

Ac 00010

Adquisición Documental Subprograma R.N.R. Fedla 11-11-2013 (Incluye CD-Room)

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ESTADO PORTUGUESA

Programa Ciencias del Agro y del
Mar

COMPORTAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES Y SU
INFLUENCIA SOBRE LOS DRENAJES EN EL MUNICIPIO
GUANARE, ESTADO PORTUGUESA

Autor: Julián Antonio González

Tutor: Ing. Edgar Castro

GUANARE, OCTUBRE DE 2013



Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ESTADO PORTUGUESA

Programa Ciencias del Agro y del
Mar

PRECIPITATION BEHAVIOR AND ITS INFLUENCE ON DRAINS
IN THE MUNICIPALITY GUANARE, STATE PORTUGUESA

Author: Julián Antonio González

Tutor: Ing. Edgar Castro

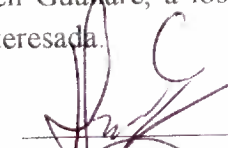
GUANARE, OCTOBER 2013




ACTA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO

Se hace constar que en la sede del Vicerrectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ – Guanare, a los **21 de octubre** de dos mil **trece**, se reunieron el tutor: **Ing. Edgar Castro** y los ingenieros: **Juan Lizcano** y **Jhon Méndez**, miembros del Jurado Evaluador, para proceder a emitir el veredicto sobre la defensa oral del proyecto de Aplicación de Conocimiento (PAC) titulado: **COMPORTAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES Y SU INFLUENCIA SOBRE LOS DRENAJES EN EL MUNICIPIO GUANARE, ESTADO PORTUGUESA**, desarrollado por el Br: **Julián Antonio González**, de nacionalidad venezolana y titular de la cédula de identidad N° V- **20258698**, como requisito para la aprobación del Subproyecto: Proyecto Aplicación de Conocimientos y optar al título de ingeniero de los Recursos Naturales Renovables.


Cumplido el acto de presentación pública, los miembros del Jurado Evaluador resolvieron **APROBAR** el trabajo en su forma y contenido, con una calificación de: *Cuato Cuarenta y Cinco* (4,45), puntos. Es constancia que se expide en Guanare, a los 20 días del mes de septiembre de 2013, a solicitud de la parte interesada.



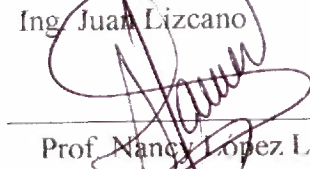
JURADO
Ing. Juan Lizcano



TUTOR
Prof. Edgar Castro

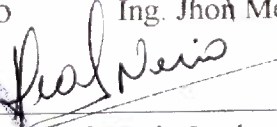


JURADO
Ing. Jhon Méndez



Prof. Nancy López L.
Coordinador Subproyecto
Proyecto de Aplicación de Conocimiento





Prof. Nerio Leal
Jefe (E) Sub Programa
Ingeniería de Los RNR

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Págs.
Acta de aprobación.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	01
JUSTIFICACIÓN.....	03
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	04
1.1 Antecedentes.....	04
1.2 Bases teóricas.....	05
1.2.1 Hidrosfera.....	05
1.2.2 Clima.....	06
1.2.3 Principales elementos que influyen en el clima de Venezuela.....	06
1.2.4 Hidrología.....	08
1.2.5 Ciclo hidrológico.....	09
1.2.6 Caudal.....	10
1.2.7 Escorrentía.....	11
1.3 Bases legales.....	13
CAPÍTULO II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.1 General.....	16
2.2 Específicos.....	16
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1 Área de estudio.....	17
3.2 Aspectos Físicos-Naturales.....	18
3.2.1 Clima.....	18
3.2.2 Geomorfología y Suelos.....	18
3.2.3 Geología.....	19
3.3 Aspectos Biológicos.....	21
3.3.1 Vegetación.....	21
3.3.2 Fauna.....	22
3.4 Metodología.....	23
3.4.1 Tipo de Investigación.....	23
3.4.2 Diseño de la investigación.....	23
3.4.3 Población y muestra.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	26
4.1 Análisis de los registros climatológicos para evaluar el comportamiento de las precipitaciones en la localidad de Guanare.....	26
Precipitación.....	26
Evaporación.....	27
Humedad Relativa.....	28
Temperatura.....	29

Vientos.....	30
Zona de Vida.....	31
4.2 Causas y efectos de los desbordamientos de márgenes en los drenajes naturales.....	31
Inundaciones en zonas vulnerables del estado Portuguesa en el periodo de lluvias.....	32
Caracterización Quebrada Mederos.....	33
Caracterización Quebrada Las Piedras.....	34
Algunas características de otros causes de agua en el área de estudio.....	35
4.3 Estrategias y recomendaciones que permitan cumplir objetivos del manejo integrado de los sistemas de drenajes urbanos.....	44
Recomendaciones para mitigar los problemas de inundaciones urbanas.....	44
CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs
Tabla 1. Promedio mensual y anual de precipitación (mm).	26
Tabla 2. Datos mensuales y anuales de evaporación (mm)	27
Tabla 3. Datos mensuales y anuales de humedad relativa media (%).	28
Tabla 4. Datos mensuales y anuales de temperatura (°C).	29
Tabla 5. Datos mensuales y anuales de viento. Velocidad media (km/h).	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Ciclo Hidrológico.	10
Figura 2. El ciclo de la escorrentía.	12
Figura 3. Ubicación relativa del área de estudio.	17
Figura 4. Promedio mensual de precipitación.	27
Figura 5. Promedio mensual de evaporación.	28
Figura 6. Promedio mensual de humedad relativa	29
Figura 7. Promedio mensual de temperatura.	30
Figura 8. Promedio mensual de velocidad del viento.	31
Figura 9. Zonas inundables del área de influencia de la ciudad de Guanare.	32
Figura 10. Microcuenca Quebrada La Chiguira.	36
Figura 11. Perfil longitudinal Quebrada La Chiguira.	36
Figura 12. Microcuenca Quebrada Las Flores.	37
Figura 13. Perfil longitudinal Quebrada Las Flores.	38
Figura 14. Microcuenca Quebrada Las Enriquera.	39
Figura 15. Perfil longitudinal Quebrada La Enriquera.	40
Figura 16. Microcuenca Quebrada Italven.	41
Figura 17. Perfil longitudinal Quebrada Italven.	41
Figura 18. Microcuenca quebrada Las Pérez.	42
Figura 19. Perfil longitudinal Quebrada Las Pérez.	43

COMPORTAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES Y SU INFLUENCIA SOBRE LOS DRENAJES EN EL MUNICIPIO GUANARE, ESTADO PORTUGUESA.

Autor: Julián Antonio González

Tutor: Ing. Edgar Castro

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento de las precipitaciones y su influencia sobre los drenajes en el municipio Guanare, estado Portuguesa, debido a la problemática de las inundaciones recurrentes que afectan anualmente en términos generales, las planicies inundables de la mayoría de los cuerpos de agua ubicados en la ciudad de Guanare. Para ello, se analizaron los registros climatológicos de las precipitaciones en la localidad de Guanare; se determinaron las causas y efectos de los desbordamientos de márgenes en los drenajes naturales, y se establecieron recomendaciones para un manejo integrado de los sistemas de drenajes urbanos. La investigación comprende la poligonal urbana del municipio Guanare, y es de tipo no experimental. Se realizaron recorridos de campo para evaluar el estado actual de los drenajes urbanos donde se pudo hacer una apreciación general y seguidamente se inspeccionaron las quebradas priorizadas para esta investigación, Las Piedras y Mederos con la finalidad de evaluar las condiciones particulares que caracterizan estos colectores naturales. Con los reportes climatológicos se detectó que el valor promedio mensual máximo corresponde al mes de junio con 277,1 mm, seguidamente para el mes de julio con 246,2 mm. El régimen estacional unimodal de Guanare no genera variaciones significativas en el transcurso de los años, pero que tiene una diferencia muy marcada en el incremento del volumen de agua entre el periodo seco y el lluvioso que crea variaciones en los drenajes naturales y artificiales. Entre las principales causas de los desbordamientos de márgenes en los drenajes naturales se encuentran altos volúmenes de sedimentación que colmatan la sección hidráulica de los cauces, acumulaciones de basura y sedimentos, y las unidades geomorfológicas como la planicie aluvial. Se propuso mitigar los problemas de inundaciones urbanas mediante la delimitación de zonas protectoras de drenajes naturales para evitar ocupaciones ilegales, optimización del mantenimiento de causas naturales y artificiales.

Palabras Claves: COMPORTAMIENTO, PRECIPITACIONES, DRENAJES, GUANARE.

PRECIPITATION BEHAVIOR AND ITS INFLUENCE ON DRAINS IN THE MUNICIPALITY GUANARE, STATE PORTUGUESA

Author: Julián Antonio González

Tutor: Ing. Edgar Castro

ABSTRACT

Was evaluated the behavior of rainfall and its influence on the drains in the municipality Guanare , Portuguesa , due to the recurring problem of flooding annually affecting overall, the floodplains of most water bodies located in the Guanare . To do this , we analyzed the climate records of precipitation in the town of Guanare identified the causes and effects of floods of margins natural drainage , and establish recommendations for integrated management of urban drainage systems . The research includes urban traverse Guanare Township , and is non- experimental . Field trips were conducted to assess the current state of urban drainage which could make a general assessment and then prioritized streams surveyed for this research , Stones and Mederos in order to evaluate the conditions that characterize these natural collectors . With weather reports it was found that maximum monthly average value for the month of June with 277.1 mm , then for the month of July with 246.2 mm . The Guanare unimodal seasonal regime generates no significant variations in the course of the years, but it has a very marked difference in the increase in the volume of water between the dry and rainy that creates variations in natural and artificial drains . Among the main causes of overflows natural drainage margins are high volumes of sediment that clog the hydraulic section of the channels , accumulations of trash and sediments and geomorphological units as the flood plain . It was proposed to mitigate urban flooding problems by protective zoning of natural drainage to prevent illegal occupation , maintenance optimization of natural and artificial causes.

Key words: BEHAVIOR, PRECIPITATION, DRAINS, GUANARE.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso de suma importancia para la supervivencia de los seres vivos, en cuanto a sus características físicas, químicas y biológicas ya sea en su estado natural o después de haber sido alteradas. El hombre necesita agua para consumo, riego de cultivos, cría de animales, la industria y otros usos (Cubillos, 1998).

El agua existe en un espacio llamado hidrosfera el cual comprende la distribución del vital líquido por encima y por debajo de la superficie de la tierra. En el espacio antes mencionado existe el sistema responsable de mantener la presencia del agua por un laberinto de caminos que juntos constituyen el Ciclo Hidrológico y este a su vez es el foco central de la hidrología que es la ciencia dedicada al estudio de la distribución del agua en espacio y tiempo. Es indispensable conocer los procesos que originan el ciclo hidrológico, para el análisis y diseño empleado en el control y manejo del recurso hídrico.

La estructura del ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y en él intervienen diferentes fenómenos que motorizan el proceso general de interrelación y circulación de elementos como, Precipitación y Evaporación, el agua interceptada en la superficie de la tierra es captada por la vegetación cumpliendo un proceso de regulación de volumen precipitado y el porcentaje restante se infiltra y otro escurre por encima del suelo saturado. Para efectos de esta investigación documental, se estudiara solamente la hidrología de agua superficial enfocada en la influencia que tienen las precipitaciones sobre los sistemas de drenajes urbanos en la ciudad de Guanare, Capital del Estado Portuguesa.

La necesidad de investigar acerca del impacto ocasionado por las precipitaciones en la zona urbana de Guanare, nace con la inquietud de evaluar la eficiencia de la red de drenajes que transportan el agua de lluvia hacia destinos rurales convirtiendo el volumen de agua drenada en tributarios de caños y ríos. Resulta importante estudiar cómo responden los diseños de drenaje urbano ante los

diferentes tipos de lluvia de intensidad y duración, relacionado con elementos topográficos que condicionan la velocidad y el tiempo de fluidez del agua.

En las ciudades uno de los principales problemas que aquejan a la colectividad en periodo de lluvia, son los volúmenes excesivos de agua que no pueden ser drenados por deficiencias en los diseños o porque poseen una escasa red de drenaje que permita según las condiciones de ubicación geográfica de la ciudad minimizar los impactos negativos sobre los bienes de las personas. Para comprender la dinámica climática que condiciona los procesos hidrológicos, se necesitara revisar el historial de lluvias registradas por las estaciones pluviométricas analizar su comportamiento y sobre la base de esa información realizar análisis y posibles recomendaciones para aportar y fortalecer el desarrollo de la ciudad donde vivimos y a la gestión de nuestros gobernantes.

JUSTIFICACIÓN

La problemática de las inundaciones es un fenómeno recurrente que afecta anualmente en términos generales, a las planicies inundables de la mayoría de los cuerpos de agua ubicados en la ciudad de Guanare, específicamente por la insuficiencia de sección de flujo que ocasiona los niveles de sedimentación, acumulación de basura y restos vegetales que originan situaciones críticas en periodos de lluvias considerables por el repentino aumento del volumen de agua.

En el área de estudio se presenta la problemática originada por los excesos de aguas superficiales que ocasionan las principales quebradas que están hacia el ESTE y OESTE de Guanare, lo que es de relevante importancia analizar e investigar los elementos que influyen en este descontrol hídrico y que afecta una gran cantidad de comunidades por los niveles de improvisación en el desarrollo del municipio. Dado el siguiente planteamiento el presenta trabajo se justifica a partir de las siguientes observaciones:

- Las respuestas tradicionales al problema de inundaciones se enfocan en construcción de obras civiles sin estudiar en muchos de los casos el origen del problema, que hasta ahora se ha detectado descontroles en la intervención ambiental que son la fuente principal de este problema por general progresivamente altos niveles de sedimentación y disposición inadecuada de basura, entendiéndose en esta investigación que la importancia que debe tener las acciones correctivas deben ser orientadas a soluciones integrales.

- Aunado a esto, la toma de decisiones para enfrentar el grave problema de las inundaciones en la poligonal urbana de Guanare, no se han atacado bajo un enfoque que permita visualizar la globalidad e interacciones causa-efecto que expliquen el fenómeno con mayor grado de elemento para la toma de decisiones. El presente estudio pretende bajo una visión descriptiva orientar la información disponible para los organismos competentes como Alcaldía, Gobernación y Ministerio de ambiente.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Palacios (1994) en su proyecto de aplicación de conocimientos sobre "Curvas de Caudal Unitario Generados por lluvias intensas caídas sobre el área de la quebrada Las Piedras, señaló que es necesario controlar los excesos de agua en áreas urbanas, la planificación tributarias del uso de la tierra, las obras de regulación necesarias para reducir los daños en las zonas afectadas o consideradas en peligro y el mejoramiento de los sistemas de drenaje que facilitarían la salida de las aguas hacia los drenes naturales de la microcuenca.

Franceschi (1997), en el proyecto de Drenajes primarios en Guanare y Ospino calculó para los tiempos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años los gastos máximos para las siguientes quebradas: Las Piedras, Las Flores, La Enriquera, Italven y La Chiguira, en el sector Oeste y El Pionio en el sector Este, en las cuales solo hizo transito de caudales en sitios puntuales a falta de estudios topográficos.

Rivero (1998) realizó estudio sobre "Problemática de las Inundaciones en Tierras Bajas del Estado Portuguesa" donde diagnóstico el área del estudio, con el objeto de definir una caracterización general de los aspectos físico-naturales y biológicos de la zona. También se realiza una caracterización de los aspectos socioeconómicos de la región como: población, actividad económica predominante, comercialización mercado, principales rubros agrícolas, entre otros. Seguidamente se realiza un análisis situacional donde se evalúan los costos y beneficios acarreados por el fenómeno estudiado a lo largo del estado. Para cumplir este objetivo, se emplearon y ejecutaron procedimientos de valoración de los Recursos Naturales Renovables a fin de identificar oportunidades de aprovechamiento y beneficio indirectos del sistema analizado. Finalmente se obtiene el Mapa de Sensibilidad Ambiental por Ocurrencia de Inundaciones, el cual sirve de herramienta fundamental

de análisis para identificar proponer medidas de control y mitigación en áreas de alto riesgo (Rivero, 1998).

Núñez (2002), en su trabajo relacionado con la mitigación de las inundaciones en un sector urbano del municipio Guanare, señaló que las inundaciones ocurridas en muchas ciudades del país son el resultado del crecimiento poblacional no planificado, que permite establecer viviendas en las planicies de inundación de río, caños y quebradas.

Hernández (2009) en su tesis de maestría sobre "Estrategias de Control de Desbordamiento y Socavación de Márgenes en los Drenajes Naturales del Sector Oeste de la Ciudad de Guanare, Portuguesa" el estudio de los drenajes naturales del Oeste de la ciudad de Guanare, tiene como finalidad proponer estrategias y acciones que garanticen la gestión integral del organismo rector para la conservación, restauración y preservación del sistema de drenajes. Para tal fin, se evaluó la gestión del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPPA) como ente rector de las políticas ambientales del país, determinándose su situación actual y deseable, a través de la planificación estratégica e instrumentos de investigación.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Hidrosfera

Chow *et al.* (1994), definen que la hidrosfera como el espacio que se extiende desde unos quince kilómetros arriba de la atmósfera hasta un kilómetro por debajo de la litosfera o corteza terrestre. El agua circula en la hidrosfera a través de un laberinto de caminos que constituyen el ciclo hidrológico.

Méndez (2006), señala que representa la masa de agua que se encuentra en la superficie de la tierra y en zonas poco profundas de la corteza. La hidrosfera es muy dinámica y se encuentra en un movimiento constante de renovación, puesto que la evaporación de las aguas en los océanos, lagos y ríos, se mueve a través de la atmósfera antes de ser nuevamente precipitada en forma de lluvia y nieve.

1.2.2 Clima

Sarmiento (1974), señala que es el estado medio de los procesos meteorológicos que se desarrollan sobre un espacio geográfico amplio durante un largo periodo de tiempo.

El clima se encuentra determinado por una serie de factores de incidencia ecológica que son fruto de oscilaciones influjos cósmicos y de una dinámica atmosférica permanente. De esto resulta el establecimiento de amplias zonas climáticas debido a diferentes tipos de climas.

El clima refleja una situación estable, permanente. Existen numerosas definiciones del clima, pero todas ellas van asociadas en una u otra forma a estadística que se tiene de los valores del tiempo durante un gran número de años. Los valores "promedios" y los "normales" de un determinado elemento del tiempo se utilizan para identificar al clima local (Sánchez, 1999).

FECYT (2004), define el clima como una valoración promedio de las temperaturas y precipitaciones invernales, donde se considera un periodo de tiempo de decenas de años para realizar dicha valoración.

Según OMM (1990), el clima es el estado del tiempo atmosférico, incluyendo su variabilidad, en una región geográfica; el período de agregación para obtener el promedio es típicamente varias décadas.

1.2.3 Principales elementos que influyen en el clima de Venezuela

De acuerdo con Uzcátegui y González (2000), se presentan los elementos que influyen en el clima de Venezuela:

Temperatura: La temperatura atmosférica depende de la cantidad de energía solar que absorben las tierras y los mares situados debajo de ella, y que luego irradian en forma de calor, que calientan "desde abajo" el aire con el que están en contacto. La

inclinación con que llegan a la superficie terrestre los rayos solares determina el montante de la radiación. A mayor verticalidad, mayor volumen de radiación.

De acuerdo con su latitud, Venezuela es un país intertropical o de las bajas latitudes, en donde los rayos solares caen verticalmente (poca inclinación), es por ello que Venezuela se encuentra entre los países que reciben mayor volumen de radiación solar, lo que da lugar a que las temperaturas venezolanas (exceptuando las de las altas montañas) sean elevadas a lo largo de todos los meses del año.

Precipitación: En Venezuela, como en todos los países de las bajas latitudes, donde la insolación es muy elevada, predominan las precipitaciones de tipo convectivo. Las lluvias de convección son el producto del calentamiento excesivo de la superficie de tierras y aguas, que origina el ascenso de corrientes verticales de aire caliente y húmedo. Al alcanzar un nivel elevado dentro de la troposfera, el descenso de la temperatura produce la condensación del vapor de agua y la formación de densas nubes.

Otro tipo de precipitaciones comunes en Venezuela son las orográficas, las cuales se originan cuando grandes masas de aire húmedo, al encontrar a su paso barreras montañosas, se ven forzadas a ascender. El enfriamiento adiabático originado por el ascenso provoca la condensación y la precipitación de la humedad en las laderas de barlovento de las montañas.

En tal sentido, la temporada de lluvia se debe al desplazamiento de la convergencia intertropical (ZCIT), los vientos Alisios del Noreste y a la presencia de los frentes fríos del Norte.

La evaporación y la humedad: La gran intensidad de la radiación en Venezuela, debida a la latitud, da lugar a un alto promedio de evaporación. Esta evaporación, en varias áreas, hace que la tierra pierda pronto gran parte de la humedad recibida por medio de la precipitación. Como el aire, según se va calentando, puede contener mayor volumen de vapor de agua, la humedad relativa

equivale a la relación entre la cantidad real de vapor de agua que contiene la atmósfera en un momento dado (humedad absoluta) y la cantidad máxima que podría contener a esa temperatura. En Venezuela la humedad relativa es notablemente alta.

Nubosidad: El vapor de agua, al elevarse y alcanzar los niveles más fríos de las capas superiores de la troposfera, da lugar a la formación de las nubes. La nubosidad actúa como un elemento modificador de la temperatura. El promedio de nubosidad en el litoral venezolano es de 4 a 4 ½ décimos.

Vientos: Los vientos son un elemento del clima; pero al mismo tiempo son un factor modificador, puesto que, según su dirección e intensidad, influyen sobre las temperaturas y precipitaciones de las regiones sobre las cuales pasan.

1.2.4 Hidrología

La Hidrología, es "La ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y a los procesos involucrados en la parte continental de dicho ciclo, es decir, es la geociencia que describe y predice (Dingman, 1994):

- Las variaciones espaciales y temporales del agua en las etapas terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global y;
- El movimiento del agua sobre y debajo de la superficie terrestre, incluyendo los procesos químicos, físicos y biológicos que tienen lugar a lo largo de su trayectoria".

Según Chow *et al.* (1964) existen varias definiciones de hidrología, pero la más completa es la del U.S. Federal Council for Science and Technology (1962), quizás la siguiente: "es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos".

También es conveniente mencionar la definición que plantea la Organización Meteorológica Mundial, por que destaca la importancia de la hidrología en relación

con los recursos hidráulicos de la tierra y su aprovechamiento. "Hidrología es la ciencia que trata de los procesos que rigen el agotamiento y recuperación de los recursos de agua en las áreas continentales de la tierra y en las diversas fases del ciclo hidrológico" (Cahuana & Yugar, 2009).

1.2.5 Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico está compuesto por diferentes variables, las cuales se relacionan entre sí por medio de los procesos hidrológicos. En general, se entiende por proceso a una serie de acciones que producen un cambio o desarrollo en un sistema y para el caso particular de la Hidrología, los procesos están asociados con aquellos fenómenos que intervienen tanto en el movimiento del agua como en los cambios que sufre ésta en sus características físicas, químicas y biológicas al desplazarse por diversos medios (Breña & Jacobo, 2006).

El ciclo hidrológico se puede representar como un sistema, es decir, como una estructura o volumen en el espacio, delimitada por una frontera, cuyos componentes internos interactúan entre sí o con otros sistemas adyacentes (Chow, Maidment, & Mays, 1994). Los componentes del sistema serán las variables hidrológicas y los procesos que las relacionan entre sí; los sistemas adyacentes serán aquellos que tienen como límites comunes las capas altas de la atmósfera y los sistemas geológicos profundos (Breña & Jacobo, 2006).

Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin; y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y



una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente (Aparicio, 1989).

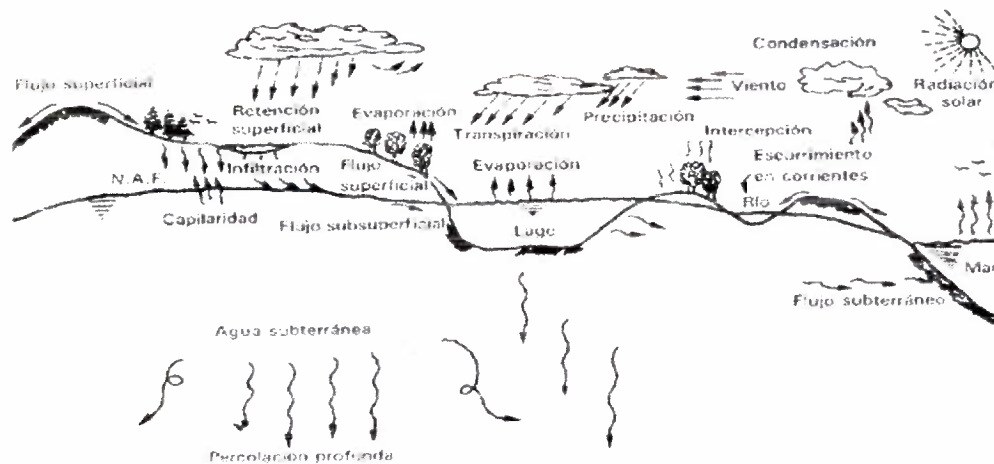


Figura 1. Ciclo Hidrológico.

Fuente: Aparicio (1989).

De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua, como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las corrientes, el mar u otros cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar (Aparicio, 1989).

1.2.6 Caudal

El caudal se define como el volumen de escurrimiento por unidad de tiempo, que pasa de manera continua durante todo un año por una determinada sección transversal de un río (Aparicio, 1989). Cahuana y Yugar (2009) lo define como el volumen de agua que pasa por determinada sección transversal del cauce del río en un intervalo de tiempo y se expresa en m^3/s o Ltr/s.

El caudal es la cantidad de agua que pasa en un cierto instante a través de una sección. El caudal, siendo una de las variables más importantes en estudios hidrológicos se mide indirectamente en función del nivel de la corriente (y el área de la sección) y la velocidad del flujo (caudal es igual a área por velocidad). La determinación de caudales para diferentes niveles, permite el cálculo de la relación altura/caudal o tabla de calibración o curva si se grafican los valores (Fattorelli & Fernandez, 2011). Los términos caudal, gasto y descarga son sinónimos (Chereque, s/f).

1.2.7 Escorrentia

Usualmente cuando la tasa de la precipitación o de la fusión nival excede la tasa de infiltración superficial, el exceso de agua comienza a acumularse temporalmente en pequeñas depresiones de la superficie del suelo o simplemente escurre convirtiéndose en escorrentía superficial (Fattorelli & Fernandez, 2011).

De acuerdo con el ciclo hidrológico, el escurrimiento se puede definir como la porción de la precipitación pluvial que ocurre en una zona o cuenca hidrológica y que circula sobre o debajo de la superficie terrestre y que llega a una corriente para ser drenada hasta la salida de una cuenca o bien alimentar un lago, si se trata de cuencas abiertas o cerradas, respectivamente (Breña & Jacobo, 2006).

Ahora bien, Breña y Jacobo (2006), explica que el escurrimiento que se presenta en un cauce es alimentado por cuatro fuentes diferentes y cada uno de ellos tiene características muy peculiares, tal como se menciona a continuación.

Precipitación directa sobre el cauce: Es un aporte modesto comparado con los volúmenes asociados a las otras fuentes; esto se debe principalmente a la pequeña superficie que generalmente abarcan los ríos y corrientes.

Flujo subsuperficial: Los volúmenes asociados a este escurrimiento varían en el tiempo y en el espacio. En la época de estiaje podrán descargar a un ritmo casi constante, formando corrientes perennes. En otros casos sólo aportarán cantidades

suficientes para mantener por algunas semanas más, después de las últimas lluvias, el gasto en un cauce, formando así las corrientes intermitentes.

Flujo base: Es el aporte de un sistema acuífero somero a un cauce determinado. En el caso en que una parte de la cuenca se encuentre perturbada por alguna obra hidráulica tal como una presa, un sistema de riego, entre otros., entonces el gasto base corresponderá a los volúmenes asociados con la operación de dichas obras.

Escorrimento directo: Es aquel volumen asociado a la precipitación, es decir, el flujo remanente una vez que quedan definidas las primeras tres fuentes.

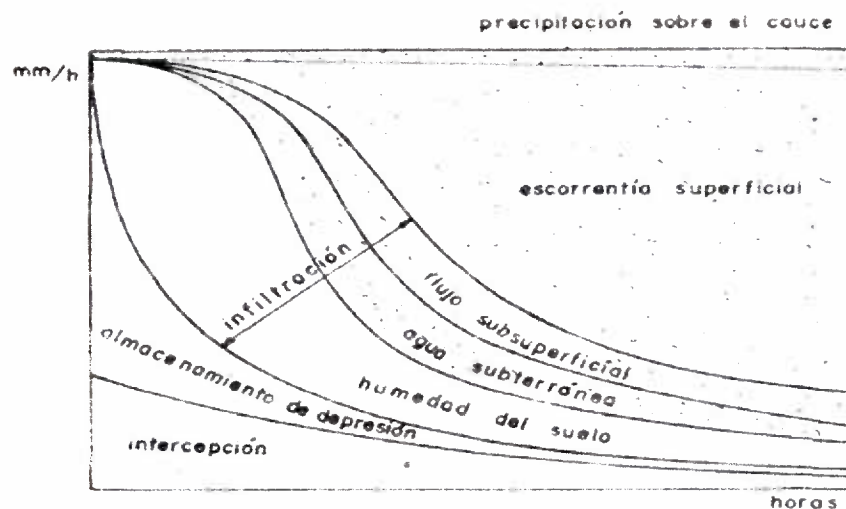


Figura 2. El ciclo de la escorrentía.

Fuente: (Chereque, s/f).

El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca. El agua proveniente de la precipitación que llega hasta la superficie terrestre sigue diversos caminos hasta llegar a la salida de la cuenca. Conviene dividir estos caminos en tres clases: escurrimiento superficial, escurrimiento subsuperficial y escurrimiento subterráneo (Aparicio, 1989). El

escurrimiento de un cauce, normalmente se mide en las tres formas siguientes (Cahuana & Yugar, 2009):

- 1) En unidades de gasto, volumen en la unidad de tiempo. (m^3/s) o ($Hm^3/año$).
- 2) En unidades de gasto unitario, ($m^3/seg./km^2$) o ($Hm^3/km^2/año$).
- 3) En lámina equivalente sobre la cuenca, en mm/día, mm/mes o mm/año.

1.3 Bases legales

Resulta oportuno, presentar algunas bases legales relacionadas con el comportamiento de las precipitaciones en Venezuela, desde la **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**, que establece en el artículo 127 del Capítulo IX de los Derechos Ambientales, que “es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. También expresa, que toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado...; es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley” (Venezuela, 1999).

Por otra parte, se encuentra la **Ley Aprobatoria del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**, Gaceta Oficial N° 38.081 del 07 de diciembre de 2004, que en su artículo único expresa: “Se aprueba en todas sus partes, y para que surta efectos internacionales en cuanto a la República Bolivariana de Venezuela se refiera, el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", adoptado en la ciudad de Kyoto-Japón, el 11 de diciembre de 1997”. Es importante mencionar, que en el artículo 2 de dicho Protocolo se presentan políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo entre otras, las siguientes (Venezuela, 2004):

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
- Protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente: promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación;
- Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático;
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;
- Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.

Asimismo, la **Ley Orgánica del Ambiente** tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir... al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad (Venezuela, 2006).

De acuerdo con lo anterior, el artículo 56 de dicha ley (op.cit.) establece que para asegurar la sustentabilidad del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, se deberán conservar los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y capacidad de recarga de los acuíferos. Por otra parte, el artículo 60 en cuanto a la conservación de la calidad de la atmósfera, se considera en el numeral 4 establecer prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y la utilización de tecnologías, en lo que se refiere a la emisión de gases y partículas, entre otros,... que inducen el cambio climático.

En el Artículo 80, se consideran actividades capaces de degradar el ambiente: las que directa o indirectamente contaminen o deterioren la atmósfera, agua, fondos marinos, suelo y subsuelo o incidan desfavorablemente sobre las comunidades biológicas, vegetales y animales; las que alteren las dinámicas físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua; las que afecten los equilibrios de los humedales; las que modifiquen el clima; y otras más.

De acuerdo con esto, La **Ley de Meteorología e Hidrología Nacional**, Gaceta Oficial N° 5.833 del 22 de diciembre de 2006, tiene por objeto la regulación, coordinación y sistematización de la función meteorológica e hidrológica nacional; y declara en el artículo 4, que el Ministerio con competencia en la materia ambiental, es el órgano rector de la función meteorológica e hidrológica nacional, encargado de la regulación, formulación y seguimiento de las políticas en esta materia, y regulará a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), la generación de información básica y operación de las redes nacionales que conformen el Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología (Venezuela, 2006).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 General

- Evaluar el comportamiento de las precipitaciones y su influencia en sobre los drenaje del municipio Guanare, estado Portuguesa.

2.2 Específicos

- Analizar los registros climatológicos para evaluar el comportamiento de las precipitaciones en la localidad de Guanare.
- Determinar las causas y efectos de los desbordamientos de márgenes en los drenajes naturales.
- Establecer estrategias y recomendaciones que permitan cumplir objetivos del manejo integrado de los sistemas de drenajes urbanos.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Área de estudio

Esta zona esta demarcada por la poligonal urbana del municipio Guanare, bajo la proyección del Planes de Desarrollo Urbano Local. En lo que respecta a la hidrografía que garantiza la red de drenajes urbanos, tenemos los caños y quebradas que nacen en el piedemonte, caso de quebrada vieja, las Piedras, El Pionio, Medero, Enriquera, Gracianera, La Colonia, San Rafael y Chiguira, reciben el escurrimiento generado en las colinas ubicadas entre los ríos Guanare y Portuguesa.

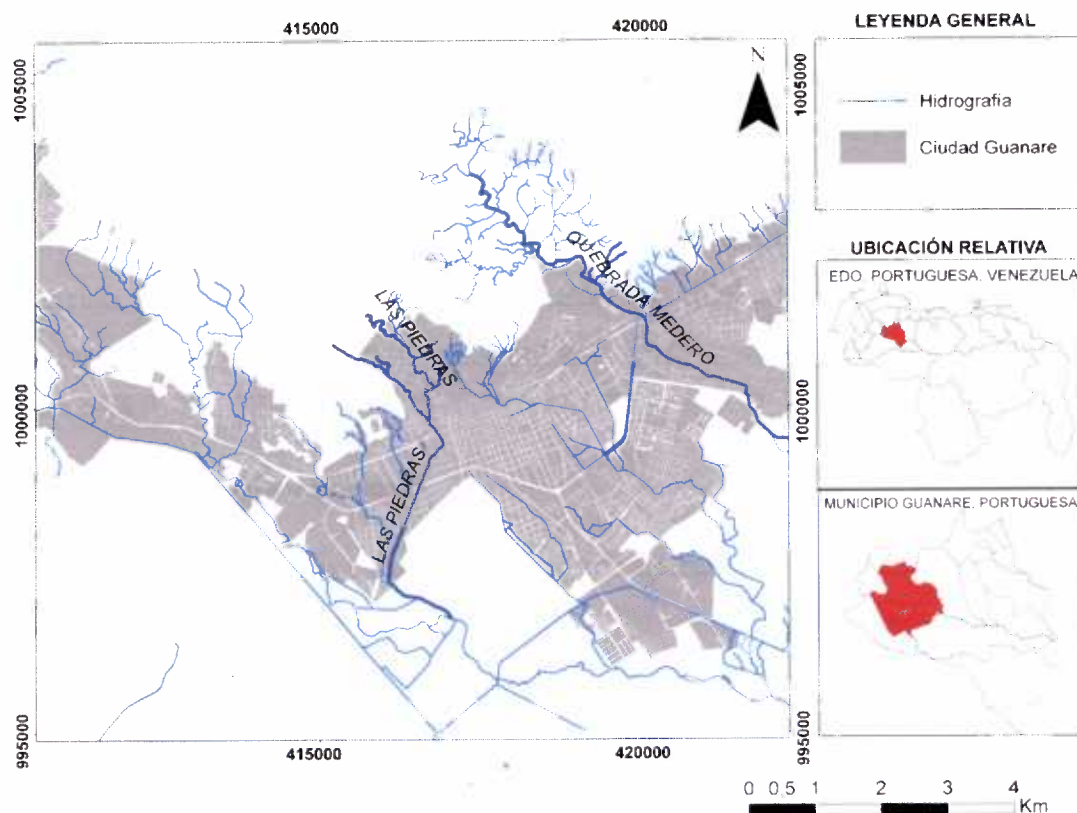


Figura 3. Ubicación relativa del área de estudio.

Facilitado por: Centro Cartográfico UNELLEZ-Guanare.

Generalmente actúan como colectores principales de drenaje de los conos de deyección, inundando las vegas de piedemonte, en donde por procesos naturales de formación de la planicie, tales como cambio brusco de pendiente y sedimentación de cauces, pierden su sección transversal, se desbordan y tallan un nuevo cauce, resultando así canales de sedimentación que caracterizan al acuífero en esta zona de piedemonte y la planicie.

3.2 Aspectos Físicos-Naturales

Se describen los aspectos físicos – naturales en base al Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Guanare (Alcaldía de Guanare, 2008).

3.2.1 Clima

Venezuela presenta un clima tropical con marcada estacionalidad. Las precipitaciones al igual que las temperaturas dependen de la latitud y altitud del lugar. Se distingue una época seca (Diciembre – Mayo) y una época lluviosa (Junio- Noviembre), que están muy relacionadas con el movimiento aparente del sol en su recorrido por nuestras latitudes. Cabe destacar, que en el área del estudio predomina el clima tropical lluvioso con una estación seca y una estación lluviosa muy similar a la del país.

3.2.2 Geomorfología y Suelos

El área de estudio presenta dos tipos de unidades fisiográficas, las cuales se describen a continuación:

Valles

Se caracteriza por ocupar áreas entre las montañas y el piedemonte a lo largo de los cursos de agua, el relieve es ligeramente inclinado (conos de deyección) con pendientes menores a 8 %.

En la superficie, los suelos presentan un gradiente de pendiente que varía entre 1 % y 8 %, son de escaso desarrollo pedogenético y los tipos a los cuales

pertencen son: Dystropepts, Hapludults y Humitropepts. Así mismo, en la parte baja de los valles las pendientes son inferiores a 2 % lo cual le confiere una condición de inundabilidad. Los suelos son de escaso desarrollo pedogenético y pertenecen a los tipos: Troperhens, Tropaquents, Dystropepts y Ustropepts.

Planicies Aluviales

En el área de estudio corresponde a las vegas de los cursos de los ríos Guanare por el oeste y Portuguesa por el este y las vegas menores de las quebradas: Medero, El Pionio, Las piedras, Las Pérez, La Chiguira, Las Flores, Italven, La Enriquera y Cavacas, en donde se ubica la ciudad de Guanare. Los suelos esta conformados por bancos y napas de desborde, de textura media bien drenados o mal drenados, ácidos y con mediano contenido de materia orgánica. Su pendiente varía entre 1% y 3%, taxonómicamente se clasifican como Ustropepts y Fluvaquents en la parte más alta y en la más baja predominan los de tipo Haplustalfs, Ustropepts y Epiaquals. Son suelos muy inestables, los cuales son afectados por el curso de los ríos y quebradas, además de una acción antrópica acelerada y devastadora.

3.2.3 Geología

Las formaciones geológicas donde se ubica el área de estudio son:

Formación Parángula

Ocupa extensiones importantes en el piedemonte Sur Andino, con la presencia de colinas. Consiste en conglomerados lenticulares de grano grueso, de color gris a verde y pardo claro a blanco, areniscas de grano fino en estratos macizos, con estratificación cruzada, limolitas y lodolitas abigarradas con tonos rojos, morados, pardo rojizos y pardo claros. Los conglomerados generalmente se presentan en capas lenticulares con espesores comunes entre 20 y 70 cm y con matriz arcillo-arenosa. La secuencia se hace menos conglomerítica en la parte superior y llegan a predominar arcillas. Espesor 550 m en la localidad tipo que aumenta hacia el sur y oeste hasta 1400 m. Suprayace en forma discordante a la Formación Pagüey e

infrayace discordantemente a la Formación Río Yuca. Los únicos fósiles autóctonos son granos de polen oxidados. La formación es continental y se depositó posiblemente en la zona de piedemonte. Edad: Mioceno.

Aguas subterráneas locales o discontinuas en sedimentos granulares. Permeabilidad baja a media.

Aspectos geotécnicos: Rocas duras a blandas que alteran a suelos de texturas medias a finas. Baja a media resistencia interna a la alteración. Baja a moderada estabilidad de taludes. Posible fuente de arcillas.

Formación Río Yuca

Se encuentra formando colinas en el piedemonte Sur Andino. La formación se compone principalmente de conglomerados de grano grueso (25%) en lechos macizos, areniscas micáceas y arcillosas, macizas con estratificación cruzada, friables y de grano medio a grueso, limolitas y arcillas macizas. Localmente se encuentran calizas delgadas de agua dulce y limolitas calcáreas. La presencia de colores gris verdosos la distinguen de la Formación Parángula. El espesor es de 2300 m en la localidad y disminuye hacia el nordeste y sureste. El contacto inferior con la Formación Parángula varía de discordante a concordante. El contacto superior con la Formación Guanapa es discordante. De la parte inferior de la formación fue obtenido un fósil de pereza gigante (*Prepothorium venezolanum*). El ambiente de sedimentación fue rápido y continental. Edad: Mioceno superior a Plioceno.

Aguas subterráneas locales o discontinuas en sedimentos granulares, permeabilidad baja a media.

Aspectos geotécnicos: Rocas poco consolidadas que alteran a suelos de texturas medias a finas. Baja a media resistencia interna a la alteración. Baja a moderada estabilidad de taludes.

Formación Guanapa

Se encuentra formando terrazas altas y mesas en el piedemonte Sur Andino. Consiste en conglomerados, arenas y arcillas macizas, con estratificación cruzada mal consolidado y escogimiento pobre. El espesor varía de 5 a 250 m. Sus contactos son discordantes tanto sobre las rocas más antiguas como debajo de sedimentos más recientes. No se han encontrado fósiles. El ambiente de sedimentación es continental.

Aguas subterráneas generalmente presentes. Su abundancia depende del espesor de la formación. Permeabilidad media a alta.

Aspectos geotécnicos: Rocas poco consolidadas que alteran a suelos de texturas gruesas a finas. Baja resistencia interna a la alteración. Estabilidad de taludes moderada a alta.

Aluviones

Ocupan grandes planicies en el sector Sur Occidental. Consiste en gravas, arenas, limos y arcillas acumuladas en valles y planicies durante el fin del Pleistoceno. Los materiales más gruesos (grava y arena) son más comunes en los valles y próximos al piedemonte. En las planicies más alejadas del piedemonte son más comunes arenas y arcillas, las últimas algunas veces expansibles. Los acuíferos frecuentemente son de alto rendimiento. La permeabilidad es variable, pero frecuentemente alta.

3.3 Aspectos Biológicos

Se describen los aspectos biológicos en base al Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Guanare (Alcaldía de Guanare, 2008).

3.3.1 Vegetación

La composición florística que presenta el área de estudio es muy variada, caracterizada por el relieve, paisaje y pequeñas asociaciones aisladas enmarcadas en los tipos de formaciones Vegetales como son: Bosques Seco Tropical, Bosques de

Galería y Sabana. La vegetación existente no supera un 15% del total del área, además de estar muy dispersa e intervenida. En tal sentido, se puede inferir que la situación actual de la vegetación tiene su origen en la intervención antrópica ordenada y desordenada para llevar a cabo el desarrollo urbano, industrial y turístico que es producto de las presiones que demanda el crecimiento demográfico. En el paisaje de montaña se encuentran algunas especies como: Chaparro (*Caralella americana*), Chaparro Manteco (*Birsonima cassifolia*), Bototo (*Cochlospermum vitifolium*) Corozo (*Acronomia aculeata*), pasto yaguara (*Hyparrhenia rufa*), Estoraque (*Vernonia brasiliana*), Bledo (*Amaranthus dubius*), Cañafistola (*Cassia moschata*), Yagrumo (*Cecropia peltata*), Mijao (*Anacordium excelsum*) y varias especies aisladas entre las cuales destacan: Guacimo (*Guazuma ulmifolia*), Cedro (*Cendrella odorata*), Ceiba (*Ceiba pentadra*), Jobo (*Espondias mombis*), Algarrobo (*Hymenaea courbaril*), Drago (*Pterecoarpus podocarpus*), Apamate (*Tabebuia rosa*), Araguaney (*Tabebuia chrysantha*), Mora (*Mora excelsa*), Saman (*Samanea saman*) y gran abundancia de Higuerón (*Fiens urbaniana*) y Gamelote (*Paspalum plicatulum*).

3.3.2 Fauna

Existe un número considerable de especies de la avifauna que pernotaban y se desplazan sobre todo en las pequeñas asociaciones vegetales (bosques de galerías con pequeñas comunidades de Palmeras, Jobo, Mijao y pastizales), ubicadas en diferentes tramos después de las márgenes definidas del cauce de los cuerpos de agua. Se encuentra fauna acuática en la estación seca, en los sitios de estancamientos de agua, mientras que en la estación lluviosa es difícil visualizar la existencia de especies motivado a la presencia de los niveles de agua.

Cabe destacar que la mayoría de las especies a excepción de la fauna acuática, se desplazan hacia las zonas ribereñas del cauce de las quebradas que es donde se ubican actualmente las manchas de vegetación, en tal sentido, el desplazamiento obedece a la intervención antrópica de los habitantes, por lo tanto, las especies sobrevivientes se apoyan en estas áreas para realizar sus funciones vitales y así

mantener sus población a través del tiempo.

3.4 Metodología

3.4.1 Tipo de Investigación

Para el comportamiento de precipitaciones y la influencia sobre los sistemas de drenaje urbano en la poligonal del municipio se aplicó la investigación no experimental que comprende información documental y explicativa de la precipitación como fenómeno que condiciona la planificación de obras hidráulicas.

Se establece que un diseño no experimental es: "La que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de investigación donde no se hace variar intencionadamente las variables independientes. Lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos" (Hernández *et al.* 2007).

La investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática, en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o que son inherentemente no manipulables. Hacen inferencias sobre las relaciones entre variables, sin intervención directa sobre la variación simultánea de las variables independientes y dependientes (Kerlinger & Lee, 2002).

3.4.2 Diseño de la investigación

El trabajo se desarrolló en tres etapas: Recopilación de información climática básica del área de estudio, caracterización de la hidrografía del área de estudio para determinar las principales causas de las inundaciones, y la formulación recomendaciones para el manejo del área.

Se realizó una investigación documental para garantizar la información bibliográfica con el fin de caracterizar el área de estudio en base a sus factores físicos-naturales. Para obtener información referente a registros de precipitaciones y

caracterización hidrográfica se hicieron visitas y consultas institucionales al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, organismo responsable de la información meteorológica en el estado, Universidad Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), Alcaldía del municipio Guanare y Protección Civil.

Se realizaron recorridos de campo para evaluar el estado actual de los drenajes urbanos donde se pudo hacer una apreciación general y seguidamente se inspeccionaron las quebradas priorizadas para esta investigación, Las Piedras y Medero con la finalidad de evaluar las condiciones particulares que caracterizan estos colectores naturales y procesar en la oficina el levantamiento de la información básica obtenida.

Con la información obtenida se determinaron los principales problemas de drenaje urbano de la ciudad de Guanare, análisis del comportamiento de las precipitaciones, conjuntamente con las acciones antrópicas que ocasionan el acelerado proceso erosivo de la cadena de colinas que caracterizan al municipio en el aspecto geomorfológico y estratigráfico de Norte a Sur. Se evaluó las acciones de los organismos públicos en el mantenimiento preventivo de limpieza de cauces y escombros para mitigar los problemas de drenaje.

Con la información recopilada y el diagnóstico de la situación actual de los principales drenajes de Guanare, se plantearon recomendaciones que permitirán mejorar el problema de inundaciones urbanas que generan grandes incomodidades a las personas, especialmente en periodo de lluvias y las cuales son una de las causas del deterioro de infraestructuras, problemas de salud pública y pérdida de bienes materiales de dominio público y particular.

3.4.3 Población y muestra

Para el desarrollo de la investigación, de un total de ocho (08) caños y quebradas principales se tomó una muestra de dos drenajes que representan una

relevante importancia en su función de drenaje, la quebrada Las Piedras ubicada al Oeste y la quebrada Medero ubicada al Este del municipio. Estos dos cauces poseen características muy particulares y representativas para diagnosticar las principales debilidades y fortalezas de los sistemas de conducción de agua de drenaje en el área urbana.

Precipitación

Como se aprecia

el estudio es de T. P.

temperaturas altas

húmeda 277,3 mm

estacional en

mayo-octubre

transición de

monte

Temperatura

28,33 Mes

19,47 12,5

MARN, 7,5

El régimen

estacional en el

transición de

mayo en el

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de los registros climatológicos para evaluar el comportamiento de las precipitaciones en la localidad de Guanare.

➤ Precipitación

Como se aprecia en la Tabla 1 y en la Figura 4, la precipitación media en el área de estudio es de 1.776,26 mm., para un periodo de registro de 30 años. Los valores mensuales alcanzaron resultados que varían desde 38 mm en el mes de enero (mínima) hasta 277,1 mm en el mes de junio (máximos), esto indica la presencia de un régimen estacional unimodal. Así mismo, la estación lluviosa está enmarcada entre los meses mayo -octubre y la estación seca entre los meses enero-diciembre, con los meses de transición abril y noviembre, para las estaciones lluviosa y seca respectivamente.

Tabla 1. Promedio mensual y anual de precipitación (mm).

MESES AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978 - 2008	9.80	17.47	33.53	146.1	239,26	277.1	246.2	233.6	233.0	201.9	116.4	30.9	1.775,26

Fuente MARN, 2008

El régimen estacional unimodal de Guanare no genera variaciones significativas en el transcurso de los años, pero que tiene una diferencia muy marcada en el incremento del volumen de agua entre el periodo seco y el lluvioso que crea variaciones en los drenajes naturales y artificiales.

Fuente MARN

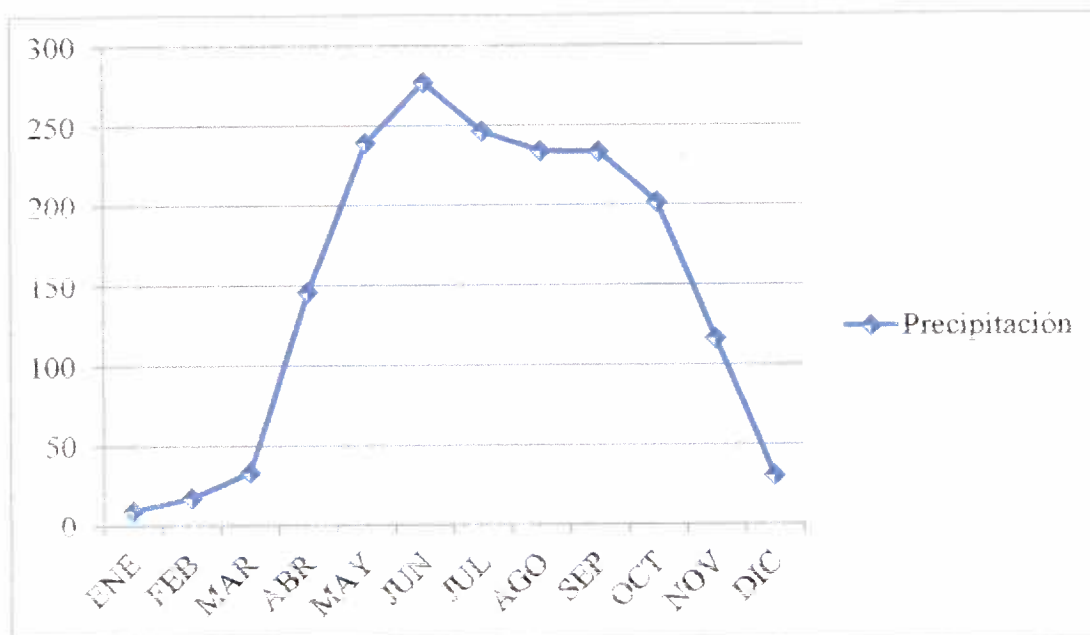


Figura 4. Promedio mensual de precipitación.

➤ Evaporación

Los valores varían desde un valor mínimo de 113,1 mm en el mes de junio hasta un valor máximo de 211,84 mm en el mes de marzo, así mismo, la evaporación media anual es de 1.758,3 mm. Cabe destacar que los meses de diciembre-marzo están enmarcados en la estación de sequía, donde la evaporación media es de mayor y los meses de abril-noviembre en la estación lluviosa y transición, durante este lapso la evaporación media es menor (Véase la tabla 2 y figura 5).

Tabla 2. Datos mensuales y anuales de evaporación (mm)

MESES AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978 - 2008	179,15	189,01	211,84	159,97	129,35	113,1	118,3	124,7	130,6	133,4	128,4	140,5	1.758,3

Fuente: MARN, 2008



Figura 5. Promedio mensual de evaporación.

➤ Humedad Relativa

La Humedad Relativa presenta un valor mínimo de 60% durante el mes de marzo y un valor máximo de 79% entre los meses de junio-agosto. Durante la estación lluviosa y meses de transición, la humedad relativa (relación en porcentaje entre la cantidad actual de vapor de agua en la atmósfera, con la cantidad máxima que podría contener el aire si estuviera saturado a la misma temperatura) tiene sus valores altos, mientras que la estación seca (diciembre-marzo), se observan los valores menores. Véase la tabla 3 y figura 6 donde se muestran los valores promedios y tendencia de la humedad relativa respectivamente.

Tabla 3. Datos mensuales y anuales de humedad relativa media (%).

MESES / ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978 - 2008	65	61	60	67	75	79	79	79	76	76	74	70	72.0

Fuente: MARN, 2008.



Figura 6. Promedio mensual de humedad relativa

➤ Temperatura

El promedio anual para el periodo de registro es de 26,4 °C, con una mínima de 25,3°C en el mes de julio y una máxima de 28,1°C durante el mes de marzo, siendo la variación entre ambos valores de 12,8 °C y la desviación estándar (σ^2) de los promedios mensuales con respecto a la media de 1,3 °C. Véase tabla 4 y figura 7, donde se muestran los valores y tendencias promedios de la temperatura respectivamente. Cabe destacar, que en los datos registrados, solo en el año 1998 se observan valores puntuales entre 29,9 °C y 32 °C, pero en el área de estudio donde se ubica la ciudad de Guanare se han registrado valores que superan los 38 °C.

Tabla 4. Datos mensuales y anuales de temperatura (°C).

MESES ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978 – 2008	26,4	27,3	28,1	27,5	26,3	25,4	25,3	25,6	26,2	26,5	26,4	26,1	26,4

Fuente: MARN, 2008.



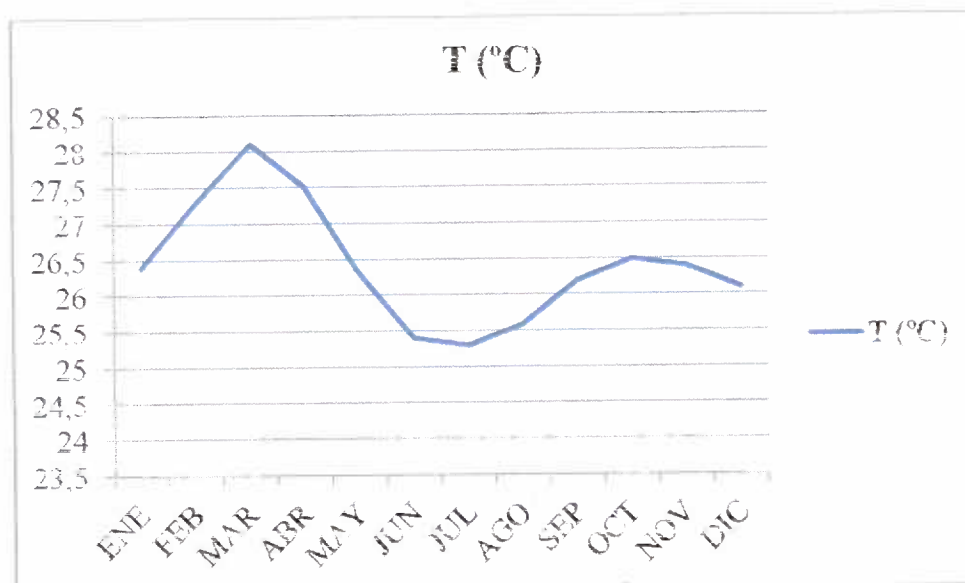


Figura 7. Promedio mensual de temperatura.

➤ Vientos

La velocidad media anual del viento a 2,0 m sobre la superficie del suelo es de 3,5 km/h para un periodo de registro de 1980-2004. Véase tabla 5 y figura 8, donde el valor mínimo es de 2,7 km/h y ocurre durante los meses de agosto y septiembre, mientras que el valor máximo es de 4,6 km/h y se observa en los meses de febrero y marzo.

Tabla 5. Datos mensuales y anuales de viento. Velocidad media (km/h).

MESES AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978 – 2004	3,9	4,6	4,6	4,3	3,7	3,0	2,8	2,7	2,7	2,8	3,0	3,3	3,5

Fuente: MARN, 2008.

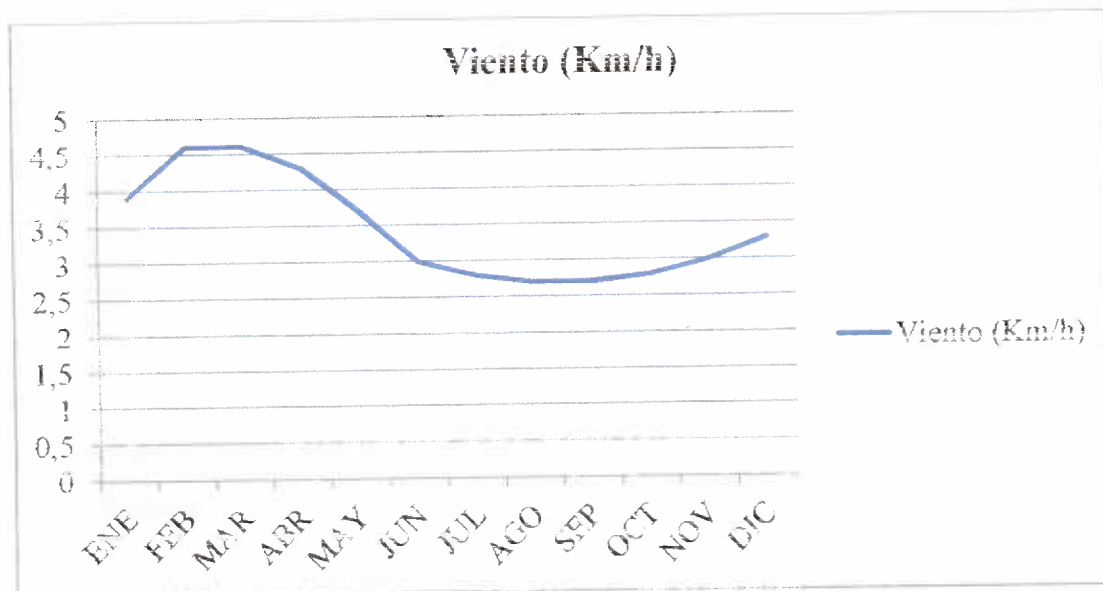


Figura 8. Promedio mensual de velocidad del viento.

➤ Zona de Vida

El área de estudio se ubica dentro de la zona de vida bosque seco tropical, la cual es la más importante de país por ser la de mayor extensión, así mismo, por presentar características especiales para el desarrollo agropecuario, forestal, urbano e industrial del país. Sus límites altitudinales varían desde el nivel del mar hasta 1.000 m.s.n.m. Como altura superior y temperatura superior a 24 °C. Véase en la figura 9, las posiciones de las regiones altitudinales y las figuras del sistema mundial de zonas de vida.

4.2 Causas y efectos de los desbordamientos de márgenes en los drenajes naturales.

En el caso específico de la poligonal urbana de Guanare, se presentan problemáticas en los procesos de drenaje, debido a causas antrópicas que generan altos volúmenes de sedimentación que colmatan la sección hidráulica de los cauces y ocasionan desbordamientos por su insuficiencia en la sección de flujo. En el caso de las redes de drenaje urbanos, presentan acumulaciones de basura y sedimentos, que provocan disminución en el tránsito del agua, situación que se hace evidente en las

precipitaciones máximas desde Mayo a Octubre. El conocimiento de la distribución espacial de la red hidrográfica y su patrón de drenaje, son fundamentales para diseñar el manejo del recurso hídrico que está gobernado por las variaciones de las precipitaciones.

Las unidades geomorfológicas presentan un factor natural determinante en las áreas afectadas por inundaciones periódicas en el municipio Guanare. La planicie aluvial, por ejemplo, responde a unos patrones fisiográficos definidos por el banco-bajío-estero, elementos relacionados con procesos naturales de inundaciones y desbordamientos de quebradas, caños y ríos (Hernández, 2009).

La condición estratigráfica indica que los problemas de desbordamiento de agua como se observa en la figura 19, se presentan mayormente en zonas intermedias y bajas por presentar decantación de sedimentos.

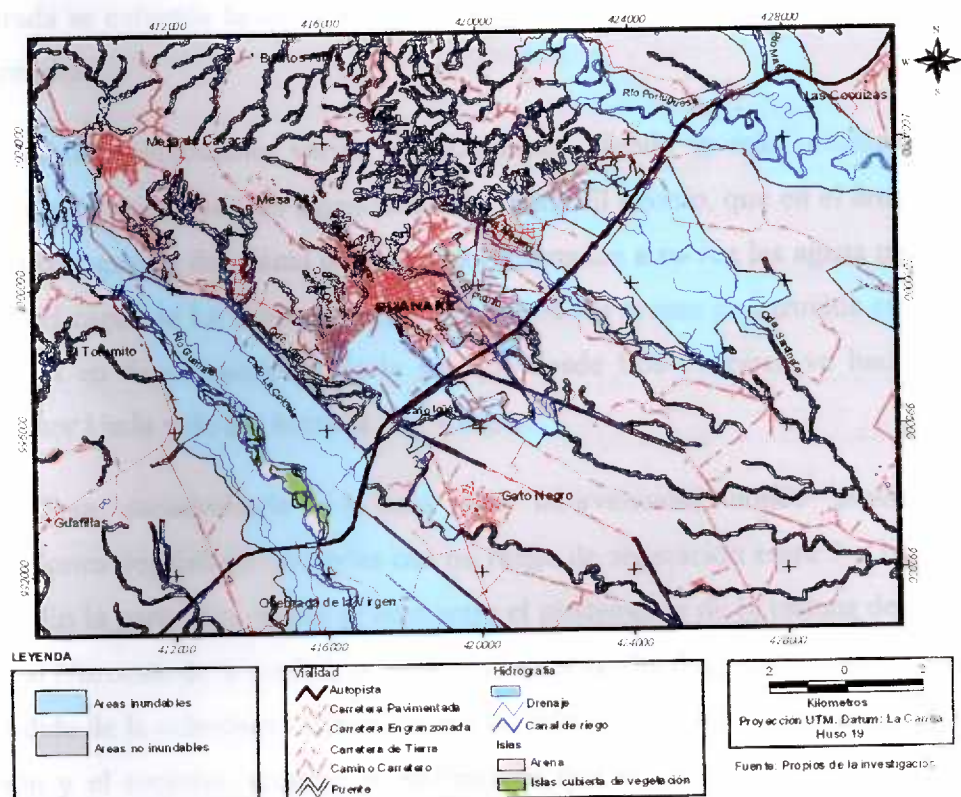


Figura 9. Zonas inundables del área de influencia de la ciudad de Guanare.

Fuente: Quintero (2003).

A continuación de caracterizan las quebradas Medero y Las Piedras, tomadas como áreas pilotos en el estudio (Alcaldía de Guanare, 2008).

Caracterización Quebrada Mederos.

Se ubica entre las coordenadas geográficas $69^{\circ} 45' 0''$ de longitud oeste y $9^{\circ} 5' 24''$ de latitud norte, al Nor-este de la ciudad de Guanare. La quebrada Medero se encuentra conformada por tributarios: 63 de orden 1, 17 de orden 2 y 5 de orden 3. La misma atraviesa los barrios Medero I y II, es lindero natural de los barrios 19 de Abril, Unión, Los Malabares, 23 de Enero, Urb Fermín Toro, entre otros, registrándose inundaciones periódicas en estos sectores a causa del incumplimiento de los retiros por un lado, y por las características del material de arrastre que tiene la quebrada, y del tipo de suelo predominantemente arenoso de sus orillas. Dicha quebrada se extiende hasta el SE de la ciudad convirtiéndose en un caño de régimen intermitente.

Existe igualmente varias canalizaciones, siendo la más prominente por su extensión la que deriva las aguas de la Quebrada El Peonío, que en el área de estudio es la prolongación del Canal de Hopensa (que recibe a su vez las aguas pluviales que recoge el canal de La Comunidad), así como de los drenes construidos en ocasión de la puesta en funcionamiento de la vía que desde Los Próceres va hacia el Barrio Monseñor Unda y de allí hacia la Av. Vargas.

Esta caracterizada por una alta intervención, donde predominan las ocupaciones ilegales de viviendas con un rango de separación entre 5 a 15 metros del cauce. En la parte alta, donde se encuentra el piedemonte de la cadena de colinas que están al Noroeste de la ciudad, se pudo distinguir la alta degradación de los suelos por la pérdida de la cobertura vegetal, la cual ha sido la causante del acelerado proceso de erosión y el sucesivo arrastre de sedimentos que se han ido depositando en zonas bajas, disminuyendo así la sección de transporte del agua y ocasionando desborde por la ya referida insuficiencia hidráulica.

Otro aspecto muy importante que ocasionan los problemas de inundación en la quebrada Medero, es la excesiva acumulación de basura que arrojan los habitantes aledaños al cauce, produciendo obstrucciones en el libre curso del agua. Las zonas netamente críticas que se ven muy afectadas en los meses de lluvia, son: Barrio 19 de Abril, Malavares, Fermín Toro y el canal de prolongación de Hopensa que recibe diferentes tributarios. Por lo que se puede concluir que a pesar de la existencia de una gran cantidad de factores que limitan el libre flujo del agua, se pone de manifiesto un transporte de doble propósito que comprende agua y sedimentos que configuran la alteración de un modo espacial y temporal entre erosión y sedimentación condicionando el espacio necesario para la gran variabilidad de caudales que ocasionan los desbordamientos a lo largo de la zona Este de Guanare.

Caracterización Quebrada Las Piedras

Nace al Norte de la ciudad de Guanare, sector Mesa Alta y se ubica geográficamente $09^{\circ} 02'$ y $09^{\circ} 05'$ de latitud norte y $69^{\circ} 45'$ y $69^{\circ} 47'$ de longitud oeste. Desde su nacimiento hasta aguas arriba del puente en la Carrera 3, discurre en sentido noreste-sureste por una zona arbolada muy intervenida que, a medida que se acerca al sector urbano de alta densidad de población, se ve ocupada por viviendas ribereñas peligrosamente cercanas al cauce. Aguas arriba del puente sobre la Carrera 5 se pudieron apreciar muchos sitios erosionados por la alta velocidad de las aguas; esto aumenta la inestabilidad estructural de las viviendas ribereñas. Existen problemas serios de erosión local; asimismo, existe un tramo de 1 Km revestido en concreto y sus riberas han sido ocupadas por viviendas del Barrio Las Américas, San Antonio, El Bolsillo, Ameriquitas, Nuevas Brisas y por otros barrios marginales.

En la zona protectora de este cuerpo de agua se puede observar la disminución en más de un 50% de la vegetación autóctona que cumplía una función de conservación de las riberas, así como también retención y aporte de agua. La situación está caracterizada por una elevada intervención antrópica con residencias, comercios y vías de tierras que requirieron la deforestación de la mayor parte de la

vegetación, esto originó problemas graves de erosión, arrastre y sedimentación de material, a lo largo de la red de drenaje de la ciudad de Guanare. Lo antes expuesto, establece la relación causa-efecto que denotan las consecuencias de la inundación en problemas de salud pública, incertidumbre en la calidad de vida para los sectores aledaños a los drenajes naturales, mayor gasto público en mitigar los efectos en periodos de lluvia.

Las franjas de protección ambiental son inexistentes, debido a que no se le ha dado la importancia que representan las zonas protectoras de cauces de agua y por tal razón el impacto ambiental se hace más predominante en los procesos de actividad de los fenómenos. Otro elemento que contribuye a los desbordamientos urbanos, es la baja conciencia colectiva al colmatar las quebradas que atraviesan la ciudad de escombros y basura, sumado a eso la falta de mantenimiento del material vegetal que frena la velocidad del agua, produciendo un remanso y problemas de fluidez no soportando las lluvias de intensidad-duración.

Algunas características de otros cauces de agua en el área de estudio.

➤ Quebrada La Chigüira

También nace al Norte de la ciudad de Guanare, en las Lomas de Buenos Aires; atraviesa bajo la Avenida Fernández de León por una alcantarilla metálica abovedada de 2,4m de base y 1,7 de altura y continua en dirección Sur por el lado Oeste del Estado Olímpico hasta descargare en la Quebrada Las Flores, inmediatamente aguas arriba de la Avenida Bolívar. Sobre su margen izquierda, antes de la confluencia, hay evidencias de una zona inundable donde probablemente se amortiguan los gastos máximos, así como también, la zona protectora de ambas márgenes se encuentran muy intervenidas y ocupadas por viviendas. Véase las figuras 9 y 10.

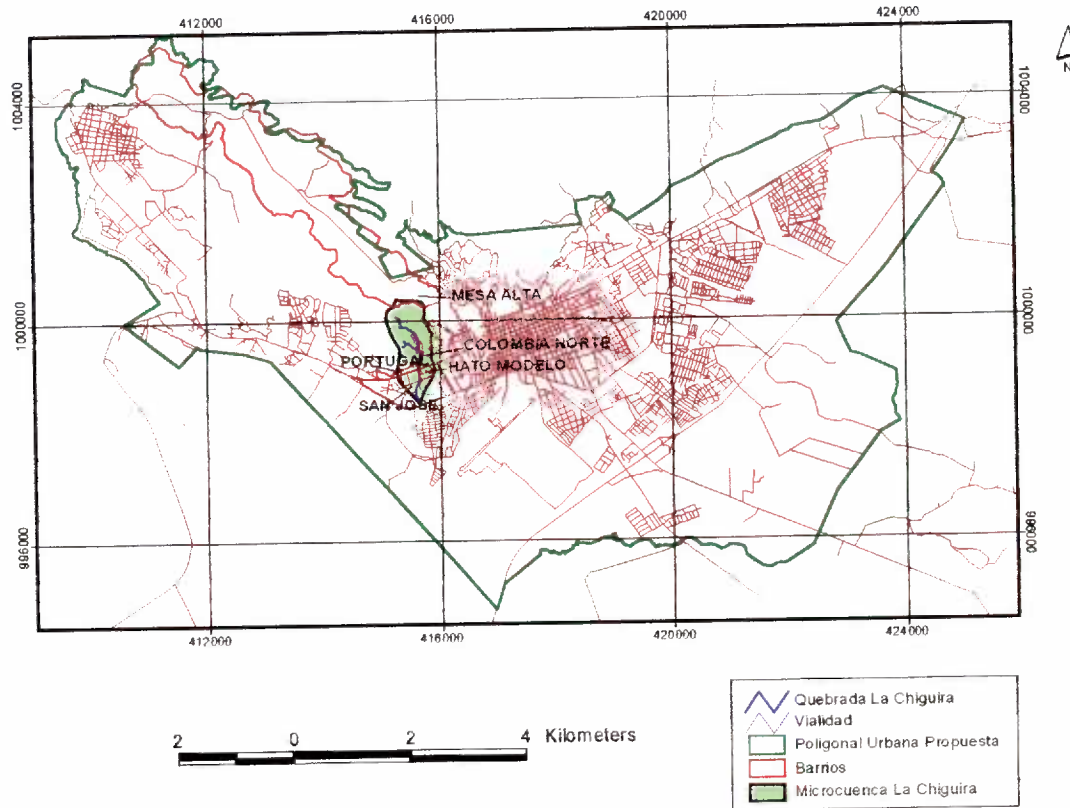


Figura 10. Microcuenca Quebrada La Chiguira.

Fuente: DRO PDVSA –Biocentro 2002

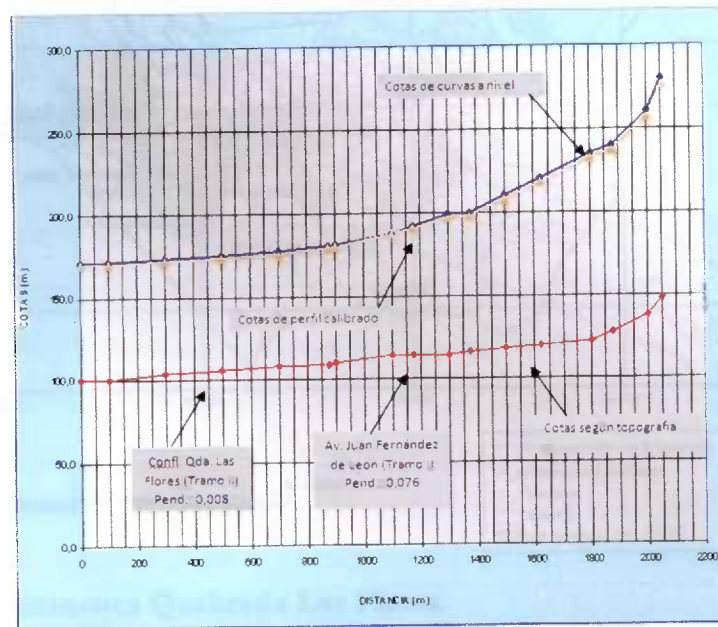


Figura 11. Perfil longitudinal Quebrada La Chiguira.

Fuente: MARN, 2009

➤ Quebrada Las Flores

Al igual que la Quebrada Chigüira nace en las Lomas de Buenos Aires, cerca de la vía que conduce a Mesa Alta. Pasa la Avenida Juan Fernández de León mediante un puente de 4 m de luz y más de 3m de altura, para continuar aguas abajo, bordeando el Barrio Las Flores. Esta última zona es bastante baja y anegadiza, al pasar una zona industrial, se encuentra una alcantarilla de 1,22m de diámetro, actualmente destruida, que obstruye el paso de las aguas y sigue, sin más interferencias, hasta llegar a su confluencia con La Chigüira aguas arriba de la Avenida Bolívar. En el último tramo, la quebrada se encuentra canalizada, sus riberas están ocupadas por barrios San Antonio, Ameriquitas y Las Américas, y recibe el aporte de la Quebrada Las Pérez, antes de descargar en la Quebrada Las Piedras de la cual es afluente (Véase las figuras 11 y 12).

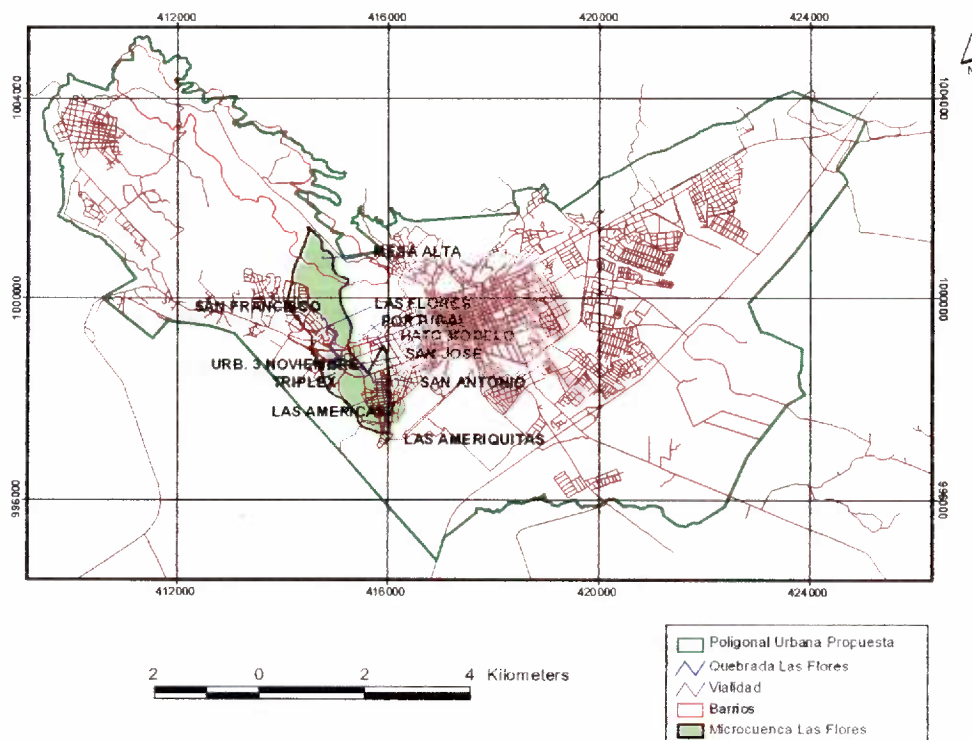


Figura 12. Microcuenca Quebrada Las Flores.

Fuente: DRO PDVSA –Biocentro 2002

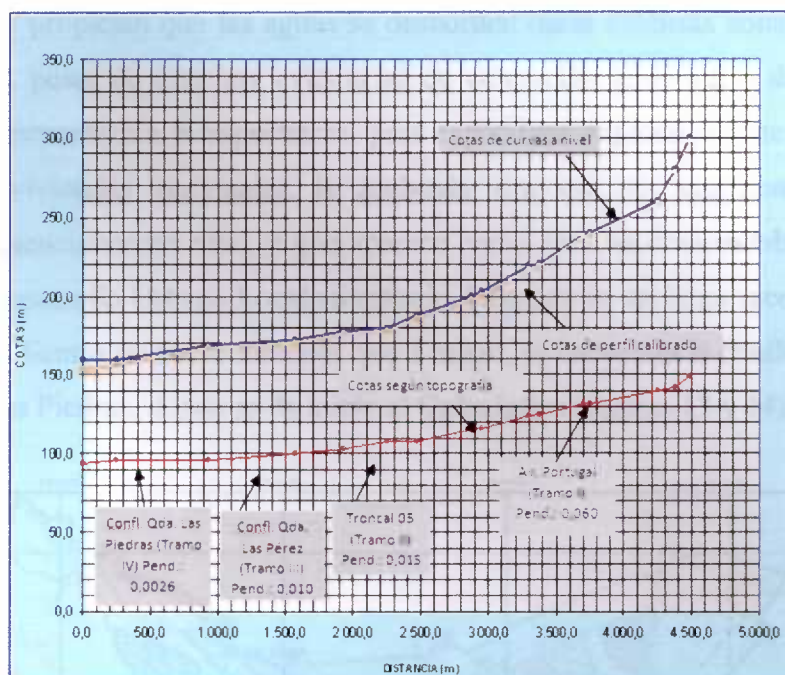


Figura 13. Perfil longitudinal Quebrada Las Flores.

Fuente: MARN, 2009

➤ Quebrada La Enriquera

Nace en Mesa Alta y discurre en dirección Sur hasta el puente de 5 m de luz y 5 m de altura, sobre la carretera Troncal 5. Tanto aguas abajo como aguas arriba del puente, las márgenes de la quebrada se encuentran ocupadas por viviendas; aguas arriba, hay evidencias de desbordamientos por el camino existente sobre la margen derecha y en algunos sitios, se aprecia erosión de márgenes, que ha sido detenida con obras de corrección de torrentes. Aguas abajo del puente antes mencionado, la pendiente general disminuye y la quebrada, que tiene una sección muy pequeña, se desborda fácilmente, inundado con demasiada frecuencia el barrio Falcón, que ha crecido en la planicie de desbordamiento entre las quebradas Italven y La Enriquera, cuya confluencia ocurre a 650 metros del puente. Una vez que recibe las aguas de la quebrada Italven sigue su curso con numerosos meandros en dirección paralela al Canal Piloto del Sistema de Riego Guanare, en el cual se encuentran todo tipo de obstrucciones desde, pequeños diques de tierra hasta montones de basuras y de

malezas, que propician que las aguas se desborden hacia extensas zonas por lambas márgenes. A pesar de que hay evidencias de ocupación temporal y de pobladores quienes se encuentran a la expectativa para expandirse explosivamente y ocupar las tierras con viviendas marginales, la quebrada atraviesa por una zona que se ha mantenido esencialmente rural, y que aparece como área no desarrollable (AND) en el Plan de Desarrollo Urbano Local en estudio. Después de un largo recorrido de casi 8km con pendientes de fondo menores que 2 m/km, se encuentra la confluencia con la Quebrada Las Piedras, donde se da inicio al Caño Igüez (figuras 13 y 14).

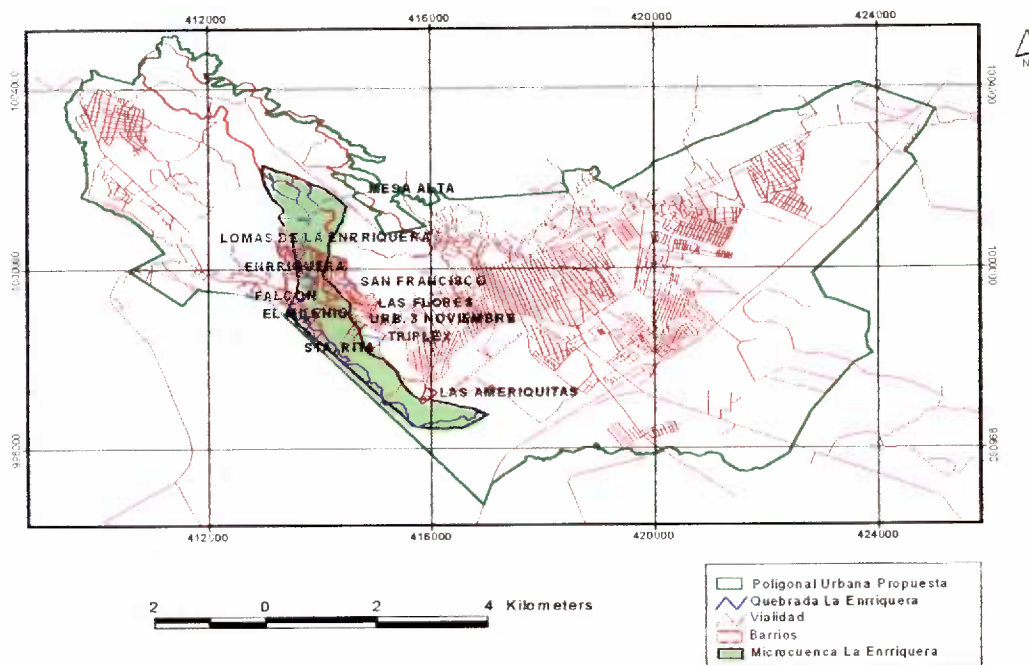


Figura 14. Microcuenca Quebrada Las Enriquera.

Fuente: DRO PDVSA –Biocentro 2002

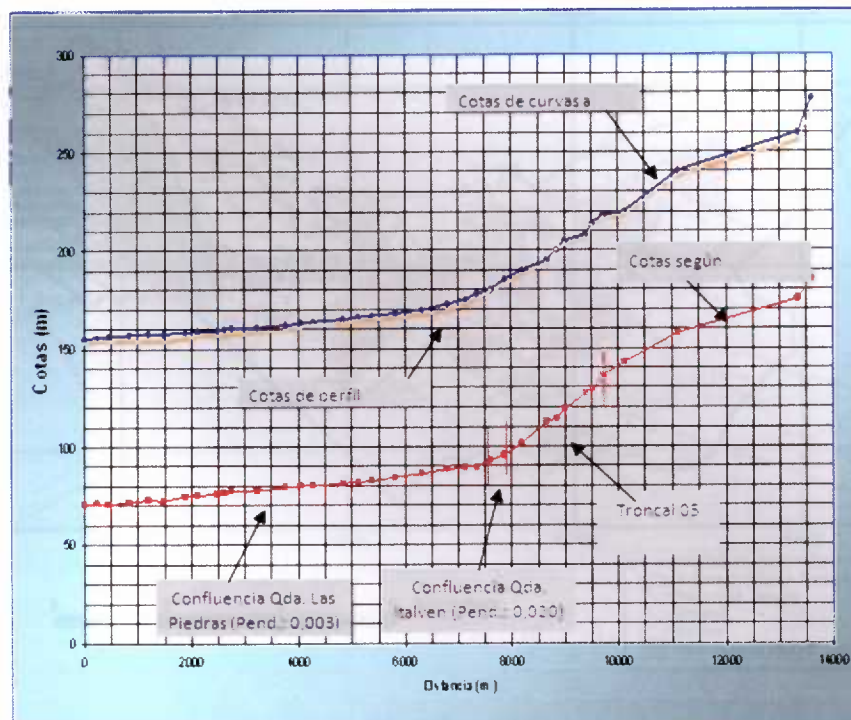


Figura 15. Perfil longitudinal Quebrada La Enriquera.

Fuente: MARN, 2009

➤ Quebrada Italven

Su inicio se encuentra cerca de la población de Mesa de Cavacas; hasta que llega al puente de 8m de luz y 3m de altura sobre la carretera Troncal 5, su cuenca, que se encuentra escasamente poblada, es mucho más grande que la de La Enriquera, de la cual es afluente. Solo en la zona cercana al puente hay algunas evidencias de erosión de márgenes. Su confluencia con La Enriquera se encuentra a una corta distancia 650 metros aguas abajo del puente y esta, en el barrio Falcón se desborda con mucha frecuencia, dando a las inundaciones (figuras 15 y 16).

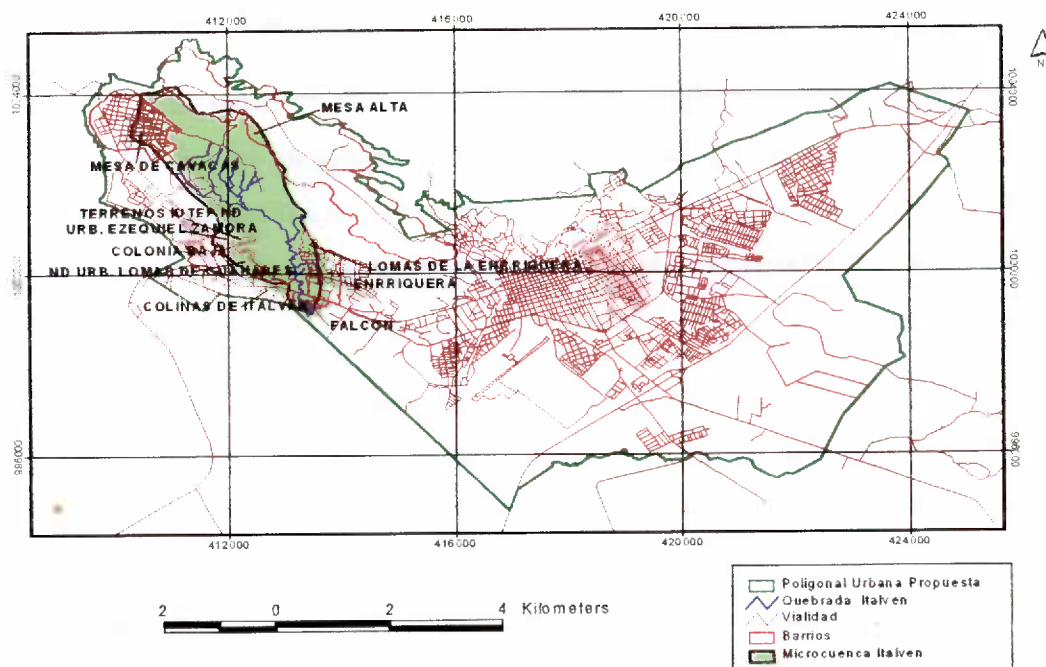


Figura 16. Microcuenca Quebrada Italven.

Fuente: DRO PDVSA –Biocentro 2002.

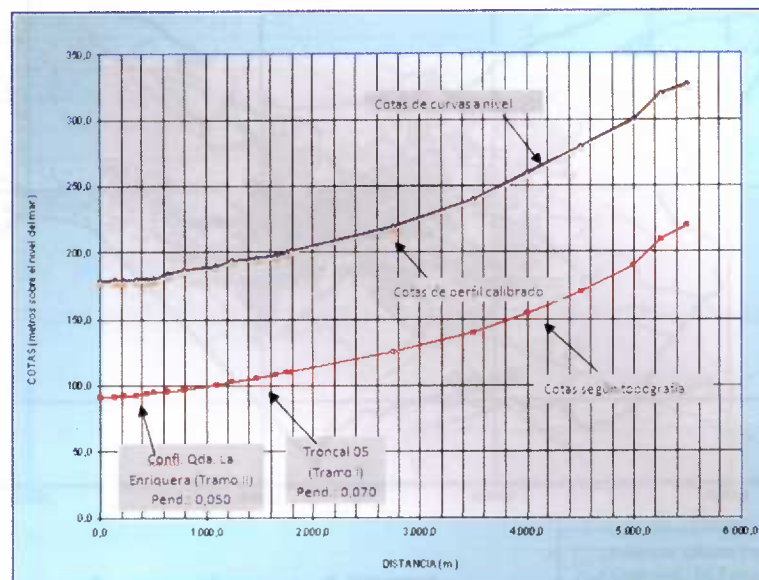


Figura 17. Perfil longitudinal Quebrada Italven.

Fuente: MARN, 2009

➤ Quebrada Las Pérez

Nace al norte de la ciudad de Guanare, específicamente en el paisaje de piedemonte, discurre en sentido noreste-suroeste hasta la confluencia con la quebrada Las Flores en el barrio Las Américas y San Antonio. En su trayectoria, pasa por el sector oeste del barrio Sucre y atraviesa los barrios Colombia Norte, Colombia Sur y San Antonio.

Cabe destacar que en todo su recorrido, la zona protectora del cauce desde sus márgenes definidas, en proyección horizontal se encuentran ocupadas por viviendas y obras de infraestructuras, lo que amerita de tratamiento especial para adecuar su cauce y obras de paso a gasto de diseño para 50 años de tiempo de retorno (ampliación del cauce y obras de paso, revestimiento o embaulamiento). Véase las figuras 17 y 18.

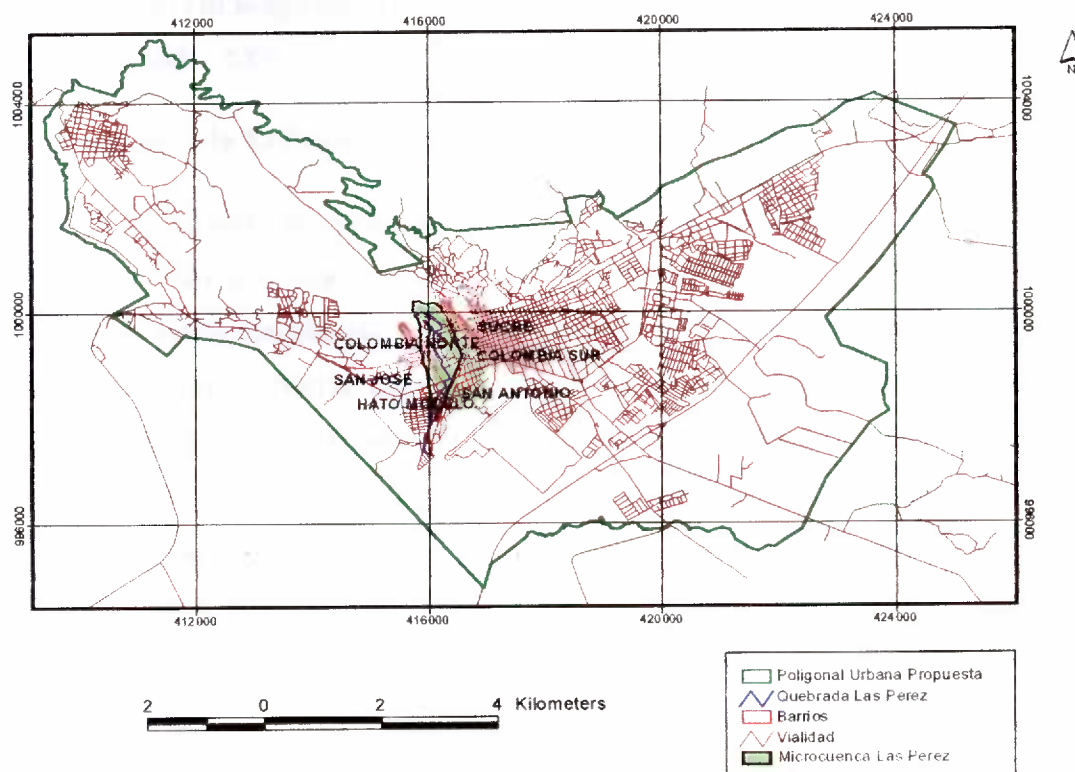


Figura 18. Microcuenca quebrada Las Pérez.

Fuente: DRO PDVSA –Biocentro 2002

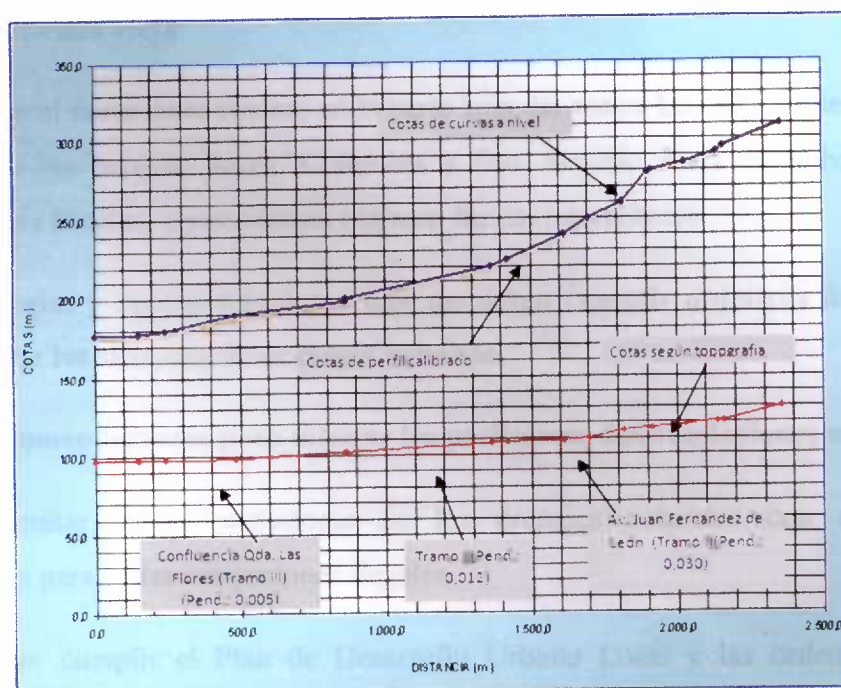


Figura 19. Perfil longitudinal Quebrada Las Pérez.

Fuente: MARN, 2009

➤ Quebrada El Peonío

Nace al norte de la ciudad de Guanare. Atraviesa los Barrios Santa Rosa y el parque Los Samanes, luego es embaulada en forma subterránea pasando por la carrera 1 y parcialmente canalizada por once estructuras de paso vial, según (MARNR, 1977), cruza por el Barrio Curazao. Esta quebrada pasa por debajo de la plaza La Coromoto hasta ser embaulada por medio de un canal abierto revestido en el sector del Barrio Maturín, culminando esta estructura hidráulica en la intersección del sector La Comunidad con la Avenida Simón Bolívar, donde toma sus características naturales, para atravesar los Barrios La Importancia y Cuatricentenario, para convertirse finalmente en un caño intermitente en la parte sureste de la ciudad.

➤ **Quebrada vieja**

Nace al norte de la ciudad, en la parte baja del sector Lomas de Buenos Aires, atravesando los barrios: Sucre, Colombia y San Antonio hasta desembocar en la quebrada Las Piedras, y presenta un régimen fluvial intermitente.

4.3 Estrategias y recomendaciones que permitan cumplir objetivos del manejo integrado de los sistemas de drenajes urbanos.

Recomendaciones para mitigar los problemas de inundaciones urbanas

- Delimitar zonas protectoras de los drenajes naturales con su debida señalización para evitar ocupaciones ilegales.
- Hacer cumplir el Plan de Desarrollo Urbano Local y las ordenanzas que protejan los drenajes naturales y artificiales dentro del municipio.
- Desarrollar jornadas de arborización alrededor de cuerpos de aguas naturales parte alta con fines protectores, para disminuir la erosión hídrica.
- Optimizar el sistema de mantenimiento de causes naturales y artificiales a través de la dirección de servicios públicos de la Alcaldía.
- Realizar abordaje de sensibilización ambiental a los habitantes de zonas adyacentes a quebradas, caños y ríos.
- Automatizar el sistema de recolección de registros de lluvias para manejar con más precisión los datos que se requieren para el diseño de drenajes y controles previos.
- Reducir la intervención ambiental a través de la vigilancia y control de la alcaldía, conjuntamente con el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y organismos de Seguridad en las zonas protectoras de cada cuerpo de agua.

CONCLUSIONES

- Los niveles de crecimiento poblacional, aumento de actividades económicas y desorden en la organización del municipio, han permitido que progresivamente los elementos naturales que se encuentran dentro de una ciudad sufran un acelerado deterioro, hasta llegar al punto de fracturar el equilibrio del ambiente y convertirse en riesgos para la población.
- Aproximadamente un 70% de los drenajes naturales y artificiales están obstruidos por la falta de mantenimiento y la mayoría de los drenajes después de la troncal 0005 tienen una sección de flujo insuficiente.
- La reposición de sedimentos en las zonas bajas de los caños y quebradas es acelerada y se hace predominante en drenajes naturales y artificiales con acumulaciones de basura y restos vegetales.
- Se reconoce la existencia de los mecanismos de control legal, como ordenanzas, leyes ambientales y cuerpos de seguridad en materia de prevención de riesgos como Protección Civil, pero lamentablemente la ejecución del control es sumamente deficiente y de forma progresiva se van perdiendo los niveles de gobernabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Guanare. (2008). *Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Guanare*. Guanare.
- Aparicio, F. (1989). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa.
- Breña, A., & Jacobo, M. (2006). *Principios y fundamentos de la Hidrología superficial*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233*. Cochabamba, Bolivia: Trabajo de Grado Universidad Mayor de San Simón.
- Chereque, W. (s/f). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chow, T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia. pp1-571: Mc Graw Hill.
- Cubillos, A. (1998). *Calidad del agua y control de polución*. Mérida Venezuela. Pg. 9-74: CIDIAT.
- Dingman, S. (1994). *Physical Hydrology*. Estados Unidos de América: Editorial Prentice-Hall.
- Fattorelli, S., & Fernandez, P. (2011). *Diseño Hidrológico*. Water Assessment & Advisory Global Network. 75 p.
- FECYT. (2004). *Meteorología y Climatología*. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología: <http://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Franceschi, L. (1997). *Estudio para el Mejoramiento de los Drenajes Primarios de Guanare*. Caracas, Venezuela. Pp. 31: Dirección de Estudios y Proyectos MARNR.
- Hernández, O. (2009). *ESTRATEGIAS DE CONTROL DE DESBORDAMIENTO Y SOCAVACIÓN DE MÁRGENES EN LOS DRENAJES NATURALES DEL SECTOR OESTE DE LA CIUDAD DE GUANARE, ESTADO PORTUGUESA*. Guanare, Portuguesa: Requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiarum UNELLEZ-Guanare.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2007). *Fundamentos de Metodología de la Investigación*. Madrid, España: Mc Graw Hill. 36 pp.
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. 4ª Ed. México: McGraw Hill.
- MARNR. (1977). *Proyectos de drenajes primarios en Guanare y Ospino, estado Portuguesa*. Caracas: Volumen I.

- Méndez, J. (2006). *Petrología*. Caracas, Venezuela: Facultad de Ciencias U.C.V.
- Núñez, A. (2002). *Estudio Básico para la Mitigación de las Inundaciones en los Barrios El Libertador y Monseñor José Vicente de Unda, Guanare-Portuguesa*. Guanare, Venezuela. Pp.63: Proyecto de Aplicación de Conocimiento no Publicado, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora".
- OMM. (1990). *Guía de Prácticas Climatológicas*. Geneve, Suiza: Organización Meteorológica Mundial .
- Palacios, S. (1994). *Palacios, S. 1994. Curvas de Caudal Unitario Generados por Lluvias Intensas Caidas Sobre el Área de la Quebrada Las Piedras, Guanare-Portuguesa. Su Aplicación en el Diseño de Obras Hidráulicas*. Guanare: Proyecto de Aplicación de Conocimiento no Publicado, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora".
- Quintero, J. (2003). *MODELO DIGITAL PARA LA DETERMINACION DE LA POLIGONAL URBANA DE LA CIUDAD DE GUANARE, ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA*. Guanare: Universitat de Girona.
- Rivero, J. (1998). *Estudio de la Problemática de las Inundaciones en Tierras Bajas del estado Portuguesa*. Guanare: Estudio no publicado.
- Sánchez Carrillo, J. (1999). *Agroclimatología*. Caracas. 477 p.: UCV. Editorial Innovación Tecnológica.
- Sarmiento, F. (25 de Enero de 1974). *Diccionario de Ecología*. Recuperado el 15 de Agosto de 2013, de <http://www.jmcprl.net/PUBLICACIONES/F25/DICECOLOGIA.pdf>
- Uzcátegui, A., & González, G. (Enero de 2000). *EL CLIMA EN VENEZUELA*. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de UNIVERSIDAD SUR DEL LAGO "JESÚS MARÍA SEMPRUM": ?
- Venezuela. (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Caracas: Gaceta Oficial de la República de Bolivariana de Venezuela N°. 36.860 (Extraordinaria).
- Venezuela. (2004). *Ley Aprobatoria del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial N° 38.081, diciembre 07.
- Venezuela. (2006). *Ley de Meteorología e Hidrología Nacional*. Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial N° 5.833, diciembre 22.
- Venezuela. (2006). *Ley Orgánica del Ambiente*. Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial N°.5.833 Extraordinaria, Diciembre 22.

ANEXOS

Anexo A. Imágenes satelitales del servidor Google Earth de las quebradas Mederos y Las Piedras.



Quebrada Mederos



Quebrada Las Piedras

Anexo B. Fotografías de inundaciones ocurridas en la ciudad de Guanare.



Anexo 1.



Anexo 2.

Anexo 1 y 2. Problemática de inundación por parte de la quebrada Medero 1.



Anexo 3.



Anexo 4.



Anexo 5.



Anexo 6.

Anexos 3, 4, 5 y 6. Otras inundaciones ocurridas en Guanare.

Anexo C. Fotografías de las quebradas incluidas en el área de estudio.



Quebrada Mederos



Quebrada El Pionio



Quebrada Las Flores



Quebrada La Enriquera





Quebrada Italven