tasa de deforestación, los patrones de fragmentación de bosques naturales y los cambios en la matriz. En este sentido Echeverría *et al.*(2012), mencionó que se pueden encontrar paisajes poco modificados con tasa de deforestación y áreas extensa y bien conectadas de bosques nativos o paisajes altamente fragmentados y modificados donde la cobertura boscosa ocupa una reducida área del paisaje con fragmento de hábitat dispersos, aislados y sin conectividad y una matriz compuesta por usos antrópica.

2.3 Cuencas Hídricas

Actualmente las dos cuencas hídricas presentan problemas críticos de deterioro visualizados a través de la pérdida del caudal de agua de los arroyos y ríos, un desorden urbanístico cercas de propiedades que bloquean el drenaje natural y provocan inundaciones constantes y un significativo grado de contaminación provocada principalmente por la acumulación de desechos sólidos “basura” y líquidos (CVAF, 2007 y CCAM, 2009). En épocas de verano la parte alta de la

cuenca se seca totalmente reflejando la gran acumulación de desechos sólidos diversos por otro lado, en época de invierno y con el aumento del caudal de agua toda esta basura acumulada bloquea el paso libre del agua provocando en su recorrido inundaciones en algunos sectores, perjudicando a sus pobladores y favoreciendo la diseminación de enfermedades.

La cuenca nos sirve para hacer un análisis integral ambiental, geofísico y socioeconómico (Avalos, 2005). La cuenca hídrica se expresa como un área delimitada por la dirección de sus cursos de agua y su superficie. Su función hidrológica se puede decir que asemeja a un colector que recibe la precipitación pluvial y la convierte en escurrimiento, donde se puede señalar que dicha transformación se produce en función de las condiciones climatológicas y físicas, aunada a la naturaleza del suelo y cobertura vegetal (Gasparí *et al.*, 2012).

En otras palabras, Llenera (2003), revela que se distinguen por los general tres sectores con características alto, medio y bajo en todas las cuencas en función a sus características topográficas del medio de donde puede influir procesos del tipo hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos mediante la implementación de acciones que permitan lograr un desarrollo sustentable, tanto en la cuenca alta, media y baja. Señalando que se distingue una cuenca en tres sectores (Tetreault, 2015):

2.3.1 Cuenca Alta

Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros limitadas en su parte superior por líneas divisorias de aguas. Por todo esto, Carrascal (2013), mencionó que la cuenca alta de río Sauce Grande, donde carecen de un ordenamiento territorial y presentan pérdida de suelo por erosión hídrica superficial e inundaciones recurrente que inciden sobre la calidad de vida de sus habitantes.

2.3.2 Cuenca Media

Es la zona donde el cauce principal mantiene un curso más definido. Área de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

2.3.3 Cuenca Baja

Es la zona donde se produce un cambio abrupto de pendiente, el río desagua o desemboca en zonas bajas. Luego de consultas y observaciones sobre las funciones que cumple las cuencas se decidió evaluar las funciones de los ecosistemas de protección a los arroyos por descarga del agua como escurrimiento, asimismo como subsistema biofísico la cuenca está constituida por una oferta ambiental en un área delimitada por la divisora de arroyos y con características específicas de clima, componentes geológicos, suelos, red hidrográficas, bosques, usos de suelo, entre otros.

2.4 Arroyos

Arroyo es un vocablo introducido por los colonizadores españoles en los desiertos del Oeste de los Estados Unidos y se aplica a cauces desde 5 a 200 km de largo, con secciones transversales profundas y de fondo plano. Es un curso intermitente que está afectado por tormentas esporádicas y se encaja en un material por lo general no consolidado (AGI, 1984).

Asimismo Sánchez (2016), define un arroyo como un curso hídrico que fluye de manera continua por lo general es poco profundo y no navegable a diferencia de los ríos. Cerca de su nacimiento el arroyo es pequeño, recto y veloz, algunas veces con cascadas y rápidos; la velocidad decrece agua abajo, los meandros son más abundantes y el arroyo deposita su carga de sedimento, limo, arena o barro. Un arroyo es un canal de arroyo de paredes planas y de paredes casi verticales que se forma en un material fino, cohesivo y fácilmente erosionado. Los arroyos pueden ser cortos o tan profundamente como 20 metros en el fondo del valle a menudo son más ancho que 50 metros y pueden tener cientos de kilómetros de largo. Los arroyos existen en todo el oeste de los Estados Unidos pero son más comunes en los climas áridos y semiáridos del suroeste. La rápida ampliación y profundización de arroyos ha cambiado el entorno físico y ha sido una molestia costosa en el oeste que comenzó el asentamiento ha mediado del siglo XIX (Olmstead, 1995).

2.4.1 Arroyo Mburicaó

El arroyo Mburicaó drena una cuenca urbana de 16.45 Km² al corazón de la ciudad de Asunción, fluyendo al norte hasta su desembocadura en el río Paraguay, recibe aportes importantes de la cuenca a través de 3 tributarios conocidos como Mburicaó-mí, Santo Domingo y José Lombardo (CCAM, 2009). Actualmente el arroyo se encuentra degradado y contaminado por diversos agentes como basuras domésticas y residuos líquidos de empresas (Espinosa, 2007).

Para Sánchez (2016), el arroyo Mburicaó forma parte de un sistema mayor que es la cuenca del Río Paraguay ya que la capacidad de cumplir con su función de aportar agua al sistema depende de las condiciones del cauce, de los bordes y de sus manantiales, que a su vez dependen del comportamiento del sistema social-urbano en que está inmerso. Un arroyo es una corriente natural de agua que normalmente fluye con continuidad, pero que a diferencia de un río, tiene escaso caudal, que puede incluso desaparecer en la estación seca, verano o invierno, dependiendo de la temporada de lluvia para su existencia. Se podría considerar que en algunos países de América del Sur algunos “arroyos” son verdaderos ríos que pueden llegar a ser muy caudalosos e incluso navegables estos es según el proyecto denominado “Salvemos al arroyo Mburicaó”.

Además existen problemas serios con la calidad del agua en la cuenca del arroyo Mburicaó, muchas residencias ubicadas en las márgenes de los arroyos descargan sus desechos líquidos y sólidos en el cauce debido a la falta de un colector sanitario en las cotas bajas y un sistema adecuado de la recolección de las basuras domésticas. Además hay varios puntos en que líneas existentes de drenaje sanitario están rotas y descargan agua negra en el cauce hídrico.

En el ámbito social, la contaminación de los arroyos afecta la vida de las personas que viven en la margen del mismo, quienes además en cierta parte, comparten la culpa por el depósito de sustancias contaminantes tales como desechos orgánicos o químicos en el cauce del arroyo. Esto se da principalmente por la falta de educación y de civismo de la población (Cano, 1996).

2.4.2 Arroyo Ferreira

Los materiales originarios determinaran las características fundamentales de los suelos de la región. Una de ellas va a ser el contenido de material parental responsable en parte de la actual de los suelos presente, y otra los gruesos sedimentos cerca de la superficie que permiten un buen drenaje y permeabilidad fundamental para la recuperación de suelos (Mas-Villalba, 2012). Existen otras iniciativas que abarcan, al menos parcialmente, aquellas especies que no están consideradas como muy importantes.

Para efectos de información, tales iniciativas nacionales o internacionales incluyen la elaboración de estudios sobre el Estado de la biodiversidad y Planes de Acción dentro del marco del Convenio de Diversidad Biológica; el establecimiento y mantenimiento de redes de áreas protegidas y reservas naturales; y la actualización de las listas mundiales de especies arbóreas amenazadas o en peligro por parte del Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (por sus siglas en inglés WCMC).

CVAF (2007), informó que la intención es el mejoramiento del barrio en diversos sentidos y desde diferente enfoque. Desde su mismo nombre Arroyo Ferreira y desde que enfoca el problema del arroyo que cruza nuestro barrio como uno de los ejes principales del problema y en la búsqueda de soluciones sin perder de vista la importancia de los recursos naturales. La misma comisión señala que el enfoque social se debe destacar en la importancia de la unión de los vecinos en los momentos de mucha inseguridad como lo que se vive en el mundo, en el país y en el barrio.

2.5 Geología

Paraguay se encuentra configurada en provincias geológicas, las cuales fueron afectadas por una serie de eventos geológicos bien marcados. Según la Dirección de Recursos Minerales del Viceministerio de Minas y Energía (2010), cada provincia está definida por sus propias características, historia geológica, litoestratigráfica, geología estructural y geomorfología siendo estas:

- Provincia Cratónicas (bloques cratónicos con edades paleo proterozoico, fajas plegadas, Meso proterozoico y unidades plata formales Neoproterozoicas – Eocámbricas).
- Cuencas Fanerozoicos (Cuenca del Chaco y Cuenca del Paraná).
- Magmatismo Alcalino (seis provincias: Alto Paraguay, Rio Apa, Amambay, Central, Asunción y Misiones).

2.5.1 Cuencas Fanerozoicos

La cuenca se halla representado por dos grandes cuencas: Cuenca del Chaco y Cuenca del Paraná, en ellas secuencias sedimentarias de edades: ordovícico/silúrico constituyen la base de depositación, en la zona marginal de la Placa – Paleo-Pacífica antes de la subducción con el continente del Gondwana.

En Paraguay Oriental son reconocidas seis secuencias sedimentarias de amplia escala o supersecuencias, separadas entre sí por superficies discordantes de carácter marginal (Milani, 1997).

2.5.2 Geología Regional

La geología regional es distinguible entre la Región Chaco (Occidental) y la Oriental, teniendo la parte Occidental una geología muy joven con sedimentos no consolidados Terciario Cuaternario nominado geológicamente como Formación Chaco (Palmieri, 1972). Considerando que dicha región se encuentra compuesta por aluvios, producto de ceniza volcánica proveniente de las regiones andinas. Estos materiales son fácilmente atacados por las aguas meteóricas que desdobra la sílice combinándola con guiones circundantes en arcillas montmorillonita de predominio cálcico (Spinzi, 1982).

Los ríos se abrieron dando paso entre cuarcitas y areniscas silicificadas por procesos de calentamiento e intrusiones de hace 45 millones de años, orientándose por una estructura tectónica de dirección Noreste hasta Ita pytã punta, esta estructura se denomina falla de Piquete Cué. Asimismo, en Ita pytã punta intercepta en ángulo recto la falla del Caañabe con dirección Noroeste donde el Misiones que arranca de la localidad de Piquete Cué; pasa por la Ciudad de Limpio más al Sur por la

localidad de Surubí y luego puente Remanso, más abajo Ceballos Cué, Tablada, Zona de Cabildo, Molinos Harinero, Barrio Sajonia, al Sur Barrio Tacumbu, Cateura, Lambaré, Villa Elisa y el arroyo Ytororo que hace contacto con la falla del Caañabe (Spinzi, 1982). En el lugar existen algunos asomos de la Formación Patiño, asimismo al Sur de la falla del Caañabe existen sedimentos Pleistocenos y Holocenos. El nombre fue propuesto por el geólogo Horacio Harrington (1950) mencionando que correspondía a la Formación Cerro Jhú, así mismo propuesto por el mismo en el año 1972 (Harrington, 1972)

2.6 Estratigrafía

Se puede mencionar que la estratigrafía de la zona estudiada no es muy complicada debido a que el grupo Misiones en el Bloque de Asunción se generó a expensas de los detritos provenientes de la desintegración de la formación geológicas pre-existentes, como ser Formación Paraguairí, Cerro Jhú, Tobati, Eusebio Ayala, Vargas Peña, Serie Escobar, Suite Caapucu, Suite Villa Florida, Suite Sapucái, Grupo Independencia y Coronel Oviedo. Considerando que estos paquetes litológicos fueron creados por erosión para el Grupo Misiones, en lo que su parte basal se encuentra alojadas en fosas tectónicas y su parte superior fluvio-eólicas (Figura 1).

Según Harvey (2009), los bancos de corte a lo largo de los arroyos modernos proporcionan ventanas en la historia hidrológica (paleo hidrología) de una corriente, donde los depósitos aluviales y las relaciones estratigráficas expuestas en estas ventanas relevan que se han producido muchos ciclos de corte y llenado de arroyo a lo largo del Holoceno (10.000 a. C). La evidencia de estos ciclos radica en la forma de secuencias agradables superpuestas y truncadas. El llenado de un arroyo con sedimentos y los paleocanales representan periodos de corte de arroyos. Los geólogos inicialmente se basaron en la relación de estos paquetes agradables con artefactos culturales de edad conocida para establecer su edad. Donde realizaron la datación mediante radiocarbono que juega un papel importante donde no se pudieron asociar características culturales con los depósitos aluviales.

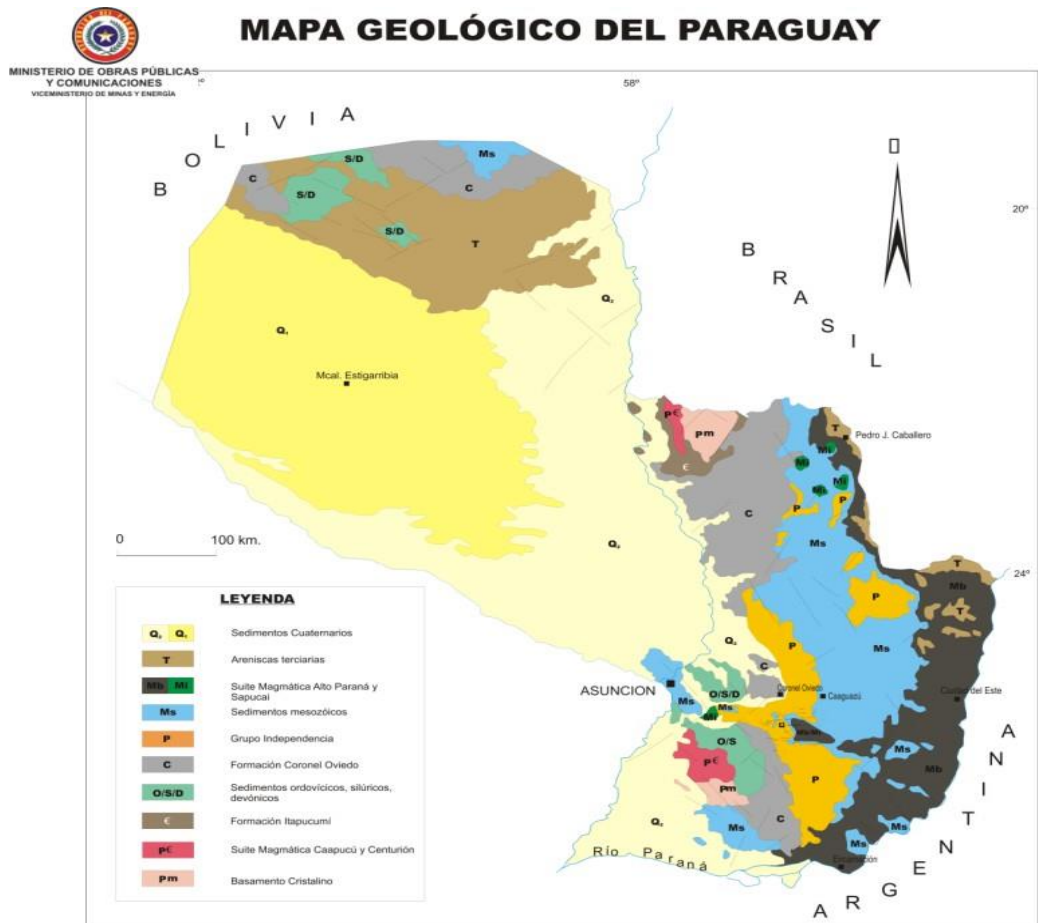


Figura 1: Mapa Geológico del Paraguay – MOPC, 2012

Ahora los geólogos utilizan la datación por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL) donde no se pueden encontrar características culturales ni material orgánico. Por lo que concluyen que todas las herramientas anteriores se pueden usar para limitar el tiempo de los ciclos de arroyos pasados afin de establecer su relación con los cambios hidrológicos y ambientales.

2.6.1 Correlaciones Regionales

Tales estudios crono estratigráficos han identificado al menos otro evento de corte de arroyo que se manifiesta sincrónicamente en muchos drenajes. Según Hack (1942) el corte del arroyo prehistórico ocurrió alrededor del 1200 a.C. El hecho de que este evento haya tenido lugar en ausencia de pastoreo intenso y modificación de la llanura de inundación sugiere que fue impulsado por cambios climáticos.

2.6.2 Grupo Asunción

El Grupo Asunción, de acuerdo a PAS-PY (2012), está conformado por tres Formaciones, la Formación Palacios Inferior, media y superior. Las areniscas están instruidas, localmente, por magmáticas aisladas, diques y coladas de pocos a cientos de metros de espesor, causando a las mismas un metamorfismo local (Carvallo *et al.*, 2016 y Bartel, 1994), adopta la denominación de Grupo Asunción, conformado por dos Formaciones: la Formación Patiño y la Formación Yaguarón.

MOPC-BGR (1998), denomina Grupo Asunción a las sedimentitas cretácicas de los alrededores de Asunción. Los sedimentos del Grupo Asunción fueron depositados en el seno de una estructura del tipo semigraben, son estructura con característica extensional, fractura y bascula. Los sedimentos de los alrededores de Asunción descrito por Spinzi (1983), luego por el geólogo Gómez (1991) asimismo lo estudian (Wiens *et al.*, 1993) y Bartel, 1994) también refieren sobre el mismo tema.

De acuerdo a MOPC-BGR (1998), el ambiente de deposición de estos sedimentos corresponde, en los bordes abruptos, a abanicos aluviales. A medida que se alejan del mismo, ríos torrentosos y luego amplios ríos entrelazados al alcanzar la planicie, el depósito de sedimentos, al ir perdiendo energía, es grano decreciente desde fanglomerados de bloques, conglomerados hasta areniscas puras. El Grupo Asunción, de acuerdo PAS-PY (2012), está conformado por tres Formaciones, la Formación Palacios Inferior, media y superior. Las areniscas están instruidas, localmente, por migmatitas aisladas, diques y coladas de pocos a cientos de metros de espesor, causando a las mismas un metamorfismo local (Carvallo y Villar, 2016).

2.6.3 Grupo Caacupé

El grupo Caacupé aflorante del periodo Geológico Ordovícico-Silúrico, escólitos en areniscas banqueadas de hasta un metro de espesor, con niveles arcósicos y lechos caoliníticos de hasta 30 cm de espesor (Harrington, 1950). De acuerdo al Texto Explicativo de la DRM – MOPC (1990), el grupo Caacupé ha sido descrito por Harrington (1950) como Serie Caacupé dividiéndolo en conglomerado.

2.6.3.1 Formación Paraguari

Consiste en un paquete sedimentario clástico, formado principalmente de conglomerado con intercalaciones de areniscas arcósicas, las cuales son más frecuentes en la parte superior de la formación, siendo esta la característica transicional a la unidad superior (Spinzi,1983)

Los afloramientos más resaltantes aparecen en la base de la Serranía de los Altos, en general son cuerpos pequeños, que subyacen en forma subhorizontal al basamento cristalino de la Suite Magmática Caapucú, lo cual son observado en San Bernardino (Bartel, 1994)

2.6.3.2 Formación Cerro Jhú – Tobati (indiferenciado)

La denominación de formaciones fue propuesta por Harrington (1972). Cerro Jhú *Sandstone* y Tobatí *Sandstone* son sinónimos de “Areniscas Piribebuy” Harrington (1950), “*Sandstein von Caacupé*” Wolfart (1961) y *ArkosieSandstone/White Sacha-radialSandstone*” Eckel (1959). Afloramientos de esta unidad aparecen cruzado la hoja dirección NW – SE. Ésta se halla constituida esencialmente de areniscas feldespáticas, homogéneas de colores claros, de granos redondeados y escaso cemento, localmente se hallan intercalas con arcillitas y siltitas

En general las areniscas se presentan en espesas capas, en algunos casos con estratificación cruzada sigmoidal, en otros planos paralela y en algunos casos hasta laminados (MOPC-BGR, 1998).

2.7 Estación Invernal

El invierno es una de las cuatro estaciones de clima templado. Esta estación se caracteriza por días más cortos, noches más largas y temperaturas más bajas a medida que nos alejamos del Ecuador. En algunos países de la zona intertropical se denomina invierno a la estación lluviosa de mayor precipitación y pluviosidad (Guzmán, 2013). Las estaciones son los periodos del año en los que las condiciones climáticas imperantes se mantienen, en una determinada región, dentro de un cierto rango.

Mencionan que los periodos son normalmente cuatro y duran aproximadamente tres meses y se denominan: primavera, verano, otoño e invierno (Lucio, 2013). La flora invernal de especies anuales de la gran Llanura de Norteamérica en Nuevo León según Guzmán (2013), representa un grupo diverso de especies nativas e introducidas de especies y de vegetación menos perturbada de especies estrictamente invernales y otras que pueden florecer durante gran parte del año de especies con flores muy atractivas y otras que no son tan llamativas. El mismo considera que el 85% de las especies nativas indica que en el invierno juegan un papel importante en los matorrales de la región desde antes del disturbio intensivo del ser humano. Atendiendo que el clima es el principal factor ecológico a escala regional y su influencia se expresa principalmente en los cambios de la fisionomía de la vegetación y composición florística (Walter, 1997 y Gliessman, 2002). Además Luebert (2006), menciona que este tipo de vegetación se denomina zonal ya que responde a las condiciones climáticas regionales, donde también resalta que existen otros factores como el sustrato geológico, condiciones edáficas y la topografía que condicionan la formación vegetal a escala local.

2.8 Suelos

Los suelos de la región deben su origen y evolución a la influencia de factores fisicoquímicos y procesos de formación, siendo algunos de los factores: el clima, el relieve y el material de origen: ceniza volcánicas, tobas y basaltos dominando en su contenido arcilla negra (Buol, 1938).

Estos suelos se caracterizan por la ausencia de horizontes genéticos debido al proceso de volteo continuo (Haploidización) que sufren estos suelos por el fuerte agrietamiento que se produce en la época seca al caer el material edáfico dentro de las mismas y que luego se deslizan hacia arriba por presión, al expandirse las arcillas cuando los suelos son saturados durante la estación lluviosa (Buol, 1938). Los suelos de los arroyos se desarrollan en condiciones donde la topografía plana y depresiones dio origen a neo formaciones de arcillas, originando suelos muy arcillosos por procesos de degradación hidromórfica que corresponden al orden de los vertisoles.

2.9 Calidad del Agua

La calidad de un agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene. Permite establecer la posibilidad de su utilización clasificándola, de acuerdo a ciertos límites (Custodio y Llamas, 2001).

Los factores que condicionan la calidad del agua están determinados por su constitución, la disposición espacial de los materiales con los que el agua entra en contacto, la temperatura, la presión, la existencia de gases, la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos, presencia de agroquímicos, metales pesados y bacterias entre otros (Altamirano, 2007).

2.9.1 Normas Internacionales de Calidad de Agua

Las normas o valores guías sobre la calidad del agua han sido establecidos de manera específica con el fin de proteger la salud teniendo en cuenta su consumo durante toda la vida, el principal objetivo es ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes del agua que puedan representar un riesgo para la salud y el bienestar de la comunidad (OMS, 1993).

En Nicaragua el MIFIC9 ha conformado la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad (02/07/96) destacándose el MINSA, MARENA, y ENACAL 10 los que han adoptado las normas: “Norma Regional de Calidad del Agua para consumo humano”, editadas por CAPRE en Septiembre de 1993 y revisadas en Marzo de 1994 y la *National Primary Drinking Water Standards*”, editadas por *Environmental Protection Agency* (EPA, 2001).

3. METODOLOGIA

3.1 Materiales

3.1.1 Tipo de estudio

La investigación se realizó para el tipo de estudio descriptivo, de corte transversal.

De acuerdo a las características del estudio presenta una visión de conjunto en la investigación científica con enfoque cuantitativo por el abordaje de investigación tradicional, mide valores de los parámetros físicos para obtener un conocimiento. Tendencia a la investigación cualitativa, por alcanzar el nivel comprender la realidad de sus vivencias y principalmente existencia de los seres vivos, flora y fauna. Descriptivo, porque permite conocer el comportamiento del fenómeno en estudio, corte transversal, por permitir analizar una problemática que enfrenta la comunidad en un tiempo determinado.

3.1.2 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en los arroyos Mburicaó y Ferreira, ubicada sobre la formación Geológica del Grupo Asunción, localizada en el Departamento Central - región Oriental de la República del Paraguay entre las coordenadas UTM para el arroyo Ferreira Coordenada Este 436804 y Norte 7200491 y el arroyo Mburicaó entre la coordenada Este 440025 y Norte 7201404.

Para efecto de este estudio se delimitó los arroyos Mburicaó y Ferreira, alrededor del territorio de la comunidad capitalina, con una superficie total de 8 km² y 4km² (Figura2).

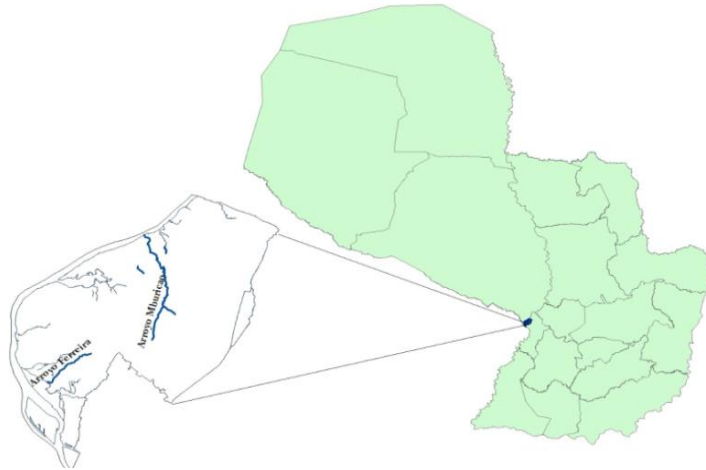


Figura 2: Ubicación de los arroyos Mburicaó y Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay.

3.1.3 Población y muestra de estudio

El presente estudio fue realizado en los arroyos Mburicaó y Ferreira, ubicada dentro de la comunidad capitalina, seleccionada por conveniencia, de acuerdo a la posibilidad de acceso a lugares a ser muestreados. El arroyo Mburicaó comprende una extensión de 8 Km² y el arroyo 4 Km², incluyendo las calle más importante del Departamento Central de la República del Paraguay.

Se realizaron giras explorativos in situ a los dos arroyos del municipio de Asunción. Se trabajó con un total de 24 puntos de muestreos (10 puntos de muestreos para el arroyo Ferreira y 14 puntos de muestreo para el arroyo Mburicaó) para cada uno de los arroyos fueron verificado en la ficha técnica la existencia de los recursos naturales (biofísicos, tipos de flora, fauna, humano, objeto extraño – inerte, tipos de viviendas entre otros) en cada punto de muestreo. Se aplicó criterios de selección de los puntos de muestreos y registrada en la fichas técnicas, se analizaron los datos encontrado; siendo así la situación más crítica en cuanto a las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreiraes la contaminación, la destrucción de los cauces perdiendo sus floras y faunas así como el crecimiento de la urbanización sobre los cauces hídricos y a la vez cumple con los requisitos para el desarrollo de la Tesis, constituyendo de esta manera la muestra de estudio. Es importante señalar que si no hay árboles tampoco habrá raíces y se filtrará menos agua y por tanto disminuirán las subterráneas, provocando que los pozos y arroyos se sequen,

asimismo si se producen inundaciones al llover y no ser absorbida el agua de la lluvia por los árboles está puede correr y arrastrar el suelo, rocas que llegaran al cauce del rio aumentando su caudal provocando inundaciones en los alrededores del río aumenta la erosión.

Tabla1. Puntos de muestreos de los arroyos Mburicaó y Ferreira, con coordenadas UTM y cotas obtenidos de la cartográfica disponible Instituto Geográfico Militar “IGM”

Arroyo	Puntos	Coordenada UTM		Altura
		ESTE	NORTE	
Ferreira	P1	436804	7200491	95 m
	P2	436746	7200395	93 m
	P3	436595	7200230	90 m
	P4	436229	7200139	89 m
	P5	436132	7200047	81 m
	P6	435886	7199864	77 m
	P7	435807	7199798	76 m
	P8	435708	7199666	68m
	P9	435500	7199597	65 m
	P10	435342	7199555	63m
Mburicaó	P1	440009	7201433	126 m
	P2	440050	7201696	116 m
	P3	440142	7202186	106 m
	P4	440196	7202371	105m
	P5	440693	7203104	98 m
	P6	440824	7202959	97m
	P7	440904	7202924	97m
	P8	441220	7202664	107m
	P9	440407	7202854	99m
	P10	440556	7203170	97m
	P11	440550	7203469	91m
	P12	440785	7203924	91m
	P13	440687	7204957	79m
	P14	440360	7205843	76m

3.1.4 Variables de Interés

La caracterización biofísica de los arroyos Mburicaó y Ferreira se determinó mediante análisis de frecuencia global, se realizó a través de la observación de categorías cualitativas, estos contemplan presencia o ausencia (si o no) de: tipos de flora (bosques, arbustiva, herbácea y arbórea), tipos de fauna (ratón, serpiente, peces, sapo, aves, insectos y animales domésticos), Seres humanos, tipos de rocas (ígneas, sedimentaria y metamórfica), color de agua, presencia de objeto extraño (plástico, caja, madera, árboles cortados, vidrio, polietileno, metales y neumático), tipos de desagüe (cloacal e industrial) y tipos de viviendas (paja, piedra, ladrillo y madera).

Características generales de las biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira

3.1.4.1 Tipos de Flora

Arbustiva, Arbórea, Herbácea y Bosque

Para los puntos de muestreos de cada uno de los arroyos se registran los siguientes variables independientes:

- Arbustiva: planta leñosa perenne que se diferencia del árbol por sus raíces múltiples y altura más baja, menos de 3 metros de altura. No se ramifican desde el mismo tronco.
- Arbórea: se reconoce como árbol de tronco leñoso que ramifica a cierta altura del suelo, generalmente a 3 metros de altura.
- Herbácea: se caracteriza por presentar una altura de 10 a 15 cm – Pastizal.
- Bosque: Se caracteriza por presentar de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Son los conjuntos de plantas que pueblan dentro de los arroyos Mburicaó y Ferreira. Los mismos varían de acuerdo con el clima de la región geográfica, siendo que son propias de un periodo geológico o que habitan en un ecosistema determinado (Figura 3).



Figura 3: Tipos de Vegetación ubicado en el arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.

Considerando que la flora atiende al número de especies mientras que la vegetación hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia relativa. Esta clasificación de variables se realiza teniendo en cuenta diferentes criterios y metodología utilizando ficha técnica durante la observación de presencia o ausencia de los tipos de flora dentro de un polígono imaginario, lo que converge en una inadecuada toma de decisiones para el intento de una gestión correcta de los recursos (Figura 3).

3.1.4.2 Tipos de Fauna

- **Ratón:** Mamífero roedor de pequeño tamaño, pelo fino, cola larga, pata cortas, cabeza pequeña y oreja tiesas, se reproduce a gran velocidad y vive en las casa o en el campo.
- **Serpiente:** Reptil son extremidades de cuerpo muy alargado y estrecho.
- **Peces:** Animal vertebrado acuático de circulación sencilla, provisto de aletas, con el cuerpo generalmente cubierto de escamas, que respira por branquias y se reproduce por huevos.
- **Sapo:** Anfibio de cuerpo más grueso que la rana y con la piel sembrada de verrugas.
- **Aves:** Animal vertebrado de sangre caliente provisto de pico y alas, con el cuerpo cubierto de plumas, que se reproduce por huevos y tiene respiración pulmonar.
- **Insectos:** Es un invertebrado artrópodo de pequeño tamaño con respiración traqueal, un par de antenas, tres pares de patas y el cuerpo diferenciado en

cabeza, tórax y abdomen.

- **Animales Domésticos:** Son pequeños o grandes animales que pueden llegar a ser domesticados por el hombre y por tanto convivir con ellos.

Son conjunto de especies animales que habitan dentro de los arroyos. Entre estos sobresalen las relaciones posibles de competencia o de depredación entre las especies, considerando que los animales suelen ser sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat y para estas variables, se utilizó la ficha técnica en la que primeramente se determinó un polígono imaginario de 5mx6mx5m dependiendo de la disponibilidad del área dentro del cauce hídrico y en fueron registrada la presencia o ausencia de los tipos de fauna (Figura 4).



Figura 4: Visualización de edificación de casa que muestra la alteración de hábitat, ubicada en la ribera del arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.

3.1.4.3 Ser Humano

Variable independiente, esto se determinó mediante la observación de presencia de seres humanos dentro del polígono imaginario de una dimensión de 6m x 5m x 7 metros. Considerando que en el momento de la observación dentro del polígono imaginario se encontraba dentro del cauce hídrico personas recogiendo plásticos, botellas de vidrios entre otros objetos, por lo que son consideradas variables. Cabe señalar que el ser humano nace dotado de rasgos heredados de los padres que definen sus características físicas y biológicas, además de una capacidad para reflexionar sobre sus actos particularidad que lo hace diferente de los demás seres vivos. Esto hace que las actividades humanas dentro de las ciudades produzcan

volúmenes de residuos de diversa naturaleza que en muchos casos son depositados sobre la superficie de los cauces hídricos de los arroyos y, posteriormente arrastrados hacia los cauces receptoras durante el proceso de precipitación-escorrentía.

3.1.4.4 Parámetro Físico

Área y perímetro, Longitud de la cuenca, Altura máxima y mínima, Ancho de la cuenca y Pendiente.

- Área y perímetro: el área es uno de los parámetros más importantes porque en ella ocurren varios fenómenos hidrológicos como la precipitación y volumen de caudales entre otros. El perímetro es la longitud exterior de la cuenca. Ambos parámetros se determinaron con el uso de las funciones de cálculos geométricos que contiene el ArcGis 10.5.



Figura 5: Medición de la longitud exterior del arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.

- Longitud de la cuenca: Se realizó trazando una línea recta desde un punto más lejano hasta llegar a una distancia del siguiente punto principal; hasta completar los 24 puntos de los dos arroyos (Figura 5).
- Ancho de la cuenca: Para obtener este dato se debe hacer una relación entre el área y el largo de la subcuenca (Figura 6).



Figura 6: Medición del ancho del arroyo Ferreira Departamento Central de la República del Paraguay – 2017.

A: area / longitud

- Altura máxima y mínima: Se determinaron con el modelo de elevación digital, comprobado en el campo con el GPS, altímetro y la hoja cartográfica correspondiente.
- Pendiente: La pendiente se determinó con el programa informático ArcGis 10.5 con licencia habilitada por la Empresa TRONIX representante en Paraguay. Es un producto obtenido de DEM y forma parte de los procesos de modelación. Es muy importante para determinar uso potencial de la tierra y la determinación de las prácticas de conservación de suelos y aguas.

$$P: \frac{(H_{\max} - H_{\min}) \times 100}{L (m)}$$

Donde:

P: pendiente media del cauce (%)

Hmin: altitud mínima del cauce (m)

Hmáx: altitud máxima del cauce (m).

L: longitud del cauce (m).

3.2 Métodos

3.2.1 Observación directa

Permitió conocer el comportamiento de las variables consideradas en el estudio indicándonos las características biofísicas de los dos arroyos (Mburicaó y Ferreira), identificación de los tipos de flora y fauna, seres humanos, tipos de suelos, tipos de colores del agua, presencia de objetos extraños de los arroyos, tipo de rocas, parámetros físicos, tipos de viviendas, tipos de suelos.

3.2.2 Descripción

Por medio de este método se pudo caracterizar y determinar las variables para esta investigación.

3.2.3 Diagnóstico Rápido

A través de giras explorativas para la observación in situ y acompañamiento de estudiantes de diferentes carreras, lo que permitió tener un mayor rapidez para la elaboración de este estudio y así conocer a mayor profundidad la situación de los arroyos y sus fuentes de contaminación.

3.2.4 Instrumento y Equipos para la colecta de los datos

- Ficha técnica: para determinar la existencia (si o no) y valor de cada una de las variables.
- Mapa de ciudades del Paraguay escala 1:10000.
- Mapas topográficos y geológicos.
- Instrumentos utilizados para el muestreo (bolsitas - polietileno, envases de plásticos, cinta de embalaje, pincel resaltador entre otros).
- Instrumentos de limpieza y medición (machete, martillo, cinta métrica, hilo, cronometro, estaca de madera y otros).
- Diagnósticos participativos a los alumnos de diferentes carreras para el acompañamiento del proyecto.
- Sistema de información geográfico – SIG – 10.5.

3.2.5 Procedimiento para la recolección y el procesamiento de los datos

Los procedimientos se dividieron en las siguientes etapas:

1. Etapa preliminar
2. Etapa de investigación: estudio y levantamiento de datos en el campo (*in situ*).
3. Etapa de procesamiento y análisis de los datos.

3.2.5.1 Etapa preliminar

- Trabajo de gabinete: Recopilación de información existente de la zona de estudio, mapas y análisis documental de estudios regionales.
- Visita *in situ* a los dos arroyos (Mburicaó y Ferreira), verificación del terreno para el ingreso a los cauces hídricos (Figura 8).
- Reconocimiento de las condiciones y posibilidades de muestreo y a la realización de algunas observaciones preliminares.
- Selección de los puntos de muestreos, previamente sobre la cartografía de la zona del Instituto Geográfico Militar de Paraguay (IGM; escala 1:10.000).
- Delimitación de los cauces hídricos, de acuerdo a la red de drenaje natural y elevaciones del terreno cubriendo un total de los arroyos 12 Km².
- Presentación y aprobación de la ficha técnica.

3.2.5.2 Etapa de investigación: estudio y levantamiento de datos en el campo (*in situ*).

Estudio de campo para la caracterización biofísica de los arroyos Mburicaó y Ferreira, asimismo se verificó la presencia o ausencia de los tipos de flora, fauna y seres humanos dentro de un polígono imaginario de 6m x 5m x 7m para los 24 puntos de muestreos (adaptado según el acceso al lugar). La presencia de flora, fauna y humanos dentro de la transecta fue el criterio de selección del lugar para la verificación de las mismas en la ficha técnica, así como con el apoyo del mapa base y observación de en campo se confirmó los tipos de suelos, rocas, erosión, degradación entre otros.

El reconocimiento geológico se realizó por observación directa con apoyo especializado, tomando como base referencial el mapa geológico (1972), a escala 1:50.000. La visita *in situ* permitió seleccionar los sitios de muestreos representativos utilizando como principal criterio su ubicación en la parte alta, media y baja de los cauces hídricos de los arroyos (Figura 7).



Figura 7: Primera campaña de exploración acompañado por el Prof. Dr. Roberto Martínez y por los alumnos de distintas carreras de la FACEN – 2017.



Figura 8: Reconocimiento *In Situ* de los arroyos Mburicaó y Ferreira – 2017.

Las restricciones de continuar con el levantamiento de datos impuestos por las condiciones meteorológicas de la primera campaña de exploración, condujeron a la realización de trabajo de relevamiento de datos a medias siempre siguiendo el cauce de los arroyos Mburicaó y Ferreira. Como parte de las actividades de reconocimiento de la zona se recorrió en la mayoría de los cauces hídricos de los arroyos Mburicaó y Ferreira con el fin de corroborar *in situ* las características propias del terreno (Figura 8).

Para la planificación de las campañas durante el reconocimiento se anotaban los trayectos y se contabilizaban los tiempos de transición de la corriente de agua.

Tabla2. Campañas de muestreo realizadas con indicación de los trabajos desarrollados.

Tarea	Fecha	Trabajos realizados
Preliminar	jun-17	Primer reconocimiento del área de estudio - arroyo Ferreira
Primera	jul-17	Campaña de muestreo del área de estudio - arroyo Ferreira
Preliminar	ago-17	Primer reconocimiento del área de estudio - arroyo Mburicaó
Segunda	set -17	Campaña de muestreo del área de estudio - arroyo Mburicaó

Se trabajó con un total de 24 (veinte y cuatro) puntos de muestreo dividiéndose de la siguiente manera: 14 (Catorce) puntos de muestreo para el arroyo Mburicaó y 10(diez) punto de muestreo para el arroyo Ferreira, elegido de acuerdo al acceso disponible *in situ* de cada uno de los arroyos. Estos datos fueron recabados, considerando las posibilidades de acceso geográfico, clima, casas, alcantarillado entre otros.

Inicialmente a cada punto de muestreo le fue otorgado un nombre identificativo preliminar. Los nombres de los puntos de muestreos fueron asignados de acuerdo a diversos criterios, como por ejemplo, el orden de ubicación para el arroyo Mburicaó de la siguiente manera A.M 1 (porque es el primer punto de muestreo), A.M 2 (porque es el segundo punto de muestreo, y así, sucesivamente); A.M 3; A.M 4 hasta llegar al punto A.M 14 (último punto de muestreo para este arroyo), asimismo para el arroyo Ferreira fue asignado de la siguiente forma A.F1, A.F 2; A.F 3 hasta el punto de A.F 10, la morfología para los dos arroyos fueron plana, el aspecto o el color de las aguas se clasificaron en negro o tonos oscuros; claros y brillantes; rojizos; azulados y verdosos (Figura 9).

Las categorías de olores considerado son moho, productos químicos, balsámico, aromático, sulfuroso H₂S y fecal. Todas las categorías fueron registradas en una planilla Excel para sus análisis descriptivos.

Durante la caracterización de los arroyos, fueron cualificados y cuantificados todos los parámetros que describen la estructura biofísica (física, química, biológica) con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales pero también para identificar los problemas presentes y potenciales.

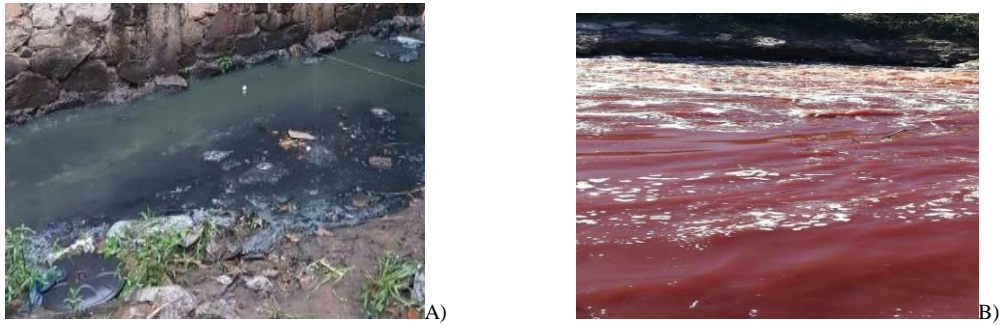


Figura 9: A) Color de agua observado dentro del Arroyo Ferreira. B) Color de agua visualizado dentro del arroyo Mburicaó - 2017

Considerando primeramente que la caracterización de una cuenca se inicia con la delimitación de su territorio, la forma, tamaño o área, pendiente media y pendiente del cauce principal, etc.

Algunos de estos parámetros geomorfológicos sirven de base para identificar la vulnerabilidad y considerar peligros a los desastres (Figura 10).



Figura 10: A) Cauce hídrico contaminado del Arroyo Ferreira. B) Apreciación colmata de desecho dentro del cauce hídrico del arroyo Mburicaó. C) Alcantarillado del cauce hídrico del arroyo Mburicaó - 2017

3.2.6 Análisis Estadístico

El análisis consistió en la observación, medición y registro de las variables cuantitativas y cualitativas discriminadas por tipos de fauna, flora, seres humanos (biofísicas) con que cuenta los arroyos Mburicaó y Ferreira. A partir de la variable cuantitativa se obtuvo las medidas de la tendencia central de media y las medidas de dispersión, desviación estándar, valor máximo y mínimo. Además de las variables cualitativas se determinó mediante el análisis de frecuencia global a través de la variable dicotómica, la existencia o no de dichos componentes (si o no).

Se registraron en hojas de observación, medición y registro de las variables cuantitativas y cualitativas discriminadas por tipos de fauna, flora, seres humanos (biofísicas) con que cuentan los arroyos Mburicaó y Ferreira. Para todas estas variables se calcularon las frecuencias absolutas y relativas. A partir de la variable cuantitativa se obtuvo las medidas de la tendencia central de media y las medidas de dispersión, desviación estándar, varianza, valor máximo y mínimo.

Con la ayuda de una cinta métrica, GPS, cronómetro, se registraron los valores de las variables cuantitativas: ancho de la zona saturada, profundidad, velocidad, sector de la cuenca alta, baja y media. Se calcularon para todas las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas, por ser de naturaleza discreta, sus resultados fueron analizados estableciendo tablas de frecuencias, diferenciando entre flora, fauna y humano. En cuanto a los caracteres cuantitativos y a los fines de definir los parámetros biofísicos se calcularon los estadísticos descriptivos para evaluar el grado de uniformidad y comparación existentes entre los dos arroyos.

La base de datos y los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa computacional Word y hoja de cálculo EXCEL y ArcGis 10.5 con licencia habilitada del TRONIX para el Viceministerio de Minas y Energía.

Por lo que la estadística se centra en el trabajo con datos de informaciones que son ya de por sí numéricos o que ella misma se encarga de transformar en números, para el conocimiento práctico y real en dirección a la investigación.

En cuanto a las consideraciones éticas, se puede mencionar que en este trabajo no incluye muestras en seres humanos, por lo que no fue necesaria la aplicación de un consentimiento informado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estadística Descriptiva

4.1.1 Superficie total de los arroyos Mburicaó y Ferreira

En la Tabla 3, se muestra los resultados obtenidos mediante la relación del ancho total, promedio del ancho total, extensión de los arroyos y el área en hectárea, en los dos arroyos Mburicaó y Ferreira para la determinación de la superficie total de cada uno.

Tabla 3. Superficie total de los arroyos Mburicaó y Ferreira

Categoría: Datos de la superficie total de los arroyos						
ARROYO	Nº de puntos observados	Ancho total (saturado) - m	Promedio del ancho total (\bar{Y}) m	Extensión de los arroyos (recorrido)	Área (m ²)	Hectárea (Ha)
Ferreira	10	52,8	5,28	4.274 m	22.567	2,26
Mburicaó	14	69,5	4,96	8.558 m	42.448	4,24
TOTAL					65.015	6,5

Se ha observado los puntos de muestreos mediante los resultados obtenidos del ancho total (zona saturada), y la extensión de los arroyos Mburicaó y Ferreira para determinar la superficie total (hectáreas) de cada uno. Estas características son de máximo interés para definir las hectáreas totales de ambos arroyos. En el arroyo Ferreira se pudo determinar la extensión del mismo de 4.274 metros (m), totalizando una superficie de 4.22 hectáreas (has) y para el arroyo Mburicaó una extensión de 8.558 metros (m) con un total de 4,24 hectáreas (has), cabe señalar que en el caso del

arroyo Mburicaó no se llegó a realizar hasta la desembocadura la toma de muestra siendo que dicho estudio se realizó en tiempo invernal cuando se tuvo la inundación en la zona que imposibilitó llegar hasta la desembocadura del cauce hídrico. Según Londoño, (2001) esto se debe a la normal relación que existe entre las longitudes (extensión) de los cauces y las áreas de las cuencas correspondientes, de tal manera, que el área crece con la longitud. Por lo que los dos arroyos totalizan 6,5 hectáreas (has), considerando desde el punto inicial desde la toma de muestra hasta el punto final que se realizó la extracción de muestra.

La delimitación de una cuenca consiste en definir la línea de *divortium aquarum* (divisoria de aguas) la cual es una línea curva definida por las altitudes y que tiene su punto de cierre en la zona más baja de la cuenca. La longitud de la línea divisoria es el perímetro de la cuenca y la superficie que encierra dicha curva es el área. Dicha delimitación implica una demarcación de las áreas de drenaje superficial donde las precipitaciones que caen sobre éstas tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida Instituto Nacional de Ecología de México - I.N.E.M (2005).

4.1.2 Recursos Vivos en el arroyo Ferreira

En la Tabla 4, se muestran la frecuencia global de recursos vivos estudiadas donde se puede observar que los resultados obtenidos son a través de la observación de categorías cualitativas, estos contemplan presencia o ausencia (sí o no) de flora, fauna y humano.

La presencia de flora junto con la fauna es generada por un bioma específico formando así una zona de vida. Asimismo no se puede dejar de lado los recursos abióticos a pesar de ser considerados inertes como el suelo, el clima, los vientos, las elevaciones entre otras cosas, son una parte primordial del sustento y el desarrollo de la flora ha sido reportado por Monte-Domecq *et al.* (2004).

Hay que destacar que la biodiversidad del país está integrada por numerosas especies de mamíferos y aves, reptiles peces, invertebrados, plantas y micro-organismos planctónicos que se encuentran distribuidos en una amplia gama de hábitats terrestres y acuáticos y palustres. Fox *et al.* (1997), estimaban que en el Paraguay

existen unas 1228 especies de vertebrados entre mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) de los cuales el 50% tendría problemas de conservación.

Tabla 4. Frecuencia global de recursos vivos observados en el arroyo Ferreira

Categoría: Recursos Vivos					
ARROYO	Punto de muestreo	FLORA	FAUNA	HUMANO	TOTAL
FERREIRA	A.F 1	1	1	0	2
	A.F 2	1	1	0	2
	A.F 3	1	1	0	2
	A.F 4	1	1	0	2
	A.F 5	1	1	0	2
	A.F 6	1	1	0	2
	A.F 7	1	1	1	3
	A.F 8	1	1	1	3
	A.F 9	1	1	1	3
	A.F 10	1	1	1	3
Frecuencia Absoluta		10	10	4	24
Frecuencia Relativa		100%	100%	40%	
Análisis de Frecuencia Global(sobre 24)		41,67%	41,67%	16,66%	100%

Algunas respuestas coinciden con las características propuesta por Simmons *et al.* (1995) quienes mencionan que el fuego y la tala de bosques realizados para la actividad agrícola y ganadera, facilita la fragmentación de los hábitats naturales y la alteración de la cobertura natural de las comunidades vegetales que son sustituidas por mosaicos o parches con diferentes intensidades de disturbio. Igualmente, transforman condiciones naturales que causan la mortalidad de muchas especies arbóreas, inhiben la regeneración de las especies tolerantes a la sombra, típicas de bosque primario y estimulan la proliferación de trepadoras y de especies exóticas. Al haber obtenido valores del análisis de frecuencia global de 16,66% de los recursos vivos humanos nos indica una amplia concentración de la población humana cerca del arroyo Ferreira que podría deberse a las distintas situaciones que conlleva a los seres humanos realizar actividades dentro o a la ribera del arroyo. En este sentido, los valles que presentan un estado de conservación y recuperación natural actual pueden ser aprovechados para la restauración y conservación de los valores ecológicos del parque principalmente en la recuperación de caudales, como uno de los principales estímulos para los procesos de regeneración vegetal requeridos.

4.1.3 Recursos Vivos en el arroyo Mburicaó

La frecuencia absoluta, frecuencia relativa y el análisis de frecuencia global de la tendencia de los principales recursos vivos del arroyo Mburicaó se observan en la Tabla 5, en promedio, según las metodologías utilizadas en los 14 puntos de muestreos establecidas en el arroyo Mburicaó, donde se detallan los recursos vivos, clasificándolos en tres categorías definidas en flora, fauna y humano, en el 100% de los puntos estudiados está presente la flora y la fauna; mientras que en un 21,43% de los puntos muestreados se detectó la presencia humana.

Sin embargo, en la referencia global de los recursos vivos en los 14 puntos de muestreos evaluados en el arroyo Mburicaó, podemos considerar que sobre un total, se reparten en proporciones semejantes la presencia de Flora y Fauna (45,16% cada uno), asimismo la existencia de Humanos, se enmarca en un 9,68%. Con respecto a este último valor podría considerarse que existe consenso respecto a que el ambiente está hoy fuertemente presionado por el modo que se ha encarado el desarrollo económico y social.

La urbanización son amenazas vigentes que ponen en peligro o terminar con los arroyos que a su vez afecta a los seres vivos incluidos a humano. Esta situación podría suceder por la cercanía de la cuenca al casco urbano del municipio permitiendo a los propietarios controlar y manejar sus predios sin planificación.

De acuerdo con Andrade *et al.* (1992), que la fragmentación de dichos ecosistema conlleva a su extensión, puesto que las poblaciones pierden su fortalecimiento y autorregulación ecológica ante disturbios generados por el hombre. Una posible explicación es que en el caso de los recursos vivos humano que se encuentra a la ribera del arroyo puede ocasionar grande daño al cauce hídrico donde habita los recursos vivos como flora y fauna.

Según Torales Franco *et al.* (2006), las condiciones actuales de los arroyos imposibilita la supervivencia de cualquier especie acuática, sin embargo en la desembocadura en el río Paraguay puede encontrarse algunas especies de aves migratorias. Estos conllevan a una de las mayores amenazas para la vida del hombre

en la Tierra que es la deforestación; lo que puede dañar la pérdida del hábitat a los ecosistemas, considerando que muchos animales no sobreviven a la destrucción de sus hábitats

Tabla 5 Frecuencia global de recursos vivos existentes en el arroyo Mburicaó

Categoría: Recursos Vivos					
ARROYO	Punto de muestreo	FLORA	FAUNA	HUMANO	TOTAL
MBURICAO	A.M 1	1	1	0	2
	A.M 2	1	1	0	2
	A.M 3	1	1	0	2
	A.M 4	1	1	0	2
	A.M 5	1	1	0	2
	A.M 6	1	1	0	2
	A.M 7	1	1	0	2
	A.M 8	1	1	0	2
	A.M 9	1	1	0	2
	A.M 10	1	1	0	2
	A.M 11	1	1	0	2
	A.M 12	1	1	1	3
	A.M 13	1	1	1	3
	A.M 14	1	1	1	3
Frecuencia Absoluta		14	14	3	31
Frecuencia Relativa		100%	100%	21.43%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 31)		45,16%	45,16%	9,68%	100%

Es un proceso interactivo de decisiones sobre los usos y las modificaciones a los recursos naturales dentro de una cuenca (Mas-Villalba, 2012). Este proceso provee la oportunidad de hacer un balance entre los diferentes usos que se le pueden dar a los recursos naturales y los impactos que estos tienen en el largo plazo para la sustentabilidad de los recursos vivos, concluyendo que son acciones que provocan una disminución de las capacidades del medio ambiente y de los recursos naturales. Así mismo, cabe destacar según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (2006), que los ecosistemas de agua dulce salubres son fundamentales para preservar la biodiversidad y el bienestar humano, mediante la cual se puede reportar que nuestra seguridad alimentaria, así como toda una serie de bienes y servicios medioambientales, dependen de los ecosistemas de agua dulce,

considerando como fuente principal la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce ya que es sumamente rica, con un alto nivel de especies permanente, pero es también muy sensible a la degradación medioambiental y a la sobreexplotación. Por lo que es muy importante que sea difundida la gravedad del deterioro de los recursos hídricos mientras que no sea tratada con un proceso evolutivo de la humanidad por lo que puede llegar a faltar.

4.1.4 Tipos de flora – Arroyo Ferreira

En la Tabla 6, se observa los resultados obtenidos para los variables de los tipos de flora. En la mayoría de las variables se observa que los valores promedios realizadas en los 10 puntos de muestreos establecidos en el arroyo Ferreira se encuentran detallados los tipos de flora, clasificándolos en cuatro categorías definidas en arbustiva, arbóreas, herbáceas y bosque. Para el 80% de los puntos estudiados está presente el tipo de flora arbórea, el 70% herbácea y en un 40% de los puntos muestreados se detectó la presencia de los tipos de flora arbustiva y bosque.

Para el 80% de los puntos estudiados está presente el tipo de flora arbórea, el 70% herbácea y en un 40% de los puntos muestreados se detectó la presencia de los tipos de flora arbustiva y bosque. Estos valores indican que existe una mayor proporción del tipo de flora arbórea en todos los puntos de muestreos realizada en el arroyo Ferreira, mientras el menor porcentaje se observó para los tipos de flora Arbustiva y Bosque.

En cuanto a la referenciación global de los tipos de flora en los 10 puntos de muestreos evaluados en el arroyo Ferreira, podemos considerar que sobre un total, se reparten en proporciones semejantes la presencia de la Flora Arbustiva y Bosque (17,39% cada uno), así mismo dentro de las observaciones realizada al tipo de flora, se destaca la buena regeneración natural (34,78%) del tipo arbórea y la presencia (30,43%) del tipo de herbácea. Al haber obtenido valores del análisis de frecuencia global nos indica una amplia variabilidad en la población estudiada que podría deberse a las distintas naturaleza y beneficios que favorece la existencia de las mismas dentro del arroyo Ferreira.

Tabla 6 .Frecuencia global de Tipos de Flora existentes en el arroyo Ferreira

Categoría: Tipos de Flora						
ARROYO	Punto de muestreos	Arbustiva	Arbórea	Herbácea	Bosque	Total
FERREIRA	A.F 1	1	1	1	0	3
	A.F 2	1	1	1	1	4
	A.F 3	0	1	1	0	2
	A.F 4	0	1	1	1	3
	A.F 5	0	1	0	0	1
	A.F 6	1	1	0	1	3
	A.F 7	0	1	1	0	2
	A.F 8	1	0	1	0	2
	A.F 9	0	0	0	0	0
	A.F 10	0	1	1	1	3
Frecuencia Absoluta		4	8	7	4	23
Frecuencia Relativa		40	80	70	40	
Análisis de frecuencia global (sobre 23)		17,39%	34,78%	30,43%	17,39%	100%

En cuanto al análisis de frecuencia global para el tipo de flora Bosque, estos resultados podrían ser debido a que es una variable con alto grado de afectación medio-ambiental; o la disminución de la filtración del agua de la lluvia en el suelo.

Evidentemente que el 17,39% de los tipos de flora Arbustiva observado demuestra que el desarrollo es irregular, dependiendo en gran parte de la cantidad de luz recibida a nivel del suelo. En relación al análisis de frecuencia global entre los cuatro tipos de flora se pueden clasificar como una distribución de riqueza y abundancia de especies ya que están relacionada a la combinación de ofertas ambientales presentes en el ecosistemas, variables físicas como temperatura, humedad, brillo solar, velocidad del viento y variables biológicas como relación planta hospedero (larvas), relación frutos y flores (adultos), entre otras, que influyen de manera directa e indirecta sobre la dinámica espacio-temporal como lo reportan diversos autores como (Piermarini, 2012). Algunos análisis mencionan que existen otras iniciativas que podrían abarcar al menos parcialmente, aquellas especies que no están consideradas como muy importantes. Por efectos de información, tales iniciativas nacionales o internacionales incluyen la elaboración de estudios sobre el Estado de la Biodiversidad y Planes de Acción para el establecimiento y

mantenimiento de redes de áreas protegidas y reservas. Al analizar los datos relacionados con el tipo de flora Arbustiva, Arbórea, Herbácea y Bosque se puede afirmar que la prevalencia del tipo de flora arbórea tiene una buena predisposición a la resistencia antrópica. A través del coeficiente global se determinó la homogeneidad arbustiva y bosque para cada uno de los tipos de flora. Considerando así a los componentes subterráneos (raíces) de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas constituyen una variable indispensable en cuanto al control de la erosión y la sedimentación, pues mantienen el suelo en su lugar (Tabla 6).

Según Morgan (2005), se ha demostrado que la presencia de raíces profundas ayuda a prevenir movimiento de masas en laderas, principalmente porque dichas masas se encuentran “ancladas” a la tierra gracias a las raíces de los árboles. Además, las raíces superficiales finas ayudan a sujetar el suelo, formando un conglomerado firme y difícil de romper, incluso con un reducido número de arcilla y suelo de baja cohesividad.

4.1.5 Tipos de flora – Arroyo Mburicaó

Debido a la información disponible en la base de datos realizadas en los 14 puntos de muestreos establecidos en el arroyo Mburicaó donde se detallan los tipos de flora, clasificándolos en cuatro categorías definidas en arbustiva, arbóreas, herbáceas y bosque. En la Tabla 7, se toma en consideración los valores obtenidos de las observaciones metodológicas que en el 92,86% de los puntos estudiados están presenten los tipos de flora arbórea, 78,57% herbácea; 64,29% arbustiva, mientras que en un 57,14% de los puntos muestreados se detectó la presencia de los tipos de flora bosque.

Cuando hacemos una referenciación global de los tipos de flora en los 14 puntos de muestreos evaluados en el arroyo Mburicaó, podemos considerar que sobre un total, se determinó la homogeneidad de cada una de las variables y los índices en los tipos de flora estudiadas. Al analizar la homogeneidad existente de los tipos de flora se puede observar que presentan una alta variabilidad en el tipo de flora bosque, esta variabilidad puede estar relacionada con la situación ecológica de los tipos de flora arbustiva, herbácea y arbórea.

Tabla 7. Frecuencia global de los tipos de flora existentes en el arroyo Mburicaó

Categoría: Tipos de Flora						
ARROYO	Punto de muestreos	Arbustiva	Arbórea	Herbácea	Bosque	Total
	A.M 1	1	1	1	1	4
	A.M 2	0	1	1	0	2
	A.M 3	1	1	1	1	4
	A.M 4	1	0	0	0	1
	A.M 5	0	1	1	1	3
	A.M 6	1	1	1	1	4
	A.M 7	0	1	1	0	2
MBURICAO	A.M 8	1	1	1	1	4
	A.M 9	1	1	1	1	4
	A.M 10	1	1	0	0	2
	A.M 11	1	1	1	1	4
	A.M 12	0	1	1	0	2
	A.M 13	0	1	1	1	3
	A.M 14	1	1	0	0	2
Frecuencia Absoluta		9	13	11	8	41
Frecuencia Relativa		64,29%	92,86%	78,57%	57,14%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 41)		21,95%	31,70%	26,83%	19,51%	100%

Los tipos de flora presentan una alta homogeneidad en su condición ecológica, mediante análisis de frecuencia global (sobre 14) se pudo observar que el mayor porcentaje obtuvo el tipo de flora arbórea (31.70%), herbácea (26.83%) y una baja variabilidad son los tipos de flora arbustiva (21.95%) y bosque (19.51%). En este estudio se evaluó 4 variables con 14 puntos de muestreos distintos resultando con mayor frecuencia global los tipos de Flora: Arbórea, Herbácea y Arbustiva, mientras que la especie de menor frecuencia global es el tipo de Flora Bosque.

Al considerar los resultados obtenidos en los índices relacionados con los tipos de flora se puede decir que presentan situaciones similares entre los cuartos tipos de flora ya que no se pudo identificar a nivel de categorías a todas las plantas encontradas en el lugar, esto quiere decir que de los datos obtenidos en el trabajo de campo los tipos de flora que dominan son arbórea y herbácea seguida de arbustiva y bosque.

Con respecto a esta variable, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN (1992), que la biodiversidad de especies está definida como la variedad de especies existentes en una región. Esa diversidad se la puede medir de distintas formas, como ser el número de especies de una región “riqueza en especies” es una medida que a menudo se utiliza para la información sobre la riqueza arbórea que albergan el arroyo, se encuentra dispersa en diversos trabajos florísticos, ya que en éstos generalmente la lista de especies no incluye la forma de crecimiento, además la definición de lo que se considera un árbol puede diferir entre diversos autores (Eloy Padilla y Velarde, 2006). Siendo un factor responsable de la alta diversidad de la flora de los árboles de Colima es su compleja historia geológica (Ferrusquía y Villafranca, 1998). En relación al tipo de flora bosque (19,51%) se puede mencionar que este fue notablemente superior al reportado en el arroyo Ferreira (17,39%), donde el principal factor fue por deficiencia antrópica en la zona, donde adicionalmente debería presentarse como un complejo paisaje ambiental, con varios tipos de suelos, climas y tipos de vegetación (Palacio *et al.*, 2000), lo que incrementa las posibilidades de establecimiento para especies con diferentes requerimientos ecológicos. En general se observa que las diferentes variables presentan valores inferiores a las reportadas para el arroyo Ferreira siendo la más restringida al territorio nacional que apuntan para el barrio de Asunción.

4.1.6 Distancia flora – cauce (metros) – Arroyo Ferreira

En la Tabla 8 se observa el valor promedio de la distancia flora - cauce (metros) para los tipos de flora arbustiva de 1,14 m; arbórea 1,17 m; herbácea 1,42 m y bosque 0,95 m. la desviación observada en tipos de flora arbustiva fue de 0.63, arbórea 0.64, herbácea 0.53 y bosque 0.82.

Por tanto, estas variables no constituyen un elemento diferenciador de la distancia flora – cauce (metro) en el arroyo Ferreira, aunque existan diferencias en las medias del tamaño de las distancia flora – cauce (m) entre los tipos de flora Arbustiva, Arbórea, Herbácea y Bosque. Sin embargo se desconoce estudios similares para flora – cauce (m) locales, de hecho este trabajo visualizo la caracterización morfológica de los tipos de flora encontrados en la ribera del arroyo, asimismo a la distancia encontrada del cauce y no de otras situaciones locales. Para

un mejor entendimiento encontramos que las observaciones metodológicas realizadas en relación a la distancia del curso de agua los tipos de flora, mediante los valores descriptivos se observa en promedio la distancia Flora – Cauce (metro) originalmente medido en metros, en medidas cualitativas. Tenemos entonces tipos de Flora – cauce (m) aquellas que miden entre 0,95 a 1,17 m de distancias.

Todas las variables presentaron altos porcentajes de variación. Entre las distancias flora – cauce (m) el menor desvío estándar fue 0.53 para la medida alzada al tipo de flora herbácea (37%) y el mayor para el tipo de flora bosque (0,82). Al haber obtenido valores de desviación en todos los índices (tabla 7) no indica una amplia variabilidad en la población estudiada que podría deberse a las distintas distribución de puntos de muestreos realizadas para la distancia flora – cauce (m) del arroyo Ferreira, estos resultados podrían ser debidos a que es una variable con alto grado de afectación medio-ambiental; por otro lado la población de los puntos de muestreos son de distintas mediciones y se encuentra en distintas formas los cauces por causa antrópica durante la toma de la mediciones.

Tabla 8. Frecuencia global entre la distancia flora-cauce (metros) existentes en el arroyo Ferreira

Categoría: Distancia Flora - Cauce (metros)					
ARROYO	Punto de muestreo	Arbustiva	Arbórea	Herbácea	Bosque
FERREIRA	A.F 1	1.2	1.6	1.7	1.5
	A.F 2	1.3	0	1.5	1.7
	A.F 3	0	1.3	1.7	0
	A.F 4	0	1.5	1.5	1.5
	A.F 5	1.6	1.8	1.7	1.8
	A.F 6	1.6	1.6	1.7	0
	A.F 7	1.2	0	1.3	0
	A.F 8	1.5	1.2	0	0
	A.F 9	1.3	1.4	1.3	1.4
	A.F 10	1.7	1.3	1.8	1.6
Estadística descriptiva	Promedio (<i>tipo de flora</i>)	1.14	1.17	1.42	0.95
	Varianza	0.35	0.37	0.25	0.61
	Desviación	0.63	0.64	0.53	0.82

En general se observa que las áreas más afectadas por intervención humana (actividades antropogénica) son a través de la extracción de madera, establecimiento desordenado de casas en las orillas de los arroyos mismo y el bosque de galería constituyendo los puntos con mayores indicadores de degradación la zona media y baja, que es utilizado como vertedero de basura. Según Monte-Domecq (2006), en periodos húmedos con alta pluviosidad, los caudales crecen hasta 30 – 50 veces su caudal base, desbordando de sus cauces naturales produciendo inundaciones urbanas con impacto sobre infraestructuras y afectación al ambiente humano. Puntualmente menciona que la situación de encajonamiento de los cauces por la urbanización agrava las inundaciones en el sector urbano, considerando que en el curso de agua bajo cobertura de dosel, se crea un sotobosque compuesto por arbustos, subarbustos, helechos y hierbas y perennes, característicos de los bosque. Tomando en consideración las características anteriores, Boelcke *et al.* (1985) menciona que la protección de cauces, según la legislación chilena, debería incorporar a parte de las variables físicas del cauce y pendiente, la vegetación y las diferentes funciones que cumple esta especificando para cada tipo forestal y cauce de diferentes órdenes presente a lo largo de todo el cauce.

Considerando que el desarrollo urbano altera cobertura vegetal provocando varios efectos que afectan los componentes del ciclo hidrológico natural. Con la impermeabilidad del suelo a través de tejados, veredas, calles y patios, el agua que previamente era infiltrada pasa a escurrir por los conductos de desagüe aumentando el escurrimiento superficial. En determinado parches aislados de bosquetes naturales, remanentes de bosque secundario, sobre todo en las áreas ribereñas a las fuentes de agua, área de remonte de matorrales, arbustos y áreas de bosque plantados entre eucaliptos y piñales sufren grandes erosiones que perjudica el cauce hídrico (Mas-Villalba,2012). En contraste, Bertoni (2003) señala que las cuencas cumplen un rol crítico en el funcionamiento natural de la tierra, articulando ecosistemas terrestres y acuáticos, y suministrando el hábitat de muchas especies., es uno de los medio acuático donde alberga y sostiene todo un mundo animal y vegetal, sus aguas y sus riberas conforman una construcción biológica particular.

Respecto a la distancia flora – cauce (m) puede llegar a absorber el agua de la

lluvia arrastrando la capa vegetal de la tierra donde germinan las semillas y crecen las plantas.

Además al desaparecer los arboles el viento no se puede parar de una forma natural golpeando directamente al suelo, levantando polvo y por tanto erosionando el suelo.

4.1.7 Distancia flora – cauce (metros) – Arroyo Mburicaó

Los resultados de los parámetros cuantitativos se muestran en la Tabla 9 donde se puede observar el promedio (tipo de flora), la varianza y la desviación estándar. Los valores medidos para la frecuencia global entre la distancia flora-cauce existentes en el arroyo Mburicaó son elevados en cuanto a los valores obtenido para el arroyo Ferreira.

Para las variables que arrojó diferencias muy elevadas a favor de los tipos de flora Bosque para el arroyo Mburicaó en los 14 puntos de muestreos. En base a esto se consideró las observaciones metodológicas realizadas en los puntos de muestreos establecidos en el arroyo supramencionada, donde se detallan los tipos de flora encontrados a una cierta distancia del cauce hídrico en el cual se observa el promedio de los valores obtenidos distancia flora – cauce (metro) donde demuestra que existe mucha proximidad intra-grupo entre las distancias medidas. Esto puede reflejar que el volumen que escurre lentamente por la superficie del suelo y queda retenida por las flora, con la urbanización pasa a escurrir en los canales exigiendo mayor capacidad de escurrimiento. Estos conllevan a las inundaciones urbanas, considerando que los caudales pluviales aumentan su frecuencia y magnitud por la impermeabilización progresiva del suelo en las ciudades y la construcción de redes de conductos pluviales.

El desarrollo urbano también puede producir obstrucciones al escurrimiento como rellenos sanitarios, puentes, drenajes inadecuados, colmataciones afirmando lo que menciona Mas-Villalba (2012).Estos pueden ocasionar efectos negativos destacándose la invasión de biotopos naturales, la ocupación de suelo ribereño, la modificación del paisaje natural, el desplazamiento de especies animales y vegetales,

la contaminación de las aguas y de los suelos, la acumulación de desperdicios y basuras, el antropogenización general de los arroyos, entre otras consecuencias de lo acelerado proceso de transformación del territorio que no gozó de una planificación racional del uso de suelo, los arroyos urbanos han sido utilizados históricamente como vertederos de residuos sólidos y líquidos (Ortiz, 2016).

Al producirse fuerte evento de precipitación, se generan inundaciones por desborde, situación que se agrava con la falta de un sistema hidráulico y la colmatación de basura que obstruye el paso del agua.

Tabla 9. Frecuencia global entre la distancia flora-cauce (metros) existentes en el arroyo Mburicaó

Categoría: Distancia Flora – Cauce (metros)					
ARROYO	Punto de muestreo	Arbustiva	Arbórea	Herbácea	Bosque
MBURICAÓ	A.M 1	1.5	1.7	1.9	1,6
	A.M 2	1.8	1.6	1.8	1.6
	A.M 3	1	2,1	0	0
	A.M 4	1.7	1.9	1.3	1.5
	A.M 5	2.1	0	2.5	0
	A.M 6	0	2.5	1.8	0
	A.M 7	0	1.9	2.4	0
	A.M 8	2.6	1.8	1.9	2.1
	A.M 9	1.9	0	0	0
	A.M 10	0	0	0	0
	A.M 11	1.6	2.2	1.9	1.9
	A.M 12	0	1.7	1.7	1.7
	A.M 13	0	2.1	0	0
	A.M 14	1	1.8	1.9	2.1
Estadística Descriptiva	Promedio (<i>Tipo de Flora</i>)	1.09	1.48	1.36	0.84
	Varianza	0.86	0.77	0.88	0.92
	Desviación	0.93	0.87	0.94	0.96

De acuerdo a Llerena (2003), la cuenca es una unidad natural tridimensional con interfaces con la atmosfera y el subsuelo, en función de la altura y profundidad que alcance su vegetación, al respecto menciona que una cuenca no

solamente abarca la superficie a lo largo y ancho sino también la profundidad, comprendida desde el extremo superior de la vegetación hasta los estratos geológicos limitantes bajo la tierra. Según Bertoni (2003), coinciden en que los bosques naturales se localizan en zona alta de la micro cuenca y sobre espacios de difícil acceso, hacen parte de la zona productora y receptora del recurso hídrico y, por consiguiente, el bosque se encuentra en los límites hacia donde se va extendiendo y reduciendo el límites de las riveras de las fuentes de agua predispuestos a su desaparición en las condiciones de uso y manejo del suelo y espacio actuales.

4.1.8 Tipos de Fauna – Arroyo Ferreira

Con el propósito de identificar las observaciones metodológicas realizadas a los 10 puntos de muestreos establecidos donde se detallan los tipos de faunas existentes en el arroyo Ferreira. En la Tabla 10, se muestran los análisis de frecuencias globales estudiadas donde se puede verificar que los resultados obtenidos se distribuyen en los tipos de fauna Insectos (47,62%), Ratón y Animales Domésticos (14,29%), Sapos y Aves (9,52%) y valores nulos en presencia de serpiente.

Estos valores podrían describirse como normales, debido a la gran capacidad que tienen los distintos tipos de insectos, en reproducirse, multiplicarse y adecuarse a todo tipo de ambientes como habitad para su vida. La mayor concentración de tipos de fauna en el arroyo Ferreira se presentan en los insectos, durante la campaña de levantamientos de datos; estos insectos son los que predominan cuyos hábitat natural es el acumulado de los residuos sólidos y líquidos, desechados en la cuenca del arroyo Ferreira.

La familia de los insectos comprende varios géneros como las termitas, mariposas, escarabajos, moscas, abejas entre otros. Los insectos juegan un gran papel en las funciones del ambiente. Son los principales depredadores de otros invertebrados y por lo tanto controladores de plagas. Descomponen y eliminan un porcentaje importante de materia orgánica y son los principales polinizadores de plantas de importancia ecológica y económica (Brusca, 2005). Sin embargo, y en

ocasiones derivado de su abundancia elevada, se les ha considerado con un grupo dañino y son los principales vectores de enfermedades humanas.

Coincidiendo con lo reportado por Montero (2009), que los más grandes y perennes conforman todo un hábitat para muchas especies de peces y anfibios y proporcionan agua a estos como también a animales más grandes ya sean peces, aves, mamíferos, anfibios; todos estos y más animales que habitan en los arroyos de distintas partes del mundo.

Tabla 10- Frecuencia global de Tipos de Fauna existentes en los arroyos Ferreira

Categoría: Tipos de Fauna									
ARROYO	Puntos de muestreos	Ratón	Serpiente	Peces	Sapo	Aves	Insectos	Animales domésticos	Total
FERREIRA	A.F 1	1	0	0	0	0	1	0	2
	A.F 2	0	0	0	0	1	1	0	2
	A.F 3	0	0	0	1	1	1	0	3
	A.F 4	0	0	1	0	0	1	0	2
	A.F 5	1	0	0	0	0	1	1	3
	A.F 6	0	0	0	0	0	1	1	2
	A.F 7	0	0	0	0	0	1	0	1
	A.F 8	0	0	0	1	0	1	0	2
	A.F 9	1	0	0	0	0	1	1	3
	A.F 10	0	0	0	0	0	1	0	1
Frecuencia Absoluta		3	0	1	2	2	10	3	21
Frecuencia Relativa		30%	0%	10%	20%	20%	100%	30%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 21)		14,29%	0%	4,76%	9,52%	9,52%	47,62%	14,29%	100%

4.1.9. Tipos de Fauna – Arroyo Mburicaó

En la Tabla 11, se muestran los análisis de frecuencias globales estudiadas donde se puede verificar que los resultados obtenidos se distribuyen en los tipos de fauna Insectos (51,85%), Ratón (3,70%), Aves y Animales Domésticos (11,11%), Peces (18,52%), Sapos (3,70%) y valores nulos en presencia de serpiente.

Es importante resaltar que la fuente de agua dulce de biodiversidad (fauna, flora) sirve como regulador natural del clima, que hace al equilibrio ambiental del territorio urbano, pero que en sus condiciones actuales es altamente modificadas,

genera sitios de degradación urbana. El grupo de los insectos no sólo es diverso sino increíblemente abundante, pues se calcula que por cada ser humano en la Tierra, existen 200 millones de insectos.

Pueden ser herbívoros, carnívoros, carroñeros o incluso establecen eficientes relaciones de comensalismo y parasitismo (Brusa, 2005). Los dos arroyos (Ferreira y Mburicaó) estudiadas, arrojaron valores elevados de presencia de tipo de fauna Insectos (Tabla 10 y 11). Estos tipos de insectos son de amplia distribución en el suelo, el agua, plantas entre otros. A menudo formar procesos de colonización en los ecosistemas acuáticos constituyen una parte integral de la sucesión y de los ciclos biológicos de la mayoría de insectos acuáticos (Sheldon, 1984).

Tabla 11-Frecuencia global de Tipos de Fauna existentes en los arroyos Mburicaó

Categoría: Tipos de Fauna									
ARROYO	Punto de muestreo	Ratón	Serpiente	Peces	Sapo	Aves	Insectos	Animales domésticos	Total
	A.M 1	0	0	1	0	0	1	0	2
	A.M 2	0	0	1	0	1	1	1	4
	A.M 3	0	0	0	0	0	1	1	2
	A.M 4	0	0	1	0	1	1	0	3
	A.M 5	0	0	0	0	0	1	0	1
	A.M 6	0	0	1	0	0	1	0	2
	A.M 7	0	0	0	0	0	1	0	1
MBURICAÓ	A.M 8	0	0	0	0	0	1	0	1
	A.M 9	0	0	0	0	0	1	0	1
	A.M 10	1	0	0	1	0	1	1	4
	A.M 11	0	0	0	0	1	1	0	2
	A.M 12	0	0	1	0	0	1	0	2
	A.M 13	0	0	0	0	0	1	0	1
	A.M 14	0	0	0	0	0	1	0	1
Frecuencia Absoluta		1	0	5	1	3	14	3	27
Frecuencia Relativa		7,14%	0%	35,71%	7,14%	21,43%	100%	21,43%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 27)		3,70%	0%	18,52%	3,70%	11,11%	51,85%	11,11%	100%

La importancia de los tipos fauna Insectos en la mayoría, son capaces de volar y dispersa a otros medios, siendo ese comportamiento una parte de su ciclo

biológico y una adaptación para la supervivencia, relacionada fundamentalmente con la reproducción y la alimentación (Johnson, 1969).

La presencia de insectos indica preferencias individuales por determinadas condiciones ambientales en función de su grado de especialización al hábitat donde se encuentran se encuentran.

4.1.10. Parámetros biofísicos – Arroyo Ferreira

En la Tabla 12, se muestra las estadísticas descriptivas de las variables cuantitativas estudiadas, en la misma se observan los resultados obtenidos de los parámetros biofísicos existentes en el arroyo Ferreira para los 10 puntos de muestreos involucrados en el estudio de caracterización. A través de la descripción estadística se determinó la homogeneidad de los índices biofísicos, (caudal, ancho de la zona saturada, profundidad, velocidad, área, pendiente, conductividad) no mostraron diferencias hidrogeomorfológicas, lo que se puede explicar como un resultado de la relativa carencia cercanía entre los índices biofísicos.

En cuanto al Caudal (Q): se observaron mediciones en los 10 puntos de muestreos del arroyo Ferreira, detectándose un promedio de 53,99 m³/sg, un caudal máximo de 95,20 m³/sg y mínimo 37,74 m³/sg, observándose un desvío estándar de 18,64. Estos valores indican que el comportamiento del caudal durante la crecidas, puede verse modificado por una serie de propiedades morfométricas de las cuencas, como son el tamaño, la forma y la pendiente, que resultan muy importantes en la respuesta del caudal recibido y que pueden operar tanto para atenuar como para intensificar las crecidas del arroyo. Estos recursos totales están dados por el agua escurrida en la cuenca del arroyo, son cantidades de caudales que no representan el agua aprovechable, el cual no constituye una base para planificar su aprovechamiento. Esto sería aprovechable en su totalidad en el momento de su ocurrencia o al disponer de unos embalses para almacenar cualquier volumen no aprovechado.

En lo concerniente al ancho de la zona saturada (m), se mide entre ambas riberas, y para la cual fue el promedio de 5,28 m, observándose un valor mínimo de

2.80 metros y un máximo de 7.00 metros con una desviación de 1,49. Considerando lo mencionado por Ministerio de Agricultura y Ganadera (MAG) - DECRETO N° 9824/12, que el curso hídrico es una depresión natural de longitud y profundidad variable en cuyo lecho fluye una corriente de agua permanente o intermitente, definida por los niveles de las aguas alcanzados durante las máximas crecidas ordinarias.

Tabla 12. Estadística descriptiva de los parámetros biofísico existente en el arroyo Ferreira

Categoría: Parámetro Biofísico existente en el arroyo Ferreira								
ARROYO	Punto de muestreo	Caudal (m ³ /sg)	Ancho de la zona saturada (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/sg)	Área (m ²)	Pendientes (%)	Conductividad (μS/m)
FERREIRA	A.F 1	37.74	2.8	0.138	1.3	29.03	4.4	579
	A.F 2	39.69	4	0.2	1.5	26.46	5	1141
	A.F 3	43.22	3.6	0.5	1.6	27.01	2.5	566
	A.F 4	40.08	4.1	0.5	1.6	25.05	2	710
	A.F 5	65	6	0.7	2	32.5	2.8	925
	A.F 6	58.02	6	0.6	2	29.01	2.7	1125
	A.F 7	42.48	6.5	0.9	1.8	23.6	2.5	1146
	A.F 8	46.5	6.3	0.8	1.6	29.06	2.7	930
	A.F 9	72	6.5	1	2	36	2.7	860
	A.F 10	95.2	7	1	2	47.6	2.8	1026
Estadística Descriptiva	Promedio	53.99	5.28	0.58	1.74	30.53	3.01	900
	Máximo	95.20	7.00	1.00	2.00	47.60	5	1146
	Mínimo	37.74	2.80	0.14	1.30	23.60	2	566
	Varianza	347.41	2.22	0.10	0.06	48.77	0.87	48768
	Desviación	18.64	1.49	0.32	0.25	6.98	0.93	221

El ancho de la zona saturada da alguna indicación a la tendencia hacia las crecidas, porque una cuenca con factor forma bajo, es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre la superficie que en un área de igual tamaño con un factor de forma mayor. Considerando que el incremento del ancho indica un aumento en la descarga y/o aumento en la carga de sedimento grueso y una disminución indica lo opuesto. La relación ancho/profundidad tiende a incrementarse con la erosión de los márgenes y con cargas más gruesas.

En lo que refiere a profundidad (m). Esta característica de la profundidad del cauce hídrico del arroyo se mide desde la parte más profunda de los puntos tomados en líneas perpendicular hasta el punto final tomado en cada punto de muestreo, distribuida de la siguiente manera, la profundidad presenta un valor promedio de 0,58 m, encontrándose un valor mínimo de 0,14 y de máximo de 1 m presentándose con desviación estándar observada fue de 0,32 respectivamente. Asimismo teniendo en cuenta que la profundidad pertenece a unos de los parámetros biofísicos del arroyo Ferreira, tales con la relación ancho/profundidad son afectados significativamente por las variaciones en los caudales, la carga sedimentaria y por el tipo de carga de sedimento en función de la relación de las cargas de fondo y suspendida. Los cambios en la morfología del arroyo en unos pocos años indican variaciones en el agua y/o en la descarga de sedimentos.

Velocidad (m/sg): el promedio de la velocidad en el cauce del arroyo Ferreira obtenidos de los 10 puntos de muestreos fue de 1,74 m/sg, con un mínimo de 1,30 m/sg y un máximo de 2,00 m/sg. Estos valores determinan la velocidad de la escorrentía para la cuenca del arroyo Ferreira mediante la desviación estándar para la medida de dispersión. Según Jones (1997), Ward y Robinson (2000), la mayor parte de estas propiedades actúan incrementando el volumen del flujo y la velocidad de su movimiento lo que podrían provocar cambios que puedan realizar los parámetros biofísicos a corto plazo factible en ser una respuesta a inundaciones, mientras que los cambios a largo plazo dentro de una secuencia de eventos pueden reflejar modificaciones fundamentales en la descarga y/o carga de sedimentos.

Área (m²): en esta categoría de los parámetros biofísicos se evaluaron el área objetivamente el cual lanzo el siguiente resultado, de las 359 hectáreas fueron catalogados mediante la estadística descriptiva con un promedio de 30,53 m², un mínimo de 23.60 m² y un máximo de 47.60 m², con una medida de dispersión de 6.98. Este resultado demuestra que la magnitud es de mayor importancia porque de esta depende la uniformidad de las lluvias que caen en la cuenca en comparación con áreas mayores. Las pérdidas por infiltración que escurrimiento son mayores por unidad de superficie y varían inversamente al área de la cuenca según lo indico Osterkamp *et al* (2006). Asimismo los cambios en la morfología y posición del canal

de corriente en esta área se encuentran relacionados con las inundaciones que pueden ser rápidos; particularmente considerando si el áreas árida y semiárida esto es indicado por Hooke (2006). Es importante resaltar que las áreas con una buena diversidad en la morfología del canal y sedimentos asociados pueden formar substrato y hábitats para las asociaciones ecológicas, considerando que son componente clave para la condición de la biodiversidad.

Pendiente: Así mismo, este parámetro permite evaluar el potencial para erosionar a partir de la velocidad del flujo, lo cual nos ayuda entender el comportamiento en el tránsito de avenidas, así como la determinación de las características y estabilización de cauce hídricos. Al respecto para hallar la pendiente se tomó la diferencia entre cotas extremas existentes en el cauce y se dividió entre su longitud horizontal. Obtenidos de los 10 puntos de muestreos, en la cual se obtuvo un promedio de 3.01 con una desviación estándar de 0,93. Sin embargo, estos valores demuestran que el arroyo Ferreira no posee una pendiente elevada, atendiendo que la pendiente de la cuenca posee una compleja dinámica relacionada con la infiltración, escurrimiento superficial y aporte de los cauces en la recarga del agua subterránea. Lo anteriormente expuesto nos indica el nivel de pendiente calculada del drenaje del arroyo Ferreira. Considerando que, en los EEUU las tierras cultivadas se encuentran comprendidas en pendientes menores a 5% y dentro de ese rango no tienen mayor influencia en el número de curva. En este caso particular las pendientes obtenidas fue predominantemente del 3%. Teniendo en cuenta las pendientes como uno de los parámetros biofísicos del arroyo Ferreira, se podría mencionar que las cuencas de mayores pendientes tienen una escorrentía más veloz por tanto, tienden a responder más rápidamente a la precipitación, incrementando los caudales. La forma de la pendiente también influye en las tasas de erosión, pues éstas cambian a medida que varía la inclinación del terreno (Terrence *et al.*, 2002).

Conductividad: Se observaron un promedio de conductividad de 900 siemens por metro (S/m) con una desviación estándar de 221. Cabe mencionar que la conductividad es producida por los electrolitos que lleva disueltos en el agua y es lógicamente muy baja en el agua pura, siendo los valores observados en el arroyo Ferreira muy elevado. Asimismo un agua residual presenta un valor de conductividad

superior al del agua de consumo de la población, en general un orden de magnitud más alta si tiene un componente residual domestico mayoritario frente al de los vertidos industriales. Caso contrario, será notablemente más alta por ejemplo, aguas de industrias metalúrgicas y mataderos. De igual forma la mayor conductividad en sitios perturbados ha sido reportada y se asocia con la mayor entrada de materia orgánica nutrientes y mayor concentración de iones productos del impacto humano y también con la entrada de sedimentos debido a la falta de vegetación ribereña (Reis-Oliveira *et al.*, 2014 y Ternus *et al.*, 2011). Sin embargo, se observa mediante la estadística descriptiva registrada que el máximo conductividad es 1146, esto pudo deberse principalmente a la entrada de las descargas domésticas, considerando lo señalado por Quintero y Ríos Arias (2011).

4.1.11. Parámetros biofísicos – Arroyo Mburicaó

En la Tabla 13, se observa los parámetros biofísica existente en el arroyo Mburicaó. A través de la estadística descriptiva se determinaron los parámetros biofísica correspondiente al arroyo Mburicaó, el área de estudio se caracteriza como una cuenca urbanizada, ubicada en Asunción que drena de sur a norte comprendiendo 2 cauces que se juntan en el Mburicaomi y Mburicaó el cual desemboca en el río Paraguay, en el barrio tablada. Al analizar el parámetro biofísica de los 14 puntos de muestreos se puede observar que presentan una alta variabilidad en medidas como caudal, profundidad, velocidad, área, pendiente y conductividad. Esta variabilidad en el caudal puede estar relacionada con la situación de los desagües cloacales e industriales, que son desechado en el arroyo. Según Jones (1997), sobre la base de las características morfométricas de las cuencas, se han obtenido fórmulas para obtener caudales máximos atendiendo a que esas propiedades afectan a la respuesta de caudal según la superficie de la cuenca. El ancho de la zona saturada presenta una alta variabilidad, por lo tanto una baja homogeneidad en las mediciones en los 14 puntos de muestreos. Mediante la estadística descriptiva se midieron los parámetros biofísicos en cada uno de los 14 puntos de muestreos. Orgánica son producto que no se disocian fácilmente y son malos conductores.

Considerando la profundidad (m): Según la Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos - RED MAPSA (2007), que los cambios en el

caudal, afectan la profundidad del agua, así como la composición de los sedimentos y la carga de sedimentos en suspensión.

Tabla 13. Estadística descriptiva de los parámetros biofísica existente en el arroyo Mburicaó

Categoría: Parámetro Biofísica existente en el arroyo Mburicaó								
ARROYO	Punto de muestreo	Caudal (m ³ /Sg)	Ancho de la zona saturada (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/sg)	Área (m ²)	Pendientes (%)	Conductividad (μS/m)
MBURICAO	A.M 1	99.44	3.0	0.3	2.2	45.2	3	461
	A.M 2	108.5	3.6	0.7	2.5	43.4	2.5	1120
	A.M 3	81.18	4.1	0.5	1.8	45.1	2.5	1050
	A.M 4	90.85	6.0	0.7	2.3	39.5	2.3	670
	A.M 5	102.33	5.3	0.6	2.7	37.9	2.5	570
	A.M 6	98.54	4.2	0.4	2.6	37.9	3.06	561
	A.M 7	76.38	6.3	1.3	1.9	40.2	2.08	690
	A.M 8	86.2	5.2	0.8	2.0	43.1	3.1	870
	A.M 9	111.6	6.0	1.5	2.4	46.5	2.5	634
	A.M 10	98.56	5.6	0.9	2.2	44.8	2.2	564
	A.M 11	113.68	4.8	1.7	2.8	40.6	2.08	520
	A.M 12	122.25	4.7	1.6	2.5	48.9	2.3	550
	A.M 13	92.8	5.0	0.9	2.0	46.4	2.5	550
	A.M 14	97.56	5.7	1.1	1.8	54.2	2.5	535
Estadística Descriptiva	Promedio	98.56	4.96	0.93	2.26	43.84	2.51	667.5
	Máximo	122.25	6.30	1.70	2.80	54.20	3.1	1120
	Mínimo	76.38	3.00	0.30	1.80	37.90	2.08	461
	Varianza	162.62	0.94	0.20	0.11	20.37	0.11	41141
	Desviación	12.75	0.97	0.45	0.33	4.51	0.33	202.83

De acuerdo al valor obtenido mediante la estadística descriptiva, promedio es de 0,95 m, lo que afecta tanto la estructura física del hábitat como su variabilidad temporal, lo que a su vez determina la composición biológica del sistema.

A lo que se refiere caudal (Q): El caudal es la cantidad de agua que pasa a través de una sección del canal por unidad de tiempo, por lo que el estado actual del arroyo es crítico, el aprovechamiento del material de arrastre de forma inadecuada

sin manejo ni control ambiental son y han sido procesos permanentes de deterioro hasta el punto de haber disminuido su caudal aumentado así la peligrosidad de la cuenca por la desaparición de sus riveras. Es imperceptible, su gestión en protección, manejo y conservación de los recursos naturales no es constante y los programas no son continuos por falta de seguimiento. La pérdida de la cobertura vegetal, la modificación de sus riveras y la peligrosidad de su caudal han modificado la dinámica del cauce y costumbres de sus pobladores hasta el punto de darse cambios importantes en sus actividades productivas. La pérdida de la biodiversidad debido a la incapacidad de manejar la torrencialidad de las aguas en épocas de lluvias ha contribuido la erosión de las riberas y la desaparición de fauna y flora en gran cantidad.

Velocidad (V): al analizar la estadística descriptiva de los promedios, el máximo, el mínimo, la varianza y la desviación, a través del cual se determinó la velocidad del agua de escorrentía, se puede decir, que de los 14 puntos de muestreo se obtuvo el promedio de la velocidad de 2,26 m/sg, un máximo de 2,80 y mínimo 1,80 m/sg, con una varianza de 0,11 y desviación estándar de 0,33 m/sg. Lo que nos indica que la velocidad de la corriente que se mueve a través del cauce hídrico puede erosionar el borde del arroyo si la misma no se encuentra protegida. Cabe mencionar que uno de los factores que controlan la velocidad de la corriente es la pendiente de un cauce fluvial.

Área (A): si bien es cierto que una de las principales micro cuenca hídrica superficial se presentan sobre el área total del Patiño según Monte-Domecq (2007), pertenece a la cuenca del Mburicaó el 1,3 porcentaje del área total del acuífero Patiño, encontrándose alojado en el Grupo Asunción.

Pendiente: según Tarbuck (2005), la pendiente es expresada normalmente como la caída de una corriente a lo largo de una distancia dada. Las pendientes varían considerablemente de una corriente a otra, así como a lo largo del curso de una corriente determinada. Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes cercanos a fuentes de agua. Siendo que los contaminantes provenientes de esas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. Causando el impacto más significativo en el caso de los

cauces hídricos la desaparición de cobertura vegetal que les permiten la protección o la ausencia de una zona de amortiguamiento, sabiendo que las corrientes de la pendiente arrastran microorganismos, nutrientes, sólidos suspensos entre otros (Brooks et al 1991).

Conductividad: La conductividad eléctrica en las aguas naturales se puede correlacionar con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio. La presencia de altas concentraciones de estas sales afecta la vida acuática y en el caso del riego afecta a la vida de la planta y a la calidad de los suelos. En la tabla N° 13 se observa la estadística descriptiva por lo que en el promedio muestra el valor de 667,5 de conductividad siendo así que se compara con los trabajos realizado por la Cooperación Internacional del Japón - JICA, Secretaria del Ambiente - SEAM y Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA (2007) donde muestran los valores medios de todos los arroyos en el orden de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la conductividad en el arroyo Mburicaó alcanza 800 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Concluyendo que sobre pasa la orden de 300 a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.1.12. Nivel de Caudal – Arroyos Mburicaó y Ferreira

Según Tarbuck (2005), el caudal de una corriente es la cantidad de agua que atraviesa un determinado punto en una unidad de tiempo concreta. Suele medirse en metros cúbicos por segundo. El caudal se determina multiplicando el área transversal de una corriente por su velocidad.

Los caudales de la mayoría de los arroyos distan mucho de ser constantes. Esto se debe a variables como las precipitaciones. En la figura 11, se exponen los distintos niveles de caudal para los arroyos Ferreira y Mburicaó, como se puede visualizar en cada una de las categorías (bajo, medio, alto) las diferencias son mínimas entre ambos arroyos. Según el trabajo de Llereno (2003), los caudales con una mayor cobertura vegetal en la cuenca mejorará su capacidad de infiltración, mientras el agua de lluvia que llegue al suelo incrementará gradualmente el caudal por la vía sub-superficial, produciendo un flujo de agua más limpio y regular, con menores rangos de caudales anuales extremos.

Nivel de Caudales

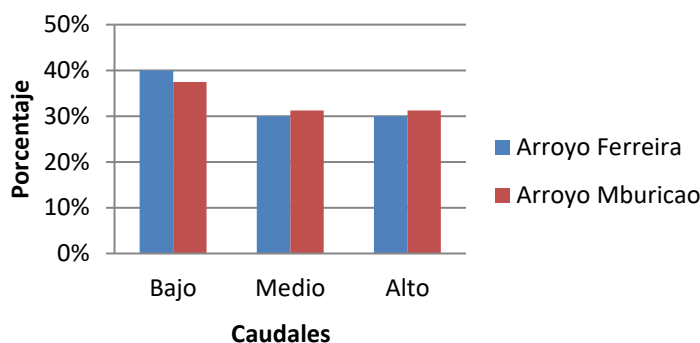


Figura 11: Observación de los niveles de caudales existentes dentro del arroyo Mburicaó y el Ferreira.

Una cuenca deforestada transferirá un menor volumen de agua hacia la atmosfera. A estos se le puede considerar que en los sitios más alto se encuentra las nacientes y es donde el cauce del arroyo se abastece del agua del subsuelo para luego fluir hacia puntos más bajos a través de la geografía hasta llegar a otro cauce hídrico y continuar su camino hasta algún río.

Según la Dirección de Agua Potable y Saneamiento - DAPSAN (2015) para la cuenca del Mburicaó se plantea como solución al problema de las inundaciones regular los escurrimientos en la cuenca, con el fin de reducir los caudales máximos, a través de una serie de lagunas de regulación. Sin embargo, se podría considerar que en menor escala a nivel urbano los arroyos Mburicaó y Ferreira son cuenca altamente urbanizada y degradada, manteniendo caudales en tiempo seco, los cuales obviamente se encuentran degradados por la contaminación industrial y urbana. Mientras que Sánchez (2016), reportó que la cuenca alta es el sitio más vulnerable del cauce, debido a la presencia de la naciente y es la razón que resulta fundamental proteger el cauce desde la cuenca alta. Estos provocan incertidumbre en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca baja en cuanto a los valores económicos

Efectos físicos de la flora y fauna sobre las rocas; donde las raíces de ciertos árboles pueden fracturar un gran bloque de piedra y en menor grado las actividades perforantes y excavadoras de pequeños animales. Así mismo, Huang (1995) menciona que los sedimentos son materiales formados como consecuencia de la actividad química o mecánica ejercida por los agentes de denudación sobre las rocas preexistentes y se depositan en forma estratificada, capa por capa, en la superficie de la litósfera. La petrificación de los sedimentos a temperaturas y presiones relativamente bajas, conduce a la formación de las rocas sedimentaria.

4.1.13. Tipos de rocas– Arroyo Ferreira

En la Figura 12, se observa en término porcentual la cantidad del tipo de roca existente en el arroyo Ferreira, evaluados en el área de Asunción, considerando que son tres los tipos de rocas tomado para el estudio de investigación (sedimentaria, ígnea y metamórfica). El valor obtenido pertenece al mayor porcentaje de presencia de roca sedimentaria, con un 77,78%, seguido de los 22,22% de roca ígneas y sin presencia de roca metamórfica (0%). Las variables cualitativas confirman su origen de roca sedimentaria descartando según Huang (1995), que fuera mencionado en la página de Geología del Paraguay que son formados como consecuencia de la actividad química o mecánica ejercida por agentes de denudación sobre las rocas preexistentes y se depositan en forma estratificada, capa por capa, en la superficie de la litosfera.

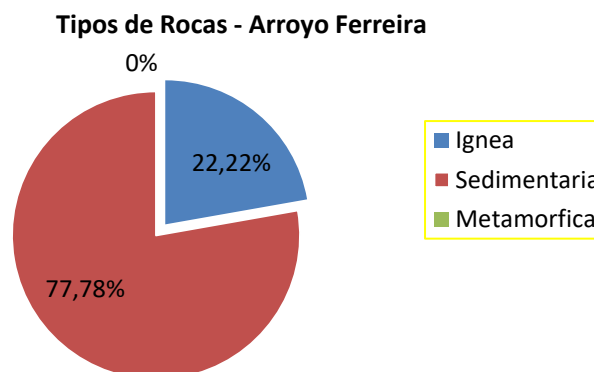


Figura 12: Tipos de rocas existentes dentro del arroyo Ferreira

La petrificación de los sedimentos a temperaturas y presiones relativamente bajas, conduce a la formación de las rocas sedimentarias. Es importante mencionar que estos tres tipos de rocas pertenecen a un ciclo litológico que describe las transiciones del material en el tiempo geológico que permiten que toda roca pueda transformarse en uno de estos tres tipos. Según los resultados obtenidos pertenece a la roca sedimentaria que se formaron por la compactación de los sedimentos del suelo, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportados por el agua, hielo o viento y son sometidos a procesos físicos y químicos que dan lugar a materiales consolidados aceptando lo escrito por Huang.

Una de las ramas más importantes del estudio del planeta es la Geología, que se encarga de estudiar todos los aspectos relativos a las rocas y su metamorfismo, además de la formación y composición de los distintos tipos de rocas que existen en la corteza terrestre, clasificándose en los orígenes como rocas sedimentarias, metamórficas o ígnea, siendo estas últimas las que se encuentran a mayor profundidad respecto a la superficie de la tierra y las que suelen formar parte de las mencionadas erupciones volcánicas.

4.1.14. Tipos de rocas– Arroyo Mburicaó

Los tipos de rocas observada en la Figura 13, nos revela una expansión progresiva del tipo de roca existentes en el arroyo Mburicaó, con un valor de promedio de 28.57% para el tipo de roca sedimentaria y con valores nulos para los tipos de rocas ígnea y metamórfica, registradas durante el estudio realizado.

Considerando que existe otro dato a destacar mediante el valor obtenido entre el arroyo Mburicaó que se encuentra encima del acuífero Patiño de lo que se puede resaltar que mediante la porosidad de la misma se recarga el acuífero, gracia a que son roca sedimentaria como la arenisca que contiene alto contenido de cuarzo, son de formación típica terrestre, de deposición de derrumbe caótico en su base, relleno de depresiones morfológicas y evolucionando para arriba hacia ambientes fluviales a eólicos cada vez más tranquilos. Esta descripción geológica nos indica que el arroyo Mburicaó es de origen sedimentario donde su recarga para el acuífero Patiño

proviene directamente de la lluvia y es confinado, ya que recibe aportes laterales de otro cuerpos de agua como el arroyo mburicaomi.

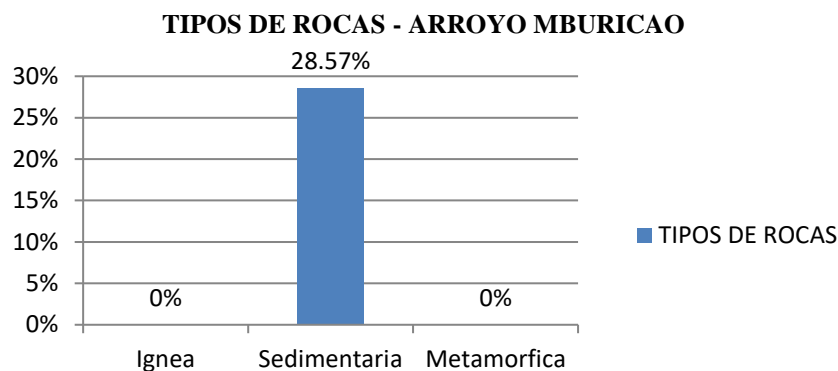


Figura13. Tipos de rocas existentes en el arroyo Mburicaó

4.1.15. Sedimentos – Arroyo Ferreira

En la Figura 14 se muestran la frecuencia global de las variables cualitativa estudiada, en la misma se observan los resultados obtenidos del origen de sedimentos existente en el arroyo Ferreira para los 10 puntos de muestreos involucrados en el estudio de caracterización. Se determinó el análisis de frecuencia global (sobre 8) de los dos tipos de origen de sedimento “detrítico y químico”; observándose el valor porcentual más elevado para el sedimento detríticos (6.5%) y para el origen de sedimento químico (37.5%). Estos sedimentos desde el punto geológico son llamado material suelto o sedimento de rocas, que son depositados formando lo que llamamos rocas sedimentarias (diagénesis). El más abundante es el sedimento detrítico esto es debido a que se encontró dentro del arroyo Ferreira los granos angulosos o redondeados de los sedimentos que se identificaron visualmente.

Rose *et al.* (2003), mencionan en su trabajo que los suelos formados de diferente roca madre o material parental, tienden a tener diferentes propiedades tanto físicas como químicas. En cambio considerando lo que menciona Flores *et al.* (2014), en que las principales diferencias en los cambios de la vegetación se deben a la presencia de procesos geomorfológicos activos actuales en las geo-formas diferenciándose de aquellas en donde los procesos dinámicos fluviales no están presentes. Se da el nombre genérico de sedimentos a las partículas procedentes de las

rocas o suelos y que son acarreadas por las aguas que escurren y por los vientos. Por lo que el sedimento que se deposita en un gran cuerpo de agua recibe de está su estructura y carácter finales. Por efecto de magmáticas terciarias se formaron localmente estructuras columnas en areniscas homogénicas. Los sedimentos forman desde 20m a 500 m y son areniscas rojo tipos oscuras muy heterogéneas y están dispuestas en forma horizontal(Montedomecq, 2007).

4.1.16. Sedimentos – Arroyo Mburicaó

En la tabla 15, se muestra el análisis de frecuencia global (sobre 11) del origen de sedimentos tanto “detrítico y químico”, observándose que encabeza en el Arroyo Mburicaó el 63.63% de sedimento detrítico y el 36,36% para el sedimento químico.

Tabla 15. Frecuencia global del origen del sedimento existente en el arroyo Mburicaó

Categoría: Origen de Sedimento				
ARROYO	Punto de muestreo	Detrítico	Químico	Total
MBURICAO	A.M 1	1	0	1
	A.M 2	1	0	1
	A.M 3	0	0	0
	A.M 4	0	0	0
	A.M 5	1	0	1
	A.M 6	0	0	0
	A.M 7	1	0	1
	A.M 8	0	0	0
	A.M 9	1	0	1
	A.M 10	1	0	1
	A.M 11	1	1	2
	A.M 12	0	1	1
	A.M 13	0	1	1
	A.M 14	0	1	1
Frecuencia Absoluta		7	4	11
Frecuencia Relativa		50	28.6	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 11)		63,63%	36,36%	100%

Por lo que se menciona que las estructuras de los sedimentos se entienden aquellos rasgos de mayor magnitud que, por lo general, se observan o estudian en afloramientos mejor que en muestras de mano o en cortes delgados, son los rasgos mayores de las rocas. El origen de las estructuras ha sido orgánico o inorgánico. Las inorgánicas pueden clasificarse como primarias o secundarias. Asimismo, las estructuras primarias dependerían principalmente de la velocidad de corriente y de la velocidad de sedimentación. Por otro lado, la estructura secundaria son principalmente productos de la acción química pre contemporáneo con la sedimentación o ligeramente posteriores según Pettijohn (1980).

4.1.17. Tipos de Suelo – Arroyo Ferreira

La determinación del uso y cobertura vegetal del suelo se apoya en la fotointerpretación y en la confrontación de campo a través de los tipos de suelos categorizada en seis (6) unidades (Tabla 16).

Tabla 16.- Frecuencia global de tipo de suelo existente en el arroyo Ferreira

Categoría: Tipos de Suelos								
ARROYO	Punto de muestreo	Suelos arenosos	Suelos arcillosos	Suelos pedregosos	Suelos francos	Suelos humiteros	Suelos calizos	Total
FERREIRA	A.F 1	1	0	0	0	0	0	1
	A.F 2	1	0	0	0	0	0	1
	A.F 3	0	0	1	0	0	0	1
	A.F 4	0	1	0	0	0	0	1
	A.F 5	0	1	0	1	0	0	2
	A.F 6	1	1	1	1	0	0	4
	A.F 7	0	0	1	1	0	0	2
	A.F 8	1	1	0	0	1	0	3
	A.F 9	1	1	0	0	0	0	2
	A.F 10	1	1	0	1	0	0	3
Frecuencia Absoluta		6	6	3	4	1	0	20
Frecuencia Relativa		60%	60%	30%	40%	10%	0%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 20)		30%	30%	15%	20%	5%	0%	100%

Considerando que la cobertura de suelo asociada a un tipo de urbanización sumada a las elevaciones pendientes, son causantes de un elevado escurrimiento superficial en épocas lluviosas, el cual genera raudales, deterioro del pavimento e inundaciones. El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA 1.996), afirma que el recurso suelo es cada vez más limitado y que solamente un pequeño porcentaje de este contribuye actualmente a la alimentación de la población mundial. Razón por la cual se pide una eficaz utilización del suelo. Teniendo en cuenta el equilibrio ecológico y la protección del medio físico, combatiendo la degradación y desertificación de la tierra. La expansión de las áreas urbanas sólo se registra con fines catastrales a nivel de cada municipio y no precisamente para una planificación de la urbanización (Visión de los Recursos Hídricos en Paraguay - VRHP 2000) mencionando como consecuencia, la mayoría de los municipios se enfrenta hoy con problemas de la poca previsión de la poca previsión de sus espacios, como vertederos drenaje urbano (cloacal, desagües sanitarios, cementerios, áreas verdes, e incluso la delimitación de los sectores residenciales, comerciales e industriales. El sistema natural de drenaje de las cuencas hidrográficas y la capacidad de infiltración de los suelos urbanos no son tenidos en cuenta en las urbanizaciones y muchas veces se procede a relleno de cañadas y depresiones, drenaje inapropiado, que se agravan en situaciones críticas (lluvias intensas, deslizamientos de tierra, etc. De acuerdo a la clasificación realizada por el instituto Geográfico Agustín Codazzi el ecosistema protector que corresponde a tierras de relieve escarpado con pendientes de 25 a 50 y mayores de 50%, domina la clase VII. Los terrenos de esta clase están afectados por erosión moderada y severa (Jiménez *et al.*, 1989).

No todos los suelos son iguales en términos de su resistencia a la erosión. La erosión de un suelo en particular está en función de variables como textura, contenido de materia orgánica, estructura y permeabilidad (Morgan, 2005). La textura de un suelo es importante para definir su nivel de probabilidad, pues no todas las clases texturales se erosionan con la misma facilidad. La velocidad límite de un flujo de agua, para la cual se desprenderá una partícula de tamaño dado. Es interesante darse cuenta que son las partículas medianas las que más fácilmente se erosionan.

Si bien las partículas más finas son más livianas, éstas poseen una mayor superficie de contacto entre ellas y, por lo tanto, una mayor cohesividad, lo que las hace más resistentes a la erosión. Por otro lado, las partículas más gruesas son más pesadas, lo que también aumenta su resistencia a la erosión. Sin embargo, las partículas medianas (0,1 a 1 mm) no poseen cohesividad ni peso relevantes, por lo que son éstas las más erosionables. Por esta razón, se dice que la variable decisiva, en términos de la erosión con respecto a la textura del suelo, es el porcentaje de limo, pues dicha clase textural se encuentra entre las clases arcilla y arena, siguiendo el mismo principio antes descrito. Es muy probable que el lector se percate del descalce entre las clases dimétricos de la tabla 16 y sus correspondientes clases texturales.

No obstante, se debe tener en cuenta que las escalas utilizadas para definir arena, limo y arcilla, varían internacionalmente, resaltando las escalas (EE.UU) estadounidense, rusa, francesa, británica y alemana, entre otras (Morris y Fan, 1997).

4.1.18. Tipos de Suelo – Arroyo Mburicaó

En la Tabla 17, se determinó el análisis de frecuencia global (sobre 33) de los tipos de suelos; observándose que encabeza en el Arroyo Mburicaó el 39,39% suelo arcilloso, con el 36,36% de suelo pedregoso y con el 24,24% de suelo arenoso. Esto puede deberse a la erosión y transporte de sedimentos. El buen funcionamiento de la cuenca permite la estabilidad del suelo que se podría ver alterada por sequías, la tala y quema indiscriminada de los bosques, el mal uso de los suelos, los torrenciales aguaceros, las inundaciones, la erosión, la compactación, entre otros. Según Teruya (2017), se diferenciaron dos tipos de ecosistemas dominantes, el primero es el agro ecosistema, caracterizado por un suelo de textura franco-limosa, con más de 1% de materia orgánica debido a su agregado por labores culturales en función del requerimiento de los cultivos comerciales que forman la cobertura.

El segundo es el monte nativo, con suelo de textura arenosa y franco-arenosa, con menos de 1% de materia orgánica y sin agregado de la misma por trabajos culturales, con una cobertura vegetal típica de la provincia fitogeografía del Monte. Parte de la vertiente izquierda del Río Mijitayo corresponde a la clase VI, con tierras aptas para ganadería, y, en las partes de menos pendiente, para cultivos de papa y

cereales, pero teniendo en cuenta prácticas rigurosas de conservación y manejo. Sus tierras son de relieve quebrado con pendientes que van del 5% - 50% (Jiménez *et al*; 1989).

El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligado a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos.

Tabla 17. Frecuencia global de tipo de suelo existente en el arroyo Mburicaó

Categoría: Tipos de Suelos								
ARROYO	Punto de muestreo	Suelo arenoso	Suelo arcilloso	Suelo pedregoso	Suelo franco	Suelo humitero	Suelo calizo	Total
MBURICAO	A.M 1	1	1	1	0	0	0	3
	A.M 2	0	1	1	0	0	0	2
	A.M 3	0	0	1	0	0	0	1
	A.M 4	1	1	0	0	0	0	2
	A.M 5	1	1	1	0	0	0	3
	A.M 6	1	1	1	0	0	0	3
	A.M 7	1	1	0	0	0	0	2
	A.M 8	0	1	1	0	0	0	2
	A.M 9	0	1	1	0	0	0	2
	A.M 10	0	1	1	0	0	0	2
	A.M 11	1	1	1	0	0	0	3
	A.M 12	0	1	1	0	0	0	2
	A.M 13	1	1	1	0	0	0	3
	A.M 14	1	1	1	0	0	0	3
Frecuencia Absoluta		8	13	12	0	0	0	33
Frecuencia Relativa		57,14%	92,86%	85,71%	0%	0%	0%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 33)		24,24%	39,39%	36,36%	0%	0%	0%	100%

4.1.19. Tipos de fondo – Arroyo Ferreira y Mburicaó

En la Figura 14; se muestra los tipos de fondos de los arroyos Mburicaó y Ferreira en término porcentuales. Para comprender esta figura, hay que tener en cuenta que los tipos de fondo se refiere a los materiales que se encuentran dentro de los arroyos como base, dando como resultados mediante un análisis de frecuencia que el mayor porcentaje de tipo de fondo es; el escombros (43,8%), se encuentra dentro del arroyo Ferreira, esto indica que existe mayor proporción de materiales erosionado de los muros de contención y las cuales son arrastrados en toda la dimensión del arroyo.

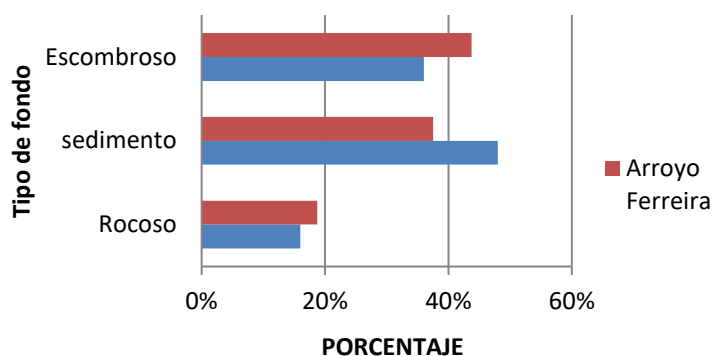


Figura 14: Tipos de fondo existentes dentro de los arroyos Mburicaó y Ferreira

En lo que concierne al tipo de fondo “sedimento” se observó en mayor proporción en el arroyo Mburicaó, estos valores demuestra que dentro del arroyo Mburicaó existe una mayor sedimentación, considerando en este caso que los muros de contención del arroyo Mburicaó se encuentra menos erosionado esto significa que dicho material se encuentra con una mejor construcción. Los tipos de fondo rocoso para ambos arroyos fue de 16% y 18.8%, el que se estima que en el futuro presentará una tendencia a incrementarse con menor nivel, de manera a que ambos arroyos cuenten con construcción de muros de contención de buena calidad.

4.1.20. Tipos de desagües – Arroyo Ferreira

En la Tabla 18, se puede observar los aspectos de cloaca (doméstico) que es la eliminación de excretas. En la presente investigación se pudo evidenciar que en un

50% se realiza descarga directa de cloaca (doméstico) y en un 40% desagüe de cañerías (industria), en los cauces hídricos.

Los abundantes vertidos de aguas residuales ya sea directamente al arroyo desde las viviendas y desde los colectores cloacales o bien utilizando sus afluentes como colectores. Los vertidos de desagües industriales desde las industrias ubicadas en las márgenes o inmediaciones del arroyo. Son factores que contribuyen a una alteración del régimen del cauce hídrico. Un 40% de desecho industrial en el arroyo Ferreira en la ciudad de Asunción que tiene actualmente una cobertura directa al río Paraguay.

En esta área se observan una cobertura cloacal del orden del 50% de su superficie y cuenta con emisarios conectados al río Paraguay. Uno de los efectos más negativos ha sido la utilización de arroyos y ríos como depósitos de nuestros residuos industriales y domésticos, con la idea de que estos materiales deberían ir diluyéndose aguas abajo. El tipo y cantidad de contaminantes determina la magnitud de los cambios ecológicos producidos. La contaminación industrial es la más grave. Según la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial – ONUDI (2006), frenar la contaminación industrial significa mejorar la gobernabilidad medioambiental. Es posible disociar el desarrollo industrial de la degradación del medio ambiente, reducir drásticamente el consumo de recursos naturales y de energía y, al mismo tiempo, contar con industrias limpias y rentables. La contaminación y los residuos industriales están poniendo en peligro los recursos hídricos, dañando y destruyendo los ecosistemas del mundo entero.

La contaminación de las aguas superficiales por esta actividad está dominada por las industrias de alimentos y bebidas seguidas por las de papel, químicas y farmacéuticas (Escobar, 2002). La contaminación fecal del agua potable puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales bacterianos, virales y parasitarios cuya presencia está relacionada con enfermedades y portadores de tipo microbiano que puedan existir en ese momento en la comunidad. Entre las bacterias cuya presencia ha sido detectada en agua potable contaminada incluyen: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichiacolienterotoxígena*, *Vibrio cholerae*, entre otras (Tobón *et al.*, 2017).

Las aguas negras proceden de la defecación del ser humano y contiene gran cantidad de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. Las aguas de limpieza pública y riego dependen de la naturaleza y procedencia del abastecimiento. Suelen tener contaminación por arrastre de limpieza, nutrientes, materia orgánica y restos arrojados en los viales.

Tabla 18. Frecuencia global de tipo de desagües existentes en el arroyo Ferreira

Categoría: Tipos de Desagües				
ARROYO	Punto de muestreo	CLOACA (Domestico)	CAÑERIAS (Industria)	TOTAL
FERREIRA	A.F 1	1	1	2
	A.F 2	1	0	1
	A.F 3	0	0	0
	A.F 4	0	1	1
	A.F 5	1	0	1
	A.F 6	1	1	2
	A.F 7	0	0	0
	A.F 8	0	1	1
	A.F 9	1	0	1
	A.F 10	0	0	0
Frecuencia Absoluta		5	4	9
Frecuencia Relativa		50%	40%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 9)		55,56%	44,44%	100%

Las aguas negras proceden de la defecación del ser humano y contiene gran cantidad de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. Las aguas de limpieza pública y riego dependen de la naturaleza y procedencia del abastecimiento. Suelen tener contaminación por arrastre de limpieza, nutrientes, materia orgánica y restos arrojados en los viales.

Las aguas pluviales suelen ser agua dulce muy pura pero son afectadas por la contaminación atmosférica y por los arrastres en viales (Ulloa, 1993). La propuesta planteada obras de mejoramiento del sistema de drenaje en 26 cuencas, entre ellas el Mburicaó, utilizando el cauce del Arroyo como canal para el desagüe de las aguas de

la lluvia hasta el Río Paraguay, construyendo instalaciones de drenaje y detención (JICA, 1987). Según Young (1994), la consultoría está enfocada en el estudio de reconocimiento de la polución del agua en el arroyo Mburicaó. El estudio reconoce como única fuente significativa de polución del agua a los vertidos de alcantarillado, catalogando a la basura como un problema estético, también significativo.

4.1.21. Tipos de desagües – Arroyo Mburicaó

En lo que se puede mencionar que en la Tabla 19, se demuestra que las descargas domésticas (60%) afectan las aguas debido a que transportan contaminantes orgánicos, inorgánicos y microorganismos. El 40% de las desagües de cañerías están contaminadas con productos químicos industriales entre otros.

Considerando que la ausencia de redes cloacales y la deficiente disposición de excretas representa un alto riesgo para la contaminación de aguas. Estos cuando está en juego la calidad del agua, el vertido cero de efluentes debería ser el objetivo último de las empresas y las municipalidades. El vertido cero de efluentes implica el reciclado del agua y la recuperación de todos los residuos, evitando el vertido de sustancias contaminantes al medio ambiente acuático aunque en el caso de que el vertido cero no resulte ni técnica ni económicamente factible, existe toda una serie de buenas prácticas intermedias que se pueden aplicar en las fábricas para reducir el impacto industrial sobre la calidad del agua (ONUDI, 2006).

Asimismo, otro aspecto importante a considerar es la baja cobertura de los sistemas de drenaje pluvial y cloacal, los cuales impactan en las tasas de infiltración de agua al subsuelo (Montedomecq, 2007). Siendo que la tendencia indica que al aumentar la cobertura cloacal al 80 – 90 % y la pluvial al 30 – 40% para los próximos 10 años, se producirá un aumento del escurrimiento superficial y sub-superficial disminuyendo las tasas de infiltración de agua al subsuelo. El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Sin embargo, esta misma facilidad de regeneración del agua y su aparente abundancia, hace que sea el receptor último de todos los agentes físico-químicos que se distribuyen por el aire o por el suelo, plaguicidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radioactivos, entre otros (Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales - IDAAN, 2004).

Tabla 19. Frecuencia global de tipo de desagües existentes en el arroyo Mburicaó

Categoría: Tipos de Desagües				
ARROYO	Punto de muestreo	CLOACA (domésticos)	CAÑERIAS (industriales)	TOTAL
MBURICAO	A.M 1	0	1	1
	A.M 2	1	0	1
	A.M 3	0	0	0
	A.M 4	0	0	0
	A.M 5	0	0	0
	A.M 6	0	0	0
	A.M 7	0	0	0
	A.M 8	0	1	1
	A.M 9	1	0	1
	A.M 10	0	0	0
	A.M 11	1	0	1
	A.M 12	0	0	0
	A.M 13	0	0	0
	A.M 14	0	0	0
Frecuencia Absoluta		3	2	5
Frecuencia Relativa		21,43%	14,29%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 5)		60.00%	40.00%	100%

En muchas ocasiones también es objeto de descargas directas de los desechos producidos durante la explotación o de los productos de dicha explotación, siendo esta la manera como los cuerpos de agua son afectados por la industria extractiva (Escobar, 2002). El uso de organismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de los organismos patógenos mismos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Entre los microorganismos que se utilizan como indicadores bacterianos de contaminación fecal está todo el grupo de bacterias coliformes y las bacterias anaeróbicas, sin embargo, aún no se dispone de métodos sistemáticos que permitan la detección y enumeración de esta última Universidad de Nariño, (2004).

4.1.22. Nivel de cuenca– Arroyo Mburicaó y Ferreira

Las escasas obras de drenaje pluvial existentes en la cuenca alta se encuentran sub-dimensionadas para el uso de suelo existente. Además, ciertas calles con pendientes hacia los brazos del Arroyo no tienen capacidad de evacuar las aguas de tormenta hacia el cauce hídrico, produciéndose así problemas de inundación en la cuenca baja del Arroyo. En la Figura 15, se observa que un 35.1% del arroyo Mburicaó pertenece a un nivel de cuenca alta mientras que el arroyo Ferreira en un 29.9%, aun cuando en el nivel de cuenca media el valor más elevado pertenece al arroyo Ferreira y por últimos en el nivel de cuenca baja ambos son casi similares en cuanto al porcentaje obtenido. Considerando que la cuenca baja también tiene problemas de inundación. Llevando una situación del Bañado Sur, el cual cuenta con una pendiente muy bajo, por lo que en estos sitios prácticamente no se tiene capacidad de drenaje. Los canales construidos tienen secciones inadecuadas y a esto se suma el problema de la basura; una gran cantidad de residuos sólidos y vegetación obstruye el escurrimiento.

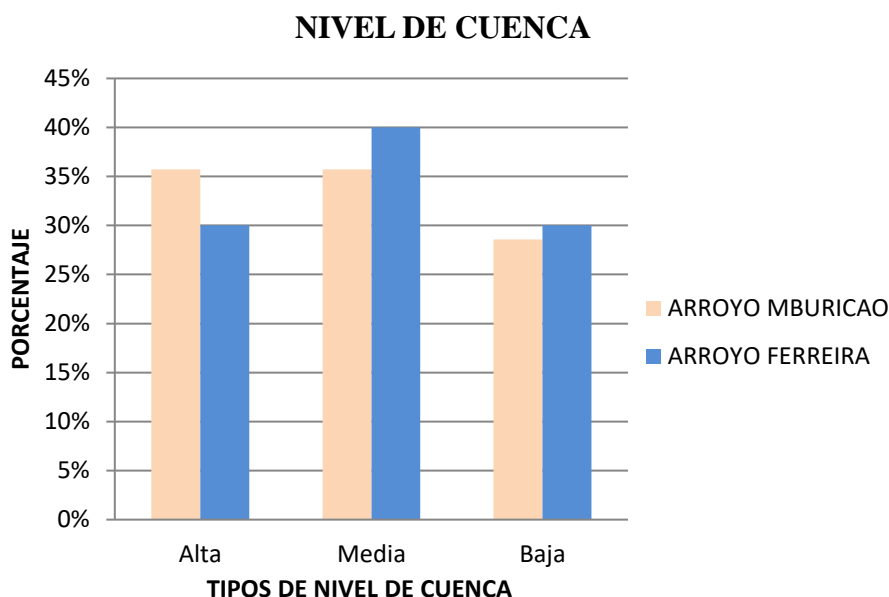


Figura 15: Nivel de cuenca dentro de los arroyos Mburicaó y Ferreira

A su vez el tipo de suelo en la cuenca produce, una gran cantidad de sedimentos hacia la cuenca baja; con el aumento de la escorrentía producido por los cambios en el uso del suelo. Estos sedimentos tienden a depositarse en las parte más planas de la cuenca baja, produciendo así un aumento en la elevación del lecho.

4.1.23. Color de agua– Arroyo Ferreira

En la Tabla 20, se analiza la frecuencia global de tipo de cloración del agua existentes en el arroyo Ferreira, habría que profundizar en las diferencias existentes entre el arroyo Ferreira y Mburicaó. El mayor valor se encuentra en la categoría color de agua Negro o tonos oscuros con el 81,81%, seguido del 9,10% para los de colores rojizos y verdosos y valores nulos para el resto de las categorías. Observando los resultados de esta tabla se puede deducir la importancia que adquiere en este arroyo el cuidado del arroyo Ferreira.

Por otro lado, las coloraciones rojizas observadas a veces en el arroyo proceden del hierro de las industrias, las negras de las cloacas, asimismo el color también puede proceder de la oxidación de las propias conducciones del agua potable que si son de cobre provoca coloraciones verde-azuladas. Según el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –CATIE, (1986), el color natural del agua se debe a ciertos iones metálicos, a extractos vegetales, humus y otras sustancias orgánicas, lo que necesariamente no hace a las aguas perjudiciales o tóxicas. Si tales aguas han de emplearse para consumo humano, deben tratarse pues el público las rechaza por razones estéticas.

El color del arroyo se debe fundamentalmente, a diferentes sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en ella. Considerando que en los arroyos naturales el color proviene de las numerosas materias orgánicas procedentes de la descomposición de vegetales, así como de diversos productos y metabolitos orgánicos que habitualmente se encuentran en ella.

Tabla 20.- Frecuencia global de tipo de color del agua existentes en el arroyo Ferreira

Categoría: Color de agua							
ARROYO	Punto de muestreo	Negro o tonos oscuros	Claros y brillantes	Rojizos	Azulados	Verdosos	Total
FERREIRA	A.F 1	1	0	0	0	0	1
	A.F 2	1	0	0	0	0	1
	A.F 3	1	0	0	0	0	1
	A.F 4	1	0	0	0	0	1
	A.F 5	1	0	0	0	0	1
	A.F 6	0	0	0	0	1	1
	A.F 7	1	0	0	0	0	1
	A.F 8	1	0	0	0	0	1
	A.F 9	1	0	0	0	0	1
	A.F 10	1	0	0	1	0	0
Frecuencia Absoluta		9	0	1	0	1	11
Frecuencia Relativa		90%	0%	10%	0%	10%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 11)		81,81%	0%	9,10%	0%	9,10%	100%

4.1.24. Color de agua – Arroyo Mburicaó

En la Figura 16, se observa en términos porcentuales, la coloración del agua detectada en el arroyo Mburicaó, siendo así el valor más elevado del 75% correspondiente al de color negro o tonos oscuros, seguido del 12,50% rojizos, el 6,25% a los colores del agua claros y brillantes y verdosos, y valor nulo al tipo de color azulados. Estos resultados presenta variaciones particulares ya que el menor valor indica ausencia y el 75% correspondiente al color negro o de tonos oscuros en el cual se observa un incremento, bastante alto, esto es debido a que en este sector se reciben la totalidad de las aguas residuales y demás contaminantes de la ciudad y el área urbana que posteriormente desembocan al río Paraguay.

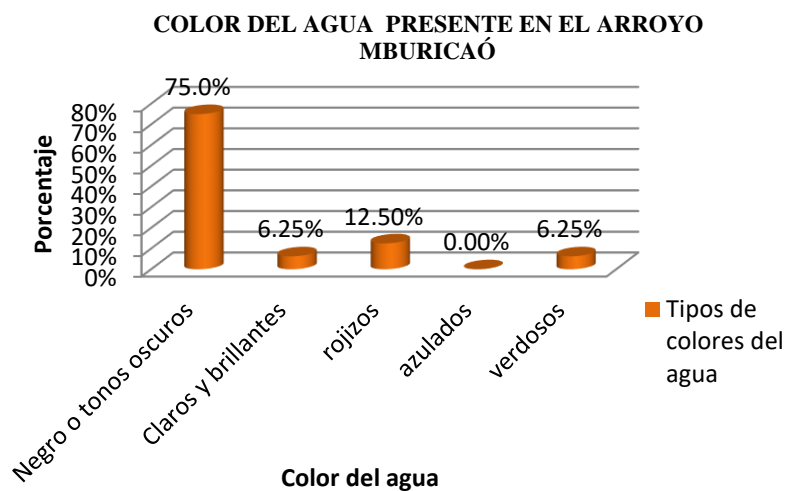


Figura 16. Distribución porcentual de la coloración del arroyo Mburicaó.

Según el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social - MSPBS” (1998), esto es originado por la actividad antrópica que se ha desarrollado en esta área, por la contaminación por basuras que depositan los ciudadanos al arroyo.

4.1.25. Olor – Arroyo Ferreira

En la Figura 17; se observa la distribución de frecuencias porcentuales de los tipos de olores evaluados en este estudio en el arroyo Ferreira, los resultados muestran que el porcentaje más alto (30.30%) corresponde a la categoría “fecal”, para las categorías “moho”, “producto químico” y “H₂S” los porcentajes, fluctuaron alrededor del 20%, sin embargo para balsámico y aromático los porcentajes fueron nulos. Las fuentes de olores en el arroyo responden a dos orígenes: naturales y artificiales. Respecto a las primeras incluyen gases, sales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos y compuestos procedentes de la actividad vital de los organismos acuáticos. Los compuestos productores de olor de origen artificial pueden ser también orgánicos e inorgánicos y están probablemente más definidos al poder identificarse la fuente concreta productora del problema. Considerando los resultados obtenidos, el H₂S con su típico olor a huevos podridos en concentración alta y a moho o pantano en concentraciones bajas es suficientemente conocido. Esto es debido a la incidencia y problemática asociada a los olores en el agua potable

viene marcada por los aspectos de pH. Y esto es debido a que, en general las sustancias con incidencia organoléptica suelen estar afectadas por un equilibrio ácido-base en que solo una de las formas es la que produce el problema. Atendiendo a que cualquier sustancia que provoque olor acentúa esta circunstancia cuando su presión de vapor y su volatilidad son mayores, es decir, cuando la temperatura del agua es más alta. Los malos olores junto con la propagación de mosquitos, son claros indicadores de la descomposición de los residuos orgánicos, recoge algunos olores típicos potencialmente detectados en el arroyo Ferreira.

El olor es una de las propiedades físicas del agua. Es un cuerpo líquido, inodoro, incoloro e insípido. Según la norma Mexicana NMX-AA-083-1982 establece para el método de determinación de olor, considerando que es una propiedad que afecta al sentido del olfato y que sirve para un sistema de clarificación de olores. Estos tipos de olores es determinado por diversas causas; sin embargo los casos más frecuentes son debido al desarrollo de los microorganismos, a la descomposición de restos vegetales, olor debido a contaminación con líquidos cloacales, industriales, olor debido a la formación de compuestos resultantes de tratamiento químico del agua. Por lo que el agua destinada al consumo humano no debe tener olor perceptible

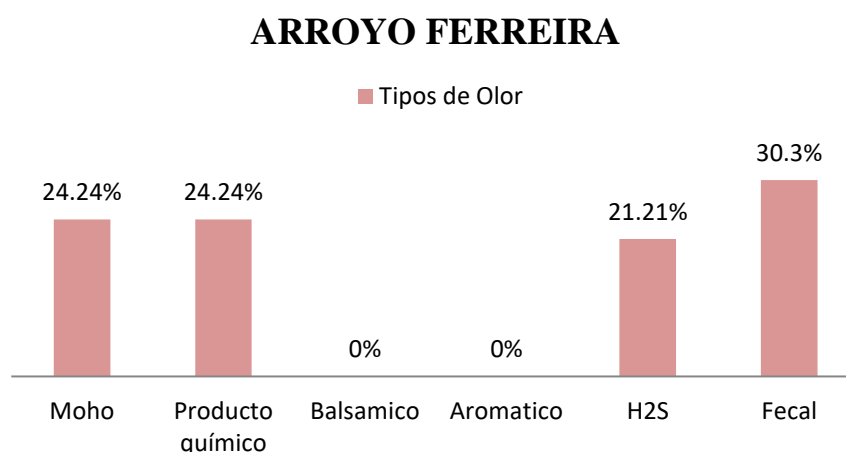


Figura 17. Distribución porcentual de la categoría de olor encontrado en el arroyo Ferreira

Sánchez (2009) menciona que los cauces hídricos contaminados pueden llevar una gran cantidad de compuestos difíciles de medir individualmente, lo cual contribuye a crear problemas de olor. Donde señala que la combinación de los compuestos puede causar intensidad de olor al desarrollar características que no pueden ser previstas por los olores de las sustancias individuales. Todo esto es debido a la variación de las sensibilidades humanas, por lo que no es posible lograr una gran precisión en determinación de las intensidades de olor detectado en el arroyo Ferreira; es bueno resaltar que no siempre habrá concordancia en las características del olor por diversos métodos a ser aplicado, ya que los mismos proporcionan durante el análisis una variación en la intensidad de olor en los puntos dados del muestreo siempre y cuando la variación indica la magnitud o importancia de un problema de olor.

4.1.26. Olor – Arroyo Mburicaó

En la Tabla 21, se presenta la descripción estadística de la variable tipo de olores evidenciados en el arroyo Mburicaó. Los resultados muestran que en los 14 puntos de muestreo el tipo de olor con mayor predominancia es el del tipo Sulfuroso ·H₂S· fue de 31,03%, un 24,14% del tipo Moho, de 20,69% olor producto químico, seguido del tipo de olor fecal 17,24%, y 6,90% balsámico, siendo que el último tipo de olor aromático es nulo.

Según el diario ABC Color (2016) realizó entrevista a los habitantes de la zona Mburicaó en lo que mencionan que el fétido olor y espuma en el arroyo preocupan a vecinos, por lo que se demuestra en dicho estudio realizado que los olores desprendidos del arroyo es alarmante. Siendo que el olor incomoda a las familias que viven en los alrededores del mismo arroyo de la ciudad de Asunción. La causa del olor puede ser el vertido de desechos en el cauce hídrico. Considerando que el mal olor se vuelve peor cuando pasa mucho tiempo sin llover lo que provoca que el caudal sea escaso y que las rocas retienen las espumas formando una capa espesa y concentrado de varios desechos provocando fétido olores.

Tabla 21. Frecuencia global de olor de agua existente en el arroyo Mburicaó

Categoría: Olor de agua								
ARROYO	Punto de muestreo	Moho	Productos químicos	Balsámicos	Aromático	Sulfuroso H ₂ S	Fecal	Total
MBURICAO	A.M 1	0	1	0	0	1	0	2
	A.M 2	1	0	0	0	1	1	3
	A.M 3	1	1	0	0	1	0	3
	A.M 4	0	1	0	0	0	1	2
	A.M 5	1	0	0	0	1	0	2
	A.M 6	0	0	0	0	1	0	1
	A.M 7	0	1	0	0	1	1	3
	A.M 8	1	1	0	0	0	1	3
	A.M 9	1	1	0	0	1	1	4
	A.M 10	0	0	0	0	1	0	1
	A.M 11	0	0	1	0	0	0	1
	A.M 12	1	0	0	0	0	0	1
	A.M 13	0	0	1	0	1	0	2
	A.M 14	1	0	0	0	0	0	1
Frecuencia Absoluta		7	6	2	0	9	5	29
Frecuencia Relativa		50%	42,86%	14,29%	0%	64,29%	35,71%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 29)		24,14%	20,69%	6,90%	0%	31,03%	17,24%	100%

4.1.27. pH – Arroyo Ferreira y Mburicaó

En la Figura 18; se observa la comparación de pH, de los arroyos Mburicaó y Ferreira en término porcentuales. Para comprender esta figura, hay que tener en cuenta que la escala de los valores del pH es tal, que un cambio de una unidad que representa un cambio de 10 veces en la concentración del ión H, dando como resultados mediante un análisis de frecuencia que el mayor porcentaje de pH se

encuentra dentro del arroyo Ferreira siendo similar el valor arrojado para el arroyo Mburicaó. En cuanto al arroyo Mburicaó presenta los resultados obtenidos mediante la frecuencia global (sobre 14) que el 92,86% pertenece al pH Acido, el 7,14% al pH Base y por ultimo siendo nulo el pH neutro.

Estos son los valores de las concentraciones de iones hidrógeno (pH), obtenido en para los arroyos Mburicaó y Ferreira. Son valores que pueden indicar, si actuará como un ácido débil o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Obteniendo así la medición de acidez observado en ambos arroyos.

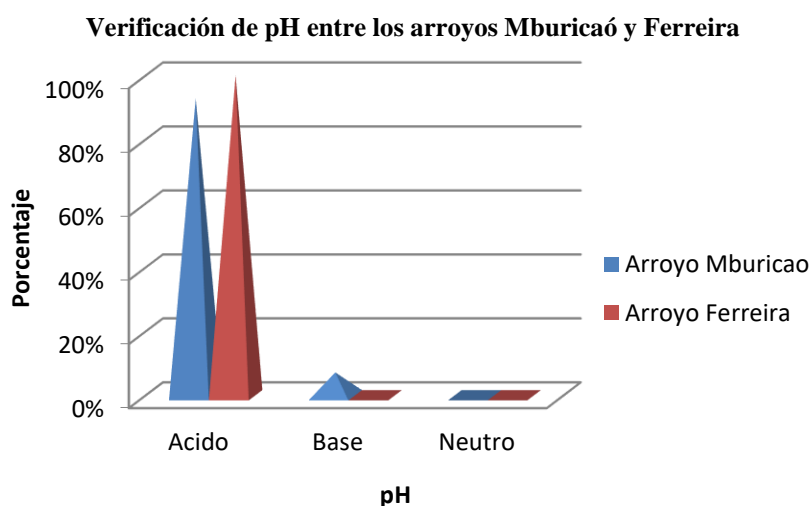


Figura N° 12. Comparación del porcentaje de pH existentes en los arroyos Mburicaó y Ferreira.

Siendo que la actividad del ión hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua, considerando así que la medida del pH constituye un parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales. El análisis de pH del agua de los arroyos Mburicaó y Ferreira, refleja un nivel de contaminación muy significativo, especialmente en la zona baja, las aguas de la zona alta y media resultaron no ser potable para el consumo ni para ser utilizada para lavar ropa, etc.

4.1.28. Objetos extraño – Arroyo Ferreira

Todos los objetos extraño muestreados dentro del arroyo Ferreira presentan elevado porcentaje en las 8 categorías (Tabla 22). Las categorías correspondientes a plásticos, árboles cortados y polietileno tuvieron frecuencias porcentuales similares, representando este el 15.38% para cada una de las descritas, seguido del 12,31% para la categoría de cajas y metales; 10,77 para madera y vidrios y el de menor porcentaje para la categoría de neumáticos con el 7,70%. Considerando que estos son tipos de contaminación que se producen en diferentes puntos de muestreos del arroyo Ferreira. Los tipos de residuos depositados en el cauce hídrico del arroyo son plásticos, polietileno entre otros principalmente de las actividades de consumo de la población urbano – rural, todo esto se contempla que las basuras son un problema en el arroyo Ferreira. Teniendo presente estos resultados nos damos cuenta que la comunidad con mayor problemas de basuras es el arroyo Ferreira seguida por el arroyo Mburicaó, esto puede deberse que son las dos comunidades con mayor influencia urbana y por lo tanto la producción de residuos se incrementan.

Asimismo se podría resaltar que sustancialmente; además, el sistema de recolección de basuras no cubre todos los lugares de estos corregimientos ya que algunas veredas poseen caminos de difícil acceso. Según Ulloa (1993), la quema de los desechos inorgánicos principalmente plástico, produce contaminación atmosférica que contribuye al efecto invernadero, igualmente el dióxido de carbono producido es una de las sustancias más tóxicas y peligrosas para la salud pública, como también los residuos sólidos son aquella materia generada en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas.

Es evidente que dentro de los residuos líquidos y el caso particular de las aguas residuales urbanas contiene residuos sólidos cuya gestión separativa solucionarían problemas y ahorrarían costos de tratamiento de los efluentes líquidos. Por todo ello, se debe tener una visión integral de los residuos desde el punto de vista de la gestión.

Tabla 22. Frecuencia global de objeto extraño en el agua existente en el arroyo Ferreira

Categoría: Objeto extraño dentro del arroyo Ferreira										
ARROYO	Punto de muestreo	Plástico	Caja	Madera	Árboles cortados	Vidrio	Polietileno	Metales	Neumático	Total
FERREIRA	A.F 1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	A.F 2	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	A.F 3	1	1	1	1	1	1	1	0	7
	A.F 4	1	1	1	1	1	1	1	0	7
	A.F 5	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	A.F 6	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	A.F 7	1	1	1	1	1	1	0	0	6
	A.F 8	1	1	0	1	0	1	0	0	4
	A.F 9	1	0	0	1	0	1	1	1	5
	A.F 10	1	0	0	1	0	1	1	0	4
Frecuencia Absoluta		10	8	7	10	7	10	8	5	65
Frecuencia Relativa		100%	80%	70%	100%	70%	100%	80%	50%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 65)		15,38%	12,31%	10,77%	15,38%	10,77%	15,38%	12,31%	7,70%	100%

El manejo correcto de los residuos sólidos afecta significativamente el bienestar y la salud de la población. Los riesgos de contraer enfermedades o de producir impactos ambientales adversos varían considerablemente en cada una de las etapas por las que atraviesan los residuos sólidos. La generación y almacenamiento de residuos sólidos en el hogar puede acarrear la proliferación de vectores y microorganismos patógenos, así como olores desagradables (Ricardo, 2002). La disposición no controlada de residuos sólidos contamina el suelo, agua superficial y subterránea y la atmósfera, y compromete directamente la salud de los manipuladores de residuos sólidos y de la población en general cuando se alimentan animales de consumo humano sin precauciones sanitarias (Bartel, 2005).

4.1.29 Objetos extraños – Arroyo Mburicaó

En la Tabla 23, se muestran resultados de la frecuencia global para los objetos extraño encontrado dentro del arroyo Mburicaó. De acuerdo; Puerta (2003), al nivel mundial, los residuos han ocasionado impactos ambientales negativos por su

disposición incorrecta y porque cada día aumentan, asociados al incremento de la población humana, los procesos de transformación industrial, agroalimentarios y a los hábitos de consumo de las personas. También se puede resaltar que la mayor disposición de basuras en las cercanías de muchas viviendas a las riberas del arroyo ha ayudado a que esta sea una de las que presenten mayor contaminación por la disposición de basuras.

Los resultados del análisis de frecuencia global, muestran que el 20,96% pertenece a la categoría de los objetos extraños Polietileno 17,74%; metales 16,13%; plástico 14,52%; madera 11,29%; árboles cortados el 9,68%; cajas 6,45%; vidrios y el 3,23% neumáticos. Estos valores reflejan que el arroyo se encuentra en una zona más residencial a diferencia del arroyo Ferreira. Algunas de estas respuestas coinciden con lo mencionado por Puerta (2003), que la falta de responsabilidad por parte de las instituciones generadoras de residuos, de las autoridades municipales, sus operadores de aseo en los procesos de disposición final y de los ciudadanos que no separan los residuos en la fuente, han ocasionado el deterioro, cada vez mayor, de los recursos hídricos existentes.

Considerando que el almacenamiento o disposición inadecuada de residuos sólidos en la vía pública propicia la reproducción de moscas, cucarachas y otros vectores que transmiten enfermedades infecciosas o causan molestias, como alergias o incremento de diarreas por la contaminación del agua de bebida y alimentos. Asimismo el transporte inadecuado de los residuos sólidos se puede convertir en un medio de dispersión de las basuras por el pueblo y eventualmente podría causar accidentes ocupacionales.

Esto puede indicar que la presencia de una caída de agua se constituye en un atractivo turístico para propios y extraños, donde pueda ser realizado paseos, pesca entre otras actividades.

Tabla 23.Frecuencia global de objeto extraño en el agua existentes en el arroyo Mburicaó

Categoría: Objeto extraño dentro del arroyo Mburicaó										
ARROYO	Punto de muestreo	Plástico	Cajas	Madera	Árboles cortados	Vidrio	Polietileno	Metales	Neumático	Total
MBURICAÓ	A.M 1	1	0	0	1	0	1	1	0	4
	A.M 2	0	1	1	1	0	1	1	0	5
	A.M 3	1	0	1	0	0	1	1	0	4
	A.M 4	1	0	1	1	0	1	0	0	4
	A.M 5	1	0	0	0	0	1	1	0	3
	A.M 6	0	1	0	0	1	1	1	0	4
	A.M 7	1	1	1	0	1	1	1	0	6
	A.M 8	1	0	1	1	0	1	1	1	6
	A.M 9	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	A.M 10	1	1	1	1	0	1	1	0	6
	A.M 11	1	0	0	1	0	1	0	0	3
	A.M 12	0	0	1	0	0	1	0	0	2
	A.M 13	0	1	1	0	0	0	1	0	3
	A.M 14	1	0	0	0	1	1	1	0	4
Frecuencia Absoluta		10	6	9	7	4	13	11	2	62
Frecuencia Relativa		71,43%	42,86%	64,29%	50,00%	28,57%	92,86%	78,57%	14,29%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 62)		16,13%	9,68%	14,52%	11,29%	6,45%	20,96%	17,74%	3,23%	100%

4.1.30. Tipos de vivienda – Arroyo Ferreira

El tipo de vivienda, nos revela una expansión progresiva de los tipos de viviendas encontrada en las riberas del arroyo Ferreira, la cual determina el crecimiento de la población, esto se puede observar con mayor detalle en la Figura 19. Con relación al tipo de vivienda dominan el tipo de vivienda ladrillo, con un 40,91%, seguido del tipo de madera con un 27,27%, de piedra un 22,73% y la menor predominancia es el tipo de vivienda paja con el 9,09%. Considerando los tipos de viviendas ubicadas a las riberas del arroyo Ferreira se puede concluir que sus márgenes han sido ocupada por viviendas precarias que muchos casos invaden la zona de dominio público y de resguardo del arroyo (Ortiz, 2016).

Asimismo, Dourojeanni *et al* (1999), indicaron que la urbanización o la concentración de la población en las zonas urbanas es un reflejo del movimiento migratorio del medio rural a urbano, del crecimiento vegetativo de las zonas urbanas y de las reclasificación de las zonas rurales en urbanas.

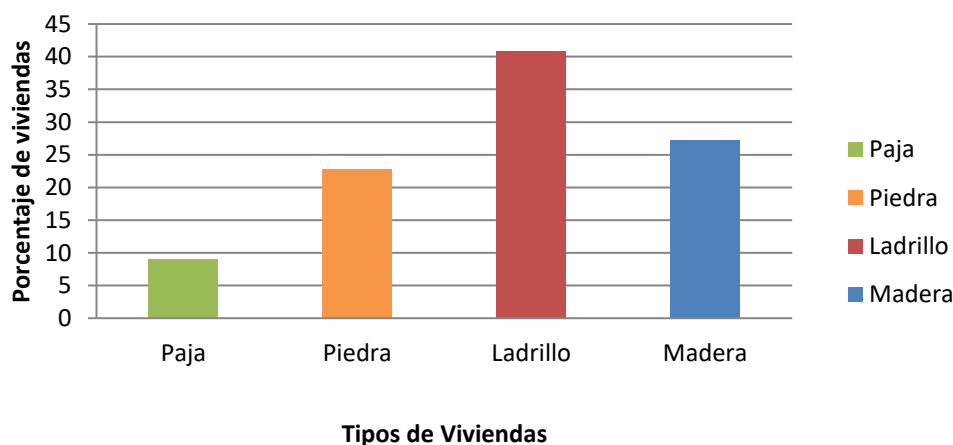


Figura 19: Tipos de vivienda existentes en las riberas del arroyo Ferreira.

En el caso particular de la zona objeto de esta investigación, la referida acción erosiva y de desplazamiento del material ha generado afectaciones en el ámbito social, ya que los pobladores que habitan en el área y más específicamente aquellos que construyeron sus viviendas en las zonas próximas al borde y/o ribera del cauce hídrico, lo han y lo pueden perder como consecuencia de las crecidas de agua o por la pérdida total de la misma ya que son inundadas. Por tanto de allí se debe plantear como propósito establecer las características geomorfológicas del cauce hídrico y del acantilado ubicado en la zona del arroyo Ferreira, en el Departamento Central de la República del Paraguay, a fin de precisar el origen de los procesos que allí se desarrollan, los rasgos sedimentológicos y ocupación de personas en lugar indebidos presentándose así como los agentes involucrados.

4.1.31. Tipo de vivienda – Arroyo Mburicaó

En la Figura 19, se visualizan los tipos de viviendas, un 56% de lo tipo de vivienda ladrillo y un 44% de piedra obtenidos del estudio realizado en el arroyo Mburicaó lo que incide en los tipos de viviendas, por el embudo que puede causar la

falta o deficiencia en alguno de los elementos que componen esta categoría de tipos de viviendas (paja, piedra, ladrillo y madera).

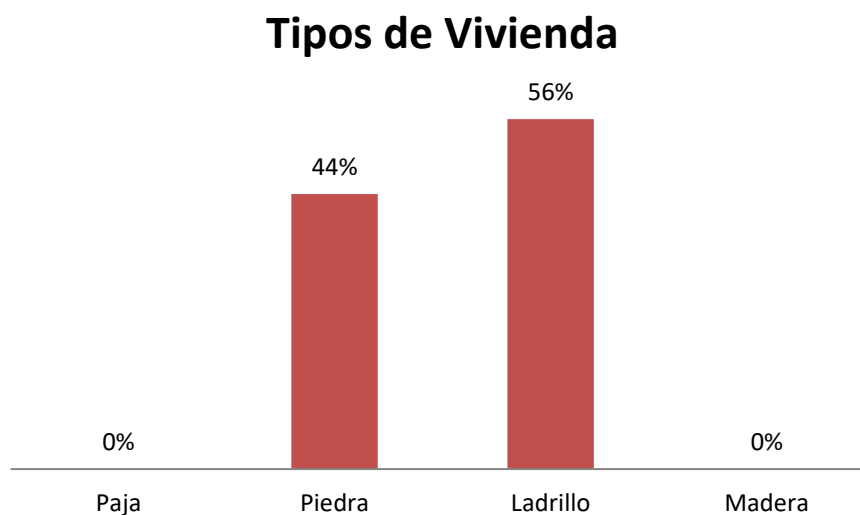


Figura 20: Tipos de viviendas existentes en el arroyo Mburicaó.

Considerando lo mencionado por Siles y Soares, (2003), comprender y aceptar la dependencia mutua entre la población y el agua en las cuencas hidrográficas constituye el punto de partida para cambiar las formas de gestión de los recursos naturales en general y del agua en particular, e iniciar un proceso que posibilite hacer un manejo participativo e integrado. Asimismo las interacciones entre la población y el agua son complejas y a la vez muy específicas, es decir, están condicionadas por una serie de factores, entre ellos el clima, la topografía la vegetación la geología, así como las características socioeconómicas y culturales de los grupos que habitan la cuenca.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos a lo largo de la investigación permitieron evaluar los objetivos planteadas al inicio de la presente investigación, y poder concluir que la caracterización biofísica de los arroyos Mburicaó y Ferreira indica que ambos espacios se encuentran seriamente afectados por la deforestación y expansión de persona que habitan en la ribera de los arroyos. Esta degradación es evidente en la parte alta, baja y media en la zona de recarga hídrica y las áreas ribereñas de los arroyos.

La cobertura vegetal original de estos ecosistemas, constituida por fauna y flora, está desapareciendo paulatina y abruptamente, reduciéndose de manera considerable el área y los perímetros de coberturas de ambos arroyos, el Ferreira y el Mburicaó, lo que debe ser motivo de serios análisis interinstitucionales y multidisciplinarios.

La aplicación de un modelo integrado del ciclo hidrológico de cualquier tipo presenta dificultades en términos de adquisición de información y delimitación de la escala de trabajo para la mayoría de las cuencas. En esta medida la generación de información relacionable a los arroyos del país es clave, por lo que este trabajo en su primera fase inicia la construcción de una base de datos de parámetros morfométricas y biofísicos para ser utilizada en la determinación del impacto del uso del paisaje, sobre los parámetros físico, químico y biológico que describan la evolución de características probabilísticas de los elementos de la categoría de fauna, flora y humano.

La generación de cuencas brinda un buen ajuste con relación a las generadas con base a cartografía, aunque el ajuste de posición que normalmente debe hacerse de las estaciones hidrológicas puede generar distorsión en los resultados encontrados.

Los métodos implementados permitieron obtener información morfométricas en cuencas de los arroyos, siendo importante establecer que la delimitación de parte aguas se puede realizar prescindiendo de la utilización de cartografía topográfica tradicional en papel y utilizando modelización automática con SIG y modelos digitales del terreno, disponibles on-line y de uso gratuito.

Los componentes morfométricas expresaron una descripción subjetiva por unidad de drenaje, donde la información aportada ofreció un análisis general de las características físicas de la forma, pendiente, conductividad, ancho del cauce, velocidad, profundidad, área entre otros conformando unos parámetros decisivo durante la toma de decisiones para un manejo sustentables a nivel regional para todos los arroyos.

Particularmente, las condiciones topográficas de los arroyos Mburicó y Ferreira tienden a generar una criticidad ambiental sobre la productividad local y su sociedad, dependiendo de las características de los eventos pluviales extremos. La morfometría explico que estos eventos extremos, al definir una alta torrencialidad y un aporte rápido de escurrimiento superficial inducirán en la parte alta a media de la cuenca. Este efecto conlleva un déficit en el desagüe natural por la acumulación repentina de un volumen de agua en la parte baja, exponiendo el terreno a una inundación transitoria lo cual representa un peligro real para las poblaciones ribereñas.

En la parte de los arroyos predominan flora (arbórea y arbustos), en media asociaciones de bosques, mientras que en la zona baja (arbórea y herbácea).

La fauna predominante de la cuenca son insecto (mosca, avispa entre otros), ratón y animales doméstico (perro, gato y gallina) y en menor cantidad peces, sapos y aves. La mayoría se concentra en la zona baja y en las riberas de los arroyos.

En la zona media se ubican gran parte del habitad de las familias residentes en el área de influencias de los arroyos Mburicaó y Ferreira y es donde se concentran la mayor intervención antropogénica.

Los principales problemas de la cuenca son: la falta de cobertura vegetal es la mayor de la zona que facilita la erosión y sedimentación afluyente, también la contaminación de sus aguas y el desorden urbanístico.

El futuro plan de manejo debe enfocar sus acciones a este conflicto con el fin de asegurar la prioridad de inculcar el principio de transparencia como un pilar fundamental para el establecimiento de la confianza interinstitucional e multidisciplinario, en la mayor parte de las organizaciones de base.

Para el acceso y obtención de información acreditada, usada para el análisis de las características que favorecen o limitan la cogestión en la cuenca hídrica de los arroyos seleccionada, es conveniente coordinar con aliados amigos que faciliten o generen enlaces con las entidades poseedoras de dicha información. De esta manera el acceso y la disponibilidad de la información son más viable en tiempo y en costo.

Con el reconocimiento de las principales acciones o circunstancias que limitan o son un obstáculo para la consolidación de la cogestión de cuencas, los actores locales deben de dedicar un momento de reflexión, para saber si se está haciendo algo para enfrentar esta condición o solamente se están acomodando a la situación, o si se debería de analizar y reorientar las estrategias locales de manejo y gestión conjunto.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que los actores locales principalmente los institucionales reflexionen sobre la poca aplicabilidad o adopción de elementos básicos de los parámetros biofísicos los que son considerados como una debilidad significativa para la implementación efectiva para la evaluación de cuencas. La riqueza de experiencias y conocimiento local sobre el manejo de cuencas existente entre en los arroyos Mburicaó y Ferreira, requiere ser sistematizada y divulgada.

Para fortalecer la gestión del conocimiento y facilitar el intercambio de experiencias y aprendizajes. Lo que podría favorecer directamente en la gestión de recursos. Por la cual, se acepta la hipótesis nula (H_0) propuesta que menciona que: no existe diferencia entre las características biofísicas de los arroyos Mburicaó y Ferreira

ANEXOS

Tabla 24 – Distribución de frecuencia de variables cualitativas (Frecuencia global) de caudal existente en el arroyo Ferreira.

Categoría: Caudal					
ARROYO	Punto de muestreos	Caudal bajo	Caudal medio	Caudal alto	Total
FERREIRA	A.F 1	0	0	1	1
	A.F 2	0	0	1	1
	A.F 3	0	0	1	1
	A.F 4	0	1	0	1
	A.F 5	0	1	0	1
	A.F 6	0	1	0	1
	A.F 7	1	0	0	1
	A.F 8	1	0	0	1
	A.F 9	1	0	0	1
	A.F 10	1	0	0	1
Frecuencia Absoluta		4	3	3	10
Frecuencia Relativa		40	30	30	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 10)		40%	30%	30%	100%

Tabla 25. Frecuencia global de tipos de rocas existentes en el arroyo Ferreira

Categoría: Tipos de Rocas					
ARROYO	Punto de muestreos	Ígnea	Sedimentaria	Metamórfica	Total
FERREIRA	A.F 1	0	1	0	1
	A.F 2	0	0	0	0
	A.F 3	0	1	0	1
	A.F 4	0	1	0	1
	A.F 5	0	1	0	1
	A.F 6	0	1	0	1
	A.F 7	1	0	0	1
	A.F 8	1	0	0	1
	A.F 9	0	1	0	1
	A.F 10	0	1	0	1
Frecuencia Absoluta		2	7	0	9
Frecuencia Relativa		20%	70%	0%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 9)		22,22%	77,78	0%	100%

Tabla 26. Frecuencia global de tipos de rocas existentes en el arroyo Mburicaó

Categoría: Tipos de Rocas					
ARROYO	Punto de muestreos	Ígnea	Sedimentaria	Metamórfica	Total
MBURICAO	A.M 1	0	1	0	1
	A.M 2	0	1	0	1
	A.M 3	0	0	0	0
	A.M 4	0	1	0	1
	A.M 5	0	0	0	0
	A.M 6	0	1	0	1
	A.M 7	0	1	0	1
	A.M 8	0	1	0	1
	A.M 9	0	1	0	1
	A.M 10	0	1	0	1
	A.M 11	0	1	0	1
	A.M 12	0	1	0	1
	A.M 13	0	1	0	1
	A.M 14	0	1	0	1
Frecuencia Absoluta		0	12	0	12
Frecuencia Relativa		0%	85,71%	0%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 12)		0%	28,57%	0%	100%

Tabla 27. Frecuencia global de tipo de fondo existente en el arroyo Ferreira

Categoría: Tipo de Fondo					
ARROYO	Punto de muestreos	Rocoso	Sedimento	Escombro	Total
FERREIRA	A.F 1	1	0	1	2
	A.F 2	0	1	1	2
	A.F 3	1	0	1	2
	A.F 4	0	1	1	2
	A.F 5	0	1	0	1
	A.F 6	0	0	1	1
	A.F 7	0	1	0	1
	A.F 8	0	1	1	2
	A.F 9	1	0	1	2
	A.F 10	0	1	0	1
Frecuencia Absoluta		3	6	7	16
Frecuencia Relativa		30%	60%	70%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 16)		18,75%	37,5%	43,75%	100%

Tabla 28. Frecuencia global de tipo de fondo existente en el arroyo Mburicaó

Categoría: Tipo de Fondo					
ARROYO	Punto de muestreos	Fondo rocoso	Fondo sedimento	Fondo escombro	total
MBURICAO	A.M 1	1	1	0	2
	A.M 2	0	1	1	2
	A.M 3	0	1	1	2
	A.M 4	0	0	1	1
	A.M 5	0	1	1	2
	A.M 6	0	1	1	2
	A.M 7	0	1	1	2
	A.M 8	0	1	1	2
	A.M 9	1	1	0	2
	A.M 10	1	1	0	2
	A.M 11	0	1	1	2
	A.M 12	0	1	0	1
	A.M 13	0	0	1	1
	A.M 14	1	1	0	2
Frecuencia Absoluta		4	12	9	25
Frecuencia Relativa		28,57%	85,71%	64,29%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 25)		16,00%	48,00%	36,0%	100%

Tabla 29. Frecuencia global de tipo de color del agua existente en el arroyo Mburicaó

Categoría: Color del agua							
Arroyo	Punto de muestreos	Negro/tono oscuros	Claros y brillantes	Rojizos	Azulados	Verdosos	total
MBURICAO	A.M 1	1	0	0	0	0	1
	A.M 2	1	0	0	0	0	1
	A.M 3	1	0	0	0	0	1
	A.M 4	1	0	0	0	0	1
	A.M 5	1	0	0	0	0	1
	A.M 6	0	0	1	0	0	1
	A.M 7	1	0	0	0	0	1
	A.M 8	1	0	0	0	0	1
	A.M 9	1	0	0	0	0	1
	A.M 10	1	0	0	0	0	1
	A.M 11	0	1	0	0	1	2
	A.M 12	1	0	0	0	0	1
	A.M 13	1	0	0	0	0	1
	A.M 14	1	0	1	0	0	2
Frecuencia Absoluta		12	1	2	0	1	16
Frecuencia Relativa		85,71%	7,14%	14,29%	0,00%	7,14%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 16)		75,0%	6,25%	12,50%	0,00%	6,25%	100%

Tabla 30. Frecuencia global de olor del agua existente en el arroyo Ferreira

Categoría: Olor del agua								
Arroyo	Punto de muestreos	Moho	Productos químicos	Balsámico	Aromático	Sulfuroso H2S	Fecal	Total
Ferreira	A.F 1	1	1	0	0	1	1	4
	A.F 2	1	1	0	0	1	1	4
	A.F 3	1	1	0	0	1	1	4
	A.F 4	1	1	0	0	0	1	3
	A.F 5	1	1	0	0	1	1	4
	A.F 6	1	1	0	0	1	1	4
	A.F 7	0	0	0	0	1	1	2
	A.F 8	0	0	0	0	1	1	2
	A.F 9	1	1	0	0	0	1	3
	A.F 10	1	1	0	0	0	1	3
Frecuencia Absoluta		8	8	0	0	7	10	33
Frecuencia Relativa		80%	80%	0%	0%	70%	100%	
Análisis de								
Frecuencia Global		24,24%	24,24%	0%	0%	21,21%	30,30%	100%

Tabla 31. Frecuencia global del nivel de PH del agua existente en el arroyo Ferreira

Categoría: Nivel de PH						
ARROYO	Punto de muestreos	ACIDO	BASE	NEUTRO	TOTAL	
FERREIRA	A.F 1	1	0	0	1	
	A.F 2	1	0	0	1	
	A.F 3	1	0	0	1	
	A.F 4	1	0	0	1	
	A.F 5	1	0	0	1	
	A.F 6	1	0	0	1	
	A.F 7	1	0	0	1	
	A.F 8	1	0	0	1	
	A.F 9	1	0	0	1	
	A.F 10	1	0	0	1	
Frecuencia Absoluta		10	0	0	10	
Frecuencia Relativa		100%	0%	0%		
Análisis de Frecuencia Global (sobre 10)		100%	0%	0%	100%	

Tabla 32. Frecuencia global del nivel de pH del agua existentes en el arroyo Mburicaó

		Categoría: Nivel de pH				
ARROYO	Punto de muestreos	de	ACIDO	BASE	NEUTRO	Total
MBURICAO	A.M 1		1	0	0	1
	A.M 2		1	0	0	1
	A.M 3		1	0	0	1
	A.M 4		1	0	0	1
	A.M 5		1	0	0	1
	A.M 6		1	0	0	1
	A.M 7		1	0	0	1
	A.M 8		0	1	0	1
	A.M 9		1	0	0	1
	A.M 10		1	0	0	1
	A.M 11		1	0	0	1
	A.M 12		1	0	0	1
	A.M 13		1	0	0	1
	A.M 14		1	0	0	1
Frecuencia Absoluta			13	1	0	14
Frecuencia Relativa			92,86%	7,14%	0%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 14)			92,86%	7,14%	0%	100%

Tabla 33. Frecuencia global de tipo de vivienda existente en el arroyo Ferreira

		Categoría: Tipo de Vivienda					
ARROYO	Punto de muestreos	PAJA	PIEDRA	LADRILLO	MADERA	TOTAL	
FERREIRA	A.F 1	0	1	1	0	2	
	A.F 2	0	1	1	0	2	
	A.F 3	0	1	1	0	2	
	A.F 4	0	0	1	1	2	
	A.F 5	0	0	1	1	2	
	A.F 6	1	0	1	1	3	
	A.F 7	0	1	1	1	3	
	A.F 8	0	0	1	1	2	
	A.F 9	0	1	1	0	2	
	A.F 10	1	0	0	1	2	
Frecuencia Absoluta		2	5	9	6	22	
Frecuencia Relativa		20%	50%	90%	60%		
Análisis de Frecuencia Global (sobre 22)		9,09%	22,73%	40,90%	27,27%	100%	

Tabla 34. Frecuencia global de tipo de vivienda existente en el arroyo Mburicaó

		Categoría: Tipo de Vivienda				
ARROYO	Punto de muestreos	PAJA	PIEDRA	LADRILLO	MADERA	TOTAL
MBURICAO	A.M 1	0	1	1	0	2
	A.M 2	0	1	1	0	2
	A.M 3	0	1	1	0	2
	A.M 4	0	1	1	0	2
	A.M 5	0	0	1	0	1
	A.M 6	0	1	1	0	2
	A.M 7	0	1	1	0	2
	A.M 8	0	1	1	0	2
	A.M 9	0	1	1	0	2
	A.M 10	0	1	1	0	2
	A.M 11	0	1	1	0	2
	A.M 12	0	1	1	0	2
	A.M 13	0	0	1	0	1
	A.M 14	0	0	1	0	1
Frecuencia Absoluta		0	11	14	0	25
Frecuencia Relativa		0%	78,57%	100%	0%	
Análisis de Frecuencia Global (sobre 25)		0%	44%	56%	0%	100%

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE F, H. 1995. Analysis of row than yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. Vol 41, 1 – 12 p. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037842909400107N>
- ANDRADE. G Y RUIZ. J. C. 1992. Biodiversidad. Conservación y Uso de Recursos Naturales. FESCOL-CEREC. Bogotá
- AVALOS. G.A., 2005. Análisis comparativo de la comunidad de alga. Crustaceana. Pág. 171 – 186.
- BARTEL W. & MUFF R. 1995. Observaciones Geológicas de Paraguay Central en Relación al Agua Subterránea. Págs. 23-29. 2° Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay. San Lorenzo. PY
- BEJARANO E.E, 2015. Nuevos hallazgos de flebotomios (Difteria: Psychodidae) en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Acta Biol. Colombia, 20(5): 221- 224. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/rt/printerFriendly/45176/49395>
- BERTONI E.M, 2003. Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. ISBN: 85-88686-07-4
- BERTONI, M., 1907: Geografía Botánica del Paraguay. Anales científicos paraguayos, 2° parte, 2(1): 125 – 190.
- BOELCKE. M. 1985. Vegetación de lagunas de la Patagonia austral originadas por fusión del permafrost con suelos limosos, areno-arcillosos. Revista del Herbario HAO., Volúmenes 14-15.
- BRUSA, F. 2005. *New freshwater interstitial otoplanidae (Platy helminthes, Prostrate) from Paraná and Uruguay rivers. South America. J. Nat. Hist. 39, 1457 – 1468 p.*
- CANO AMADOR, A.J. 1996. Contaminación de la escorrentía superficial en un Área metropolitana de la Ciudad de Santander, Tesina de Máster, dirigida por Tejero Monzón, J.I.; Santander: Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Cantabria
- DAILY, G. et al., 1997. Introduction: What are ecosystem services? Island Press, Washington, D.C.
- DOUROJEANNI, A. 1994. La gestión del agua y las cuencas en América Latina. Revista de la CEPAL. N° 53. 111 .120 p
- ESSAP. 2012. Construcción de alcantarillado sanitario – Cuenca del Itay. PMSAS – BIRF 7710-PY
- ECKEL, E. 1959. *Geology and Mineral Resources of Paraguay: Reconnaissance Geol. Surv. Prof. Paper 327, Washington DC. EEUU.*

- ERSSAN – Reglamento de Calidad para Permisarios. – Ley General del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Ley N° 1.614/2000
- FERNANDEZ, V. I., 2015. Análisis comparativo de la riqueza de especies y familias botánicas en sistemas de producción hortícola familiar del Cordón Hortícola de La Plata (CHLP), Provincia de Buenos Aires, Argentina. Su importancia para la transición agro-ecológica. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (Núm. Esp.1): 15-29
- FOX, C.; RIVAROLA, N.; Y SOSA, W.; 1997: La biodiversidad como capital natural del Paraguay. Ponencia presentada al II Congreso Paraguayo de Agronomía. Mineo.
- FRANCESCHI, E., TORRES, P., & LEWIS J., (2010). Diversidad de la vegetación durante su recuperación tras una creciente extraordinaria del Río Paraná Medio (Argentina). Rev. Biol. Trop vol.58 n.2 San José. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000200014
- FRUMENTO, A. S., 1972. Biofísica. Inter-Médica, Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires; México.
- GASPARI, A., 2012. *Mediterranean Marine Mammal Ecology and Conservation*. Editorial Advances in Marine Biology.
- GLIESSMAN, S.R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Editorial AGRUCO-CATIE. Turrialba, Costa Rica p. 359
- HARRINGTON, H.J. 1972, Silurian of Paraguay; in W.B.N. Berry y A.J. Boucot (eds.) Correlation of the South American Silurian Rocks, MAP.
- Instituto Nacional de Ecología de México, 2005
- JACOBS, J. 1961. *The life and death of great American Cite*. Nueva York, EEUU.
- AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN – JICA. 1887. Stom Drainage System Improvement Project in Asunción City,
- JICA. 2009., estudio básico para el sector de agua potable y saneamiento república del Paraguay. Vol 1. 25 -35 p
- JIMÉNEZ, F. 2004. Conceptos básicos. Material del curso de manejo integrado de cuencas hidrográficas I. Turrialba, CR, CATIE. 5p.
- LATERRA, P. 2011. Valoración de servicios eco sistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Buenos Aires: INTA Buenos Aires. 740 p.
- LATERRA, P. et al. 2015. ECOSER: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios eco sistémico y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial. Disponible en: <http://eco-ser.com.ar/>.

- LONDOÑO, L. 2001. Ideas para la acción. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962003000100012
- LLERENA, C. 2003. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales en Cuencas Hidrográficas Arequipa, Perú, 09-12 de junio 2003. Disponible en: <https://agua.org.mx/biblioteca/servicios-ambientales-de-las-cuencas-y-produccion-de-agua/>
- MADEREY, L. (1998). Características físicas de la Cuenca de Rio Tizar, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- MADEREY, L. E; CARRILLO J. J. 2005. Un Análisis geográfico del recurso agua en México. 59 – 80 p. ISBN: UNAM 970-32-2822-4.
- MADEREY., L.E. 1977. El agua de escurrimiento en la República Mexicana, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- MAS - VILLALBA, M.E., 2012. Propuesta urbano ambiental para la recuperación del Arroyo Ferreira, desde su nacimiento hasta la Avda. JoséFélix Bogado. Tesis de grado. Editorial: FCFM, UNA.
- MONTE DOMEQ, R. 2003. Análisis sectorial del agua, Paraguay.
- MONTE DOMEQ, R. Y BÁEZ, J., 2001: Variación Espacial y Temporal de los Excesos y Déficit Hídricos en Paraguay. Proyecto DIPRI-UNA. Informe Final.
- MORGAN, R. 2005. *Soil erosion and conservation. National Soil Resources Institute. Cranfield University.* Blackwell Science Ltd. Oxford, UK. 304 p
- NAHLE, N. 2007. Didáctico: Biofísicas. *Biology Cabinet Organization.*
- NORMA MEXICAN NMX-AA- 083-1982. Análisis de agua – Determinación de Olor. Dirección General de Normas- Disponible en <https://es.scribd.com/document/215266027/2-NMX-AA-083-1982>
- PIERMARINI, D. (2012). Un Arroyo Claro, simplemente oscuro. Trabajo final Seminario de situaciones socio-ambientales. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales.
- PETTIJOHN F. J. 1980. Rocas Sedimentarias. Págs. 478-481 Editorial Universitaria de Buenos Aires. Rivadavia 1571/73. Buenos Aires. AR
- PISTILLI, F. 2007. Crecimiento desmedido de Asunción lleva a la idea de expansión al Chaco. Diario ABC Color. Recuperado de <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/locales/crecimiento-desmedido-de-asuncion-lleva-a-la-idea-de-expansion-al-chaco-1274363.html>. Consultado en fecha 12/06/2017
- SANCHEZ, M. C. 2016. Pautas de diseño urbano para el mejoramiento ambiental de

la cuenca alta del arroyo Mburicaó. Tesis de grado

- SIMMONS, CH., TARANO J. M., PINTO J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos República de Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. Guatemala. 1000 p.
- TARBUCK E. & LUDGENS F. 1999. Ciencias de la Tierra. Págs. 178-180. Editorial Prentice Hall. 6° Edición. Madrid. ES.
- TOBÓN, S., AGUDELO, R., y GUTIERREZ. L., 2017. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac. Mac. Salud Pública, 2017; 35(2): 236-247. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>.
- UICN., 1992. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Perth, Australia. ISBN 2-8317-0068-X
- ULLOA C. y JORGENSEN P., 1993. Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. AUU Reportes 30. ISSN 0904-6453, ISBN 87-87600-39-9. Price: 80 DKK. Paper.
- UMAÑA, ET AL., 2012. Una herramienta para monitorear sequías en regiones áridas y semiáridas de Patagonia Norte. Revista de investigaciones agropecuarias. Vol 38, N° 2, 158-164 p. Disponible en https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=7AylDS1JJEEqYW9tNYm&page=1&doc=1
- VIRAMONTES, O. ESCOBOZA, L., ALVAREZ, C., ALVAREZ, A., REYES, V., ROMÁN J., & PEREZ, A. (2007). Morfométricas de la cuenca del río de San Pedro, Conchos, Chihuahua, I (3), 21-31.
- YONG, A. & LEYVA. A., 2010. La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. Cultivos Tropicales 31 (4): 5- 11.
- Warren, AH, 1984, Arroyos y arqueología en Nuevo México: COAS, Nuevo México, Arqueología e Historia, v. 2, no. 2, p. 20-43.
- Zapata, R. 2002. Química de los Procesos Pedogenéticos del Suelo. UNAL-Medellín. Medellín-Colombia. 88 p.

ÁPENDICE 1

Ficha Técnica – Parte 1

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS¶

Estudio de las características biofísicas presentes en la estación invernal en las cuencas hídricas.

Identificación general¶

Departamento: → → → Municipio: → → → Arroyo:¶

Punto de muestreo: → → → → Coordenadas:¶

Bio: Vidaa	Sia	Noa	Observacióna
Flora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fauna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Humana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BIO a	TIPOSa	DISTANCIA - APROXIMADA DEL AGUAa	Observacióna
Flora	Bosques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Arbustiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Arborea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Herbácea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fauna	TIPOSa	subtiposa	Observacióna
	Ratona	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Serpiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pecesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sapoa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Avesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Insectosa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Animales doméstica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FISICOa	Parámetroa	Observacióna
Caudal (volumen por unidad de tiempo)a	30 litros a 20.000 litros por hora (caudal baja)a	<input type="checkbox"/>
	20.000 litros a 50.000 litros por hora (caudal media)a	<input type="checkbox"/>
	50.000 litros en adelante (caudal alta)a	<input type="checkbox"/>
Ancho de la zona saturadaa	0 a 2 metros (baja)a	<input type="checkbox"/>
	2 a 10 metros (media)a	<input type="checkbox"/>
	10 metros en adelante (alta)a	<input type="checkbox"/>
Profundidada	0.1 metro a 1 metro (profundidad baja)a	<input type="checkbox"/>
	1 metro a 2 metros (profundidad media)a	<input type="checkbox"/>
	2 metros en adelante (profundidad alta)a	<input type="checkbox"/>
velocidada	0 a 2 metros / segundo (baja)a	<input type="checkbox"/>
	2 metros / segundo a 10 metros / segundo (media)a	<input type="checkbox"/>
	10 metros / segundo en adelante (alta)a	<input type="checkbox"/>
Tipos de suelos a	suelos arenosos (contiene de limo y arcilla)a	<input type="checkbox"/>
	suelos arcillosos (contiene elementos finos de arcilla)a	<input type="checkbox"/>
	suelos pedregosos (predominan elementos gruesos)a	<input type="checkbox"/>
	suelos francos (contiene elementos finos intermedia entre los arenosos, arcillosos y pedregosos)a	<input type="checkbox"/>
	suelos humiteros (tierra negra - abundante materia orgánica en descomposición)a	<input type="checkbox"/>
	suelos calizos (abundancia de sales calcáreas)a	<input type="checkbox"/>

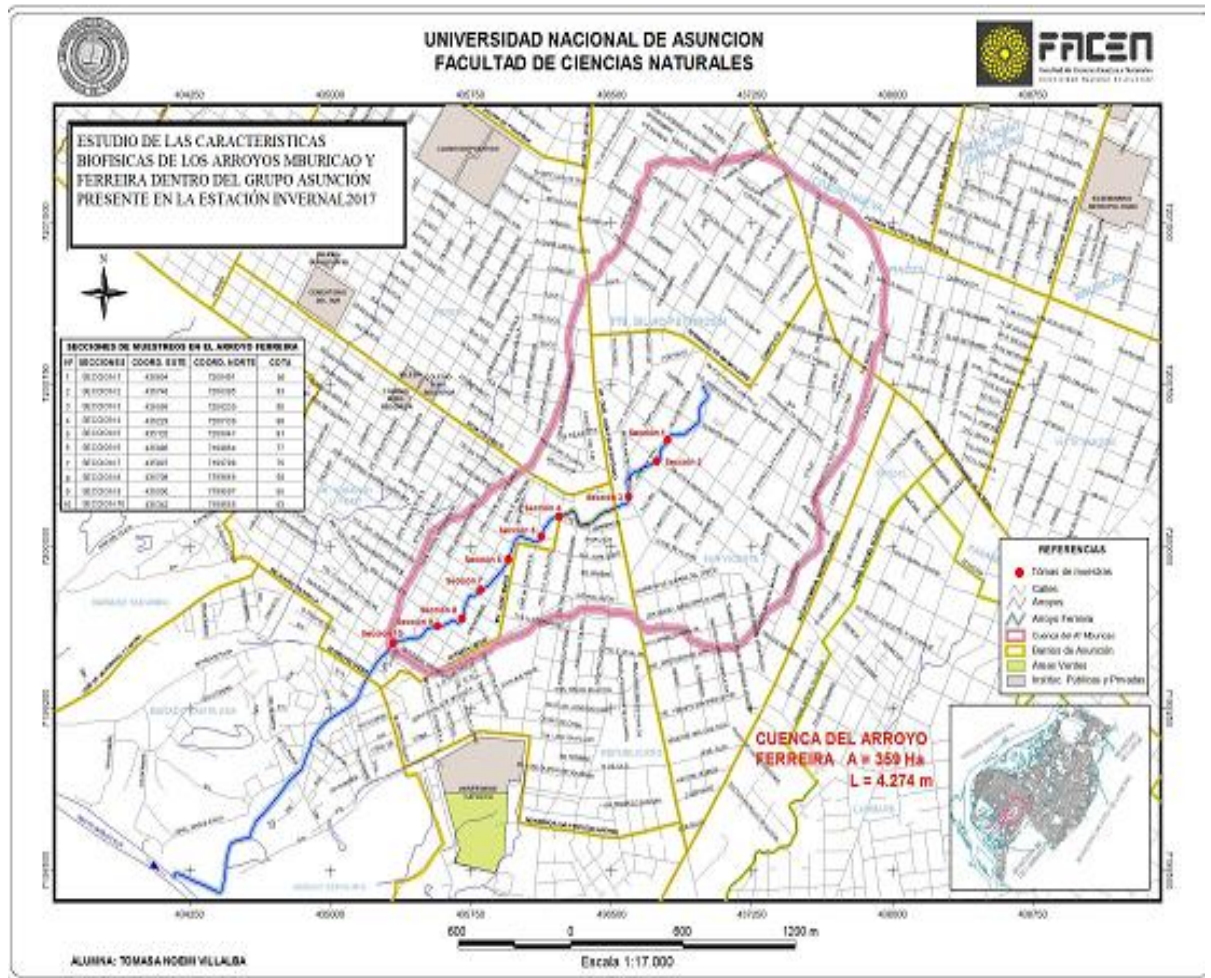
APENDICE 2

Ficha Técnica – Parte 2

Origen del sedimento	Detritico (sedimento acumulado)	<input type="checkbox"/>	x
	quimico (inorganica – bioquimica)	<input type="checkbox"/>	x
Tipos de rocas	Igneas	<input type="checkbox"/>	x
	sedimentarias	<input type="checkbox"/>	x
	metamórficas	<input type="checkbox"/>	x
Sectores de la cuenca	Cuenca alta (cabeceras de los cerros)	<input type="checkbox"/>	x
	Cuenca media (cauce principal y definido)	<input type="checkbox"/>	x
	Cuenca baja (pendiente abrupta, desembocadura)	<input type="checkbox"/>	x
Biofísica	Localización (límites – latitud – longitud)	<input type="checkbox"/>	x
	Fisiografía y relieves (cordilleras – elevaciones – paisajes)	<input type="checkbox"/>	x
	Morfometría (superficie has – elevaciones mm – pendientes %)	<input type="checkbox"/>	x
Color	negro a tonos oscuros (presencia de materia orgánica)	<input type="checkbox"/>	x
	claros y brillantes (son propios de suelos inorgánicos)	<input type="checkbox"/>	x
olor (TON-sistemas- Estado Unidos)	moho	<input type="checkbox"/>	x
	productos químicos (aguarrás, aceite, clorofenoles-yodoformo, gas, pintura) - hidrocarburos	<input type="checkbox"/>	x
	balsámica (flores diversas)	<input type="checkbox"/>	x
	Aromática (especies, limón, etc)	<input type="checkbox"/>	x
	Sulfuroso H ₂ S (huevos podridos)	<input type="checkbox"/>	x
	Fecala	<input type="checkbox"/>	x
Pha	Acida	<input type="checkbox"/>	x
	Neutra	<input type="checkbox"/>	x
	Basica	<input type="checkbox"/>	x
Presencia de objetos extraños	Plásticos	<input type="checkbox"/>	x
	Cajas	<input type="checkbox"/>	x
	Maderas	<input type="checkbox"/>	x
	Arboles cortados	<input type="checkbox"/>	x
	Vidrios	<input type="checkbox"/>	x
	Poliétileno	<input type="checkbox"/>	x
	Metales	<input type="checkbox"/>	x
	neumática	<input type="checkbox"/>	x
Tipos de desague	Cloacal (domestico)	<input type="checkbox"/>	x
	Cañerías (industria)	<input type="checkbox"/>	x
Tipos de viviendas	Pajas	<input type="checkbox"/>	x
	Piedra	<input type="checkbox"/>	x
	Ladrillo	<input type="checkbox"/>	x
	madera	<input type="checkbox"/>	x

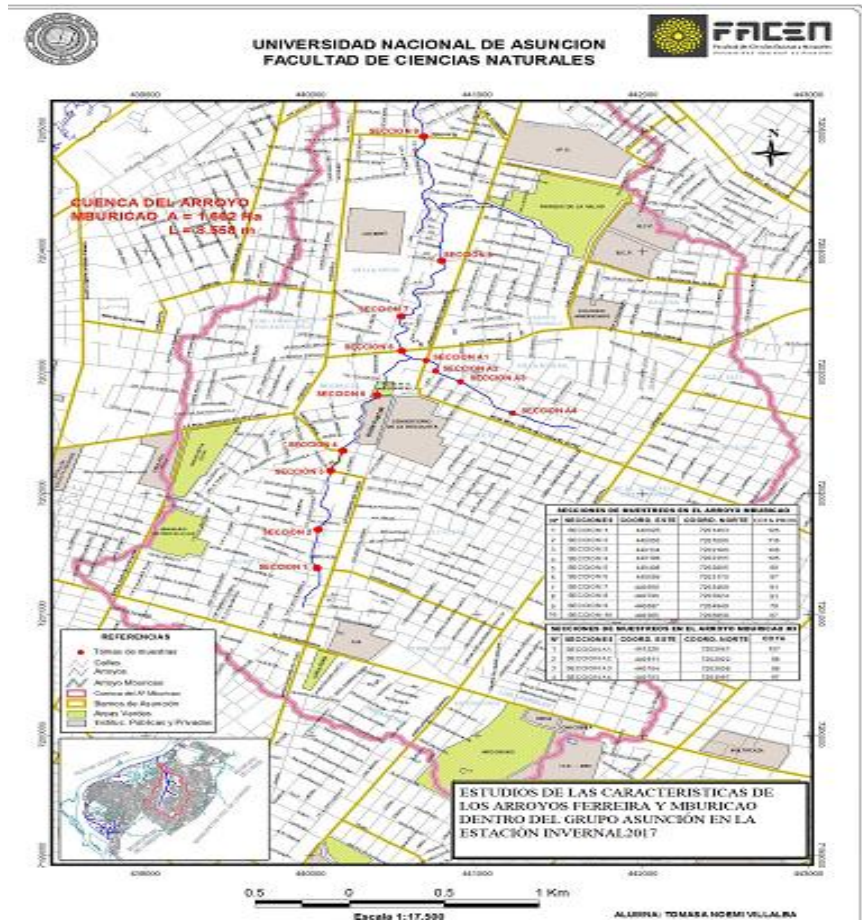
APENDICE 3

Mapa -Ubicación de los puntos de muestreos – Arroyo Ferreira



APENDICE 4

Ubicación de los puntos de muestreos – Arroyo Mburicacó



Carta Topográfica

