

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS

CARACTERIZACION PLUVIOMETRICA EN LA CUENCA DEL RÍO
CHICHIRIVICHE, EDO. VARGAS

Trabajo Presentado Como Requisito Parcial Para Optar
al Título de Magister en Geografía
Mención Geografía Física

Autor: Yumaira R. De Camara Leme

Tutor: Salcedo Abraham

Caracas, Abril 2003

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS

CARACTERIZACION PLUVIOMETRICA EN LA CUENCA DEL RÍO
CHICHIRIVICHE, EDO. VARGAS

Trabajo Presentado Como Requisito Parcial Para Optar
al Título de Magister en Geografía
Mención Geografía Física

(0414 5905512)

Autor: Yumaira R. De Camara Leme

Tutor: Salcedo Abraham

Caracas, Abril 2003

APROBACIÓN DEL TUTOR.

En mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por la ciudadana **Yumaira Romero de Camara Leme**, para optar al Grado de **Magister en Geografía, Mención Geografía Física**, Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se desgine.

En la ciudad de Caracas, a los días del mes de del 2003.

Prof: Salcedo Abraham.

C.I:

DEDICATORIA

A mi esposo y a mis hijos
por brindarme su apoyo y paciencia
sin esperar nada a cambio.

A mis padres y mis hermanas
Por su apoyo moral e incondicional.

RECONOCIMIENTO

Agradezco a todas aquellas personas e institutos públicos que contribuyeron de alguna forma en la elaboración de ésta investigación para el trabajo de Grado de Maestría.

A los profesores de la maestría Yolanda Barriento, Ana Teresa Izturiz, Cristian Sánchez y Vicente Velásquez, por su colaboración y asistencia técnica.

Al Profesor Abraham Salcedo, quien como tutor de este trabajo, brindó el apoyo y las orientaciones pertinentes.

Al Dr. Goldbrunner por sus asesorías y facilitar material de apoyo.

A la Ingeniero Nancy Paiva, Sr. Perez Matos y Sr. Juan Carlos del Ministerio del Ambiente por su valiosa información sobre las características de la Cuenca del Río Chichiriviche.

Al Ingeniero Luis Felipe García, quien brindó asesorías relacionadas al trabajo.

A la Prof. Scarlet Cartaya y el Prof. William Méndez por su invalorable colaboración.

A mi esposo José Camara Leme, por su colaboración, apoyo, paciencia y compañía en el desarrollo y culminación de esta investigación.

A mis compañeros de Postgrado y amigos por su apoyo incondicional; Any Sánchez, Ana Romero, Mercedes Escalante y Ciro Santiago.

INDICE GENERAL

	pp.
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RECONOCIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	xi
 CAPÍTULOS.	
I. INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
Justificación.....	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
III. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS	
DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
Localización del Área de estudio.....	15
Geología.....	15
Relieve.....	22
Hidrografía.....	23
Clima.....	26
Suelo.....	28
Vegetación.....	28
Uso actual de la tierra.....	32
IV. ALUDES TORRENCIALES OCURRIDOS EN	
LA CORDILLERA DE LA COSTA.....	33
Características de las lluvias extraordinarias en la cordillera de la	
Costa del Litoral Central.....	38

	Características de las lluvias extraordinarias en la temporada seca ...	39
	Características de las lluvias extraordinarias en la temporada	
	Lluviosa	44
	Patrones sinópticos que afectan al Litoral central	47
V	METODOLOGIA.....	50
	Fase Documental	50
	Fase de Campo.....	51
	Fase de Oficina.....	52
	Procedimientos utilizados.....	52
VI.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	63
	Sistema de drenaje en la cuenca del río Chichiriviche.....	63
	Análisis climático	67
	Análisis de las estaciones internas de la cuenca	76
	Estaciones Externas	77
	Distribución espacial de la precipitación de acuerdo a las isoyetas	
	Medias mensuales.....	79
	Variabilidad de la precipitación con respecto ala media.....	92
	CONCLUSION Y RECOMENDACION	109
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
	ANEXOS.	
A	Mapa de la cuenca de drenaje del río Chichiriviche Estado Vargas Venezuela.....	117
B	Perfil longitudinal y la isometría de la cuenca del río Chichiriviche Estado Vargas.....	119
C	Registro de los niveles diarios de caudales por la cuenca del río Chichiriviche Estado Vargas M.A.R.N.....	121
D	Registro de la precipitación Febrero 1951.....	123

LISTA DE CUADROS

CUADRO	pp.
1 Eventos extremos en la temporada seca	41
2 Eventos extremos en la temporada lluviosa	45
3 Densidad de drenaje.....	53
4 Mediciones morfométricas de la cuenca de Drenaje del río Chichiriviche, estado Vargas Venezuela	54
5 Análisis pluviométrico en la cuenca del río Chichiriviche, Estado Vargas Venezuela	56
6 Inventario de datos originales para visualizar el período	59
7 Obtención del periodo optimo (1951-1990)	59
8 Orden y magnitud de los cauces de la cuenca de drenaje del río Río Chichiriche estado Vargas Venezuela	64
9 Características morfométricas de la cuenca de drenaje del río Río Chichiriche estado Vargas Venezuela	65
10 Orden y longitudes de las principales corrientes cuenca de drenaje del río Río Chichiriche estado Vargas Venezuela	65
11 Variación de la precipitación con respecto a la media Estación Chichiriviche.....	94
12 Variación de la precipitación con respecto a la media Estación Oricao	96
13 Variación de la precipitación con respecto a la media Estación Puerto Cruz.....	98
14 Variación de la precipitación con respecto a la media Estación El Naranjal.....	101
15 Variación de la precipitación con respecto a la media Estación La Peñita	103
16 Variación de la precipitación con respecto a la media Estación Guitarrita.....	105

17 Lluvias extraordinarias en la cuenca del río Chichiriviche temporada seca estado Vargas Venezuela	107
---	-----

LISTA DE GRÁFICOS

	pp.
GRÁFICO	
1 Localización del área de estudio local, regional y nacional	16
2 Formación geológica del área de estudio.....	18
3 Anfibolita de Nirgua asociación metamórfica de lacosta.....	19
4 Morfología del relieve adosado a la línea de costa.....	21
5 Red hidrológica que constituye el río Chichiriviche.....	24
6 Barra de arena formada por la dinámica del río	25
7 Características climáticas de la cordillera de la costa	27
8 Formación xerófila ubicada en la línea de la costa	31
9 Modelo de la reactivación <u>discontinua difusa</u> (situación norte) por la orografía costera en el litoral central	40
10 Pluviograma de la estación Chichiriviche	68
11 Pluviograma de la estación Puerto Cruz.....	69
12 Pluviograma de la estación Puerto Oricao.....	71
13 Pluviograma de la estación Hacienda El Naranjal	72
14 Pluviograma de la estación La Peñita.....	73
15 Pluviograma de la estación La Guitarrita.....	74
16 Pluviograma de las estaciones internas.....	76
17 Pluviograma de las estaciones externas.....	78
18 Isoyetas de enero	79
19 Isoyetas de febrero	80
20 Isoyetas de marzo	81
21 Isoyetas de abril	82
22 Isoyetas de mayo.....	83
23 Isoyetas de junio	84
24 Isoyetas de julio	85
25 Isoyetas de agosto.....	86
26 Isoyetas de septiembre.....	87

Anual?

27 Isoyetas de octubre	88
28 Isoyetas de noviembre	89
29 Isoyetas de diciembre	90
30 Serie temporal de la estación Chichiriviche	95
31 Serie temporal de la estación Puerto Oricao	97
32 Serie temporal de la estación Puerto Cruz	99
33 Serie temporal de la estación Hacienda El Naranjal	102
34 Serie temporal de la estación La Peñita	104
35 Serie temporal de la estación La Guitarrita	106

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La Cordillera de la Costa en su vertiente Norte, desde hace muchos años ha sido afectada por inundaciones catastróficas. Las causas de estos eventos se han originado por lluvias extraordinarias que se producen por fenómenos meteorológicos que afectan las zonas centro-costeras del país. Dichas inundaciones catastróficas han originado cuantiosos daños materiales y pérdidas de la vida humanas, tales como los ocurridos en los ríos y quebradas de Naguayá, Carmen de Uria, Cerro Grande, San Julián, Camuri Chico, La Veguita, Osorio, Piedra Azul, Mamo y Chichiriviche.

Desde el punto de vista físico-geográfico estas cuencas presentan características similares en cuanto a la geología, relieve, suelo, clima, hidrografía y vegetación, que a la llegada de las lluvias este conjunto de factores físicos se conjugan y originan desastres en las cuencas.

A lo largo y ancho de la cordillera de la costa en su extremo centro oriental central y centro occidental se presentan fenómenos meteorológicos diferentes, para las cuencas ubicadas en la misma vertiente del Litoral Central.

Esta investigación tiene como propósito fundamental la caracterización pluviométrica de la cuenca del río Chichiriviche en el Litoral Central del Estado Vargas, para ser comparada con las situaciones meteorológicas que se presentan en las cuencas que se ubican al este del área de estudio.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera; Primer Capítulo está conformado por la introducción, planteamiento del problema, justificación y los objetivos. El Segundo Capítulo esta constituido por la revisión bibliográfica, donde se señala los estudios realizados por diferentes autores sobre la temática a desarrollar. El Tercer Capítulo pretende abordar las características generales del área (localización, relieve, hidrografía, suelo, vegetación y geología). El Cuarto Capítulo esta conformado por las lluvias extraordinarias que se han afectado a Venezuela. El

Es preferible ser más específicos y mencionar donde ahn, algunos hechos y sitios

de diferentes
origenes,
en especial
perturbaciones
tropicales y
situaciones
"Nortes".

Su identificación puede aportar información que puede ser utilizada para determinar y

enumerar dentro de
un patrón
y así definir
planes para
su
mitigación

✓

Capítulo Cinco por la metodología, donde se explican diferentes técnicas y métodos aplicados para lograr los objetivos propuestos. El Sexto Capítulo presenta los análisis de los resultados para ser comparado con las lluvias que ocurren en la parte Septentorial del Litoral Central y por último las Conclusiones y Recomendaciones.

Planteamiento del Problema

Venezuela durante muchos años ha venido frecuentando problemas de inundación, unos ~~de~~ más severos que otros.

En la cordillera de la costa específicamente en el litoral central, se han presentado lluvias extraordinarias que generan inundaciones catastróficas. Haciendo un recorrido histórico de los aludes torrenciales que han afectado a la cordillera de la costa, tanto en la vertiente norte como en la Sur, mencionaremos algunas de ellas, tal es el caso de la inundación del río Chichiriviche ocurrida el 30 de julio de 1988 (Hernández, 1989). ~~Se tiene referencia de otras mas~~ ~~además de las que se han originado~~ en las cuencas ubicadas hacia el lado Este del Litoral Central entre febrero de 1789 y diciembre de 1999.

Las lluvias que se produjeron en el Estado Vargas, Venezuela, el 15 y 16 de diciembre de 1999 causaron la peor tragedia de origen hidrometeorológico de que se tenga conocimiento en el país y posiblemente en Latino América. (López, Hernández 2000). Otra de las inundaciones ocurridas fue la del río Limón el día 13 de septiembre de 1987 en la vertiente sur del Estado Aragua, tragedia que causó graves daños a la población de ese sector.

La información histórica de este tipo de eventos desde la época de la colonia, reflejan la concentración de estos fenómenos en la zona del Litoral Central que se ubica al Este de la cuenca del río Mamo (CAF, 2000). Las inundaciones ocurridas al Oeste del río Mamo por lluvias extraordinarias han producido deslaves de menor poder destructivo que los ocurridos al Este del Litoral Central. Es bueno destacar que los eventos extraordinarios ocurridos hacia el oeste del Río Mamo se relacionan a situaciones de perturbaciones tropicales durante la temporada de lluvia; mientras que lo ocurrido al este del río Mamo tienen tendencias a relacionarse con situaciones

"Norte" durante la temporada seca.

En otros lugares del territorio nacional se han presentado temporales de lluvias intensas que causan inundación, afectando gran parte de la población, tal es el caso del río turbio que afecto a la ciudad de Barquisimeto, el río tocuyo en el estado Falcón, el río Guadualito en Apure, entre otras.

En la cordillera de la Costa en su vertiente norcentral del Litoral, ^{se} presenta ^{un} ~~caso muy particular~~ ^{con cierta frecuencia} las llamadas lluvias extraordinarias. Diferentes trabajos realizados sobre la precipitación en la zona del Litoral Central señalan que las lluvias extraordinarias en la región, están asociadas a dos ^{situaciones} ~~fenómenos~~ meteorológicos de diferentes orígenes; ^{estos son primero,} como son la llegada de lluvias provenientes del océano atlántico (^{perturbaciones tropicales} Ondas del Este, Tormentas tropicales), ^y la presencia de la zona de convergencia intertropical (ITC) ^{con} en su ascenso y descenso latitudinal anual, ~~en la~~ ^{segundo,} ~~región y~~ la llegada de los frentes fríos del Norte, en los meses de noviembre y febrero. (González y Córdova 2000; Servicio Meteorológico de las Fuerzas Aéreas Venezolana, SEMEFAV, 2000).

Las lluvias extraordinarias que afectan a las cuencas ubicadas al oeste de Mámo y al Este de la misma presentan características particulares. En consecuencia el propósito de la presente investigación es analizar las características meteorológicas de la cuenca del río Chichiriviche ubicado en la vertiente Norte de la Cordillera, para ser comparada con las cuencas situadas en el tramo que va desde la quebrada Piedra Azul hasta Naiquatá, con la finalidad de diferenciar los fenómenos meteorológicos que afectan en distintas épocas del año a la Cordillera de la Costa, que posiblemente puedan generar inundaciones catastróficas, con el fin de brindar información valiosa a todos los entes y autoridades competentes tanto locales como regionales, encargados de tomar decisiones referidas a las políticas de prevención y alerta, antes situaciones de riesgo asociados a lluvias extraordinarias, que afectan al Estado

Vargas

NOTA:
✓
En todos los ríos de Venezuela han poron -
Rodo en el primer año
inundaciones, si
re destacan
las mencionadas
deben referirse
a su
magnitud
especial
y sus efectos.

Vargas

muy largo?

Justificación

la necesidad de operaciones con

Aunque se esta conciente que este estudio tiene sus limitaciones, como toda investigación, ya que la información de datos disponibles de lluvia es escasa y cuando existe el número de años con lluvias esta es deficiente. *el período de registro es corto.*

Sin embargo, existen ^{razones lógicas} ~~razones lógicas~~ ^{interés} para analizar las características de la situación meteorológica, que en el año 1988 ocasionaron la inundación de la cuenca del río Chichiriviche y ^{compararla} ~~su comparación~~ con la situación metereológica que produjo aludes torrenciales en varias de las quebradas y ríos que drenan al Litoral central en su extremo oriental del Estado Vargas ^{en el año} 1999.

Cómo situaciones metereológicas diferentes y que operaron a escala distintas, en el caso de Chichiriviche escala local o microescala y en el caso de diciembre de 1999 a una escala mayor o mesoescala, produjeron en ambas cuencas aludes torrenciales. ¿Por qué si ambas cuencas están ubicadas en la Cordillera de la Costa del Litoral Central una hacia el Este y otra hacia el Oeste, se producen inundaciones en diferentes épocas del año? ¿Qué fenómeno meteorológico afecta a las diferentes cuencas ubicadas en el Litoral Central que producen lluvias extraordinarias en distintas épocas del año?, como señala (Hernández, 2000), la razón de tomar en cuenta estas tormentas se debe a que su distribución espacial suele ser local y con un origen diferente al producido por frentes fríos.

Por tal motivo, surge la necesidad de relacionar e identificar ^{a situaciones} ~~los fenómenos~~ meteorológicos que han generados inundaciones en las quebradas y ríos que drenan al Litoral Central de la Cordillera de la Costa ^{Se pretende} ~~con el fin de~~ aportar información que sirva de apoyo a las autoridades competentes para ~~que se interesen sobre aquellos casos de inundaciones que afectan a la población y cambiar por la necesidad de~~ identificar situaciones meteorológicas ^{en el espacio y en el tiempo} ~~que puedan generar desastres hidrometeorológicos~~ ^{capaces} ~~que igualmente identificarlas en el tiempo, con el fin de su posterior utilización en la política de prevención y alerta ante situaciones meteorológicas similares~~ en la Cordillera de la Costa, Litoral Central Estado Vargas. Su *identificación permitira en el futuro, mejorar la política de prevención y alerta ante la ocurrencia de situaciones meteorológicas parecidas.*

No se entiende. Se debe redactar de nuevo, haciendo

referencia a una situación a mesoescala en julio de 1988 en Chichiriviche, y otra con efectos parecidos en diciembre de 1999 a escala local en la quebrada del Este de Maricao.

Objetivo General

Realizar una caracterización pluviométrica
~~Analizar las características meteorológicas~~ de la cuenca del río Chichiriviche
en el Litoral Central, Estado Vargas, *definiendo su régimen de lluvias y*
analizando su sensibilidad hacia las precipitaciones
extraordinarias.

Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar meteorológicamente la cuenca del río Chichiriviche.
- 2) Analizar la morfometría de la cuenca del río Chichiriviche.
- 3) Identificar la situación de inundación de 1988 en el río Chichiriviche y su comparación con la ocurrida en diciembre 1999, en el sector oriental del Litoral Central (Maiquetía).
- 4) Identificación ~~de~~ patrones sinópticos generadores de grandes inundaciones en el Litoral Central.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Venezuela ha sido escenario de muchos eventos extraordinarios con su consecuente catastrófica, específicamente en la cordillera de la costa, se han presentado fenómenos atmosféricos que generan lluvias de extraordinaria magnitud, ocasionando aludes torrenciales a lo largo y ancho de la línea de costa. Estos eventos siempre han existido a lo largo del tiempo, pero solo se conocen registros desde la época de la colonia.

Muchos autores o cronistas ^{han realizado} ~~realizaron~~ ^{estudios} observaciones sobre situaciones meteorológicas ~~(perturbadores de las condiciones atmosféricas para la franja costera del Litoral Central del Estado Vargas).~~

Para la elaboración de este Trabajo de Grado ^{se tomarán en cuenta diferentes} estudios previos realizados en el área, al igual que aquellas investigaciones sobre cuencas realizadas en otros lugares, cuya información fue de gran utilidad para el desarrollo de esta investigación, entre ellos tenemos:

Los primeros estudios realizados sobre los fenómenos meteorológicos que afectaron a las cuencas que drenan al Litoral central, provocando inundaciones se llevaron a cabo por Alejandro Humboldt (c. p Riveros 1976), en su trabajo titulado: Las observaciones meteorológicas efectuadas en Venezuela por Alejandro Humboldt, donde ^{manifiesta} ~~destaca~~ cada una de las situaciones que se presentaron en la cordillera de la costa, ^(destacando) ~~como fue~~ el diluvio de 1740.

Por otra parte Rohl, (1949), describe ~~como son~~ las extraordinarias lluvias que ^{generan catástrofes} ~~por sus desmesuradas cantidades de agua meteórica han sido catastrófica~~ especialmente en las vertientes septentrionales de nuestra Cordillera de la Costa.

Así mismo Goldbrunner (1960), realizó un estudio sobre los fenómenos meteorológicos que ~~causaron~~ lluvias extraordinarias en el territorio venezolano.

~~causante de~~

~~misma autor,~~

realiza una
~~igual manera se destaca la~~ clasificación climática de Venezuela basándose en los pisos térmicos (1976).

~~De igual manera~~ Freile (1969) realizó una publicación sobre meteorología y climatología tropical de Venezuela. Aquí se describieron todos los parámetros anotados en la meteorología tropical. ?
6

Pacheco, P (1976) publicó una monografía sobre las características de las precipitaciones en Venezuela, encaminado fundamentalmente en presentar los mecanismos de la circulación general de la atmósfera que origina las precipitaciones típicas de cada régimen lluvioso encontrado en cada región, además señala el paso de la tormenta tropical Alma que cruzó las costas del país de Este a Oeste durante el 14 de agosto de 1974, entrando a Venezuela por la península de Paria.

Igualmente Guevara, (1985) realizó una monografía sobre la caracterización climática de Venezuela.

Herreras y Febres (1981) analizaron las principales acciones meteorológicas que afectaron las aguas del mar Caribe Oriental y del Océano atlántico adyacente a Venezuela, se incluye una descripción general de las condiciones existentes en la región tropical dentro del contexto de la circulación global de la atmósfera, así como de las depresiones extratropicales que indirectamente afectan a nuestras costas.

Elizalde, et al (1987) en su artículo aprender a vivir con la montaña, analizaron el fenómeno ocurrido el 6 de septiembre de 1987 como también reconocieron cuáles fueron sus causas fundamentales y visualizar soluciones efectivas para prevenir en la medida de lo humanamente posible, la repetición de tales desastres y aliviar sus consecuencias. De igual manera Gonzáles y Méndez (1987) en su artículo sobre lo que paso sobre el río Limón, analizaron los hechos de una manera integral considerando tres aspectos fundamentales tales como: la ocurrencia de un fenómeno de lluvia extrema, la realidad del pronóstico meteorológico en el país, y la hidráulica torrencial de la cuenca del río Limón considerando los aspectos geológicos. Tal evento presenta similitudes con la inundación del río Chichiriviche en la vertiente norte de la Cordillera de Costa.

Bertorelli (1997) a los 10 años de los hechos ocurridos en la población de El

Limón señalan; que fueron cuatro los factores primordiales que se conjugaron directamente e indirectamente para que este fenómeno diera origen al alud torrencial del 6 de septiembre de 1987, entre ellos la geomorfología de la zona, la precipitación acontecida, los incendios y la sismicidad propia de la zona.

Así mismo Montes, (1989) evidencio la existencia de dos áreas de alto nivel de riesgo, genéticamente relacionado, constituido por las vertientes muy inestables de la cuenca alta y por las áreas bajas correspondiente a la planicie de inundación, de igual manera sirvió para evaluar la importancia de esos fenómenos geomorfológicos en términos de riesgo geológicos, en el conjunto de la cuenca.

El departamento de geotecnia del ministerio de Energía y Minas, (1988) enfocó algunos aspectos de suma importancia para el esclarecimiento del evento ocurrido en la cuenca del río Limón y llegando a la conclusión; que el fenómeno en estudio se produjo por un evento extremo climatológico de difícil predicción y más aún de difícil control debido principalmente a un marco geológico frágil y a la extensión del área afectada.

Con respecto a los estudios realizados en la cuenca del río Chichiriviche se encuentra el plan de manejo conservacionista de la cuenca del río Chichiriviche, que permite el uso racional de los recursos con que cuenta una cuenca determinada, aplicando una serie de técnicas y procedimientos que conllevan a obtener con la mayor preposición posibles la información de cómo están interactuando los diferentes parámetros físicos y socio-económicos dentro de la cuenca. (M.A.R.N, 1993).

M.A.R.N (1988), tratándose de inundaciones catastróficas en este estudio se pretende proseguir un análisis de este tipo de fenómeno que afectaron la cuenca del río Chichiriviche, con el propósito de establecer las causas fundamentales que lo determinaron y mejorar de esta manera, las medidas de pronósticos y alerta especialmente en aquellas cuencas con asentamientos poblacionales.

González y Córdova (2000), realizaron un estudio sobre las condiciones de la probabilidad de ocurrencia de lluvias máximas, en la zona Litoral del Norte de Venezuela, con la finalidad de diferenciar las lluvias máximas al Este del río Mamo de las que ocurren hacia el Oeste.

Por otra parte González, A. García, L. Mendible, J. Pino, F. y Núñez, M (2000); llevaron a cabo el análisis de la información meteorológica, climatológica, hidrológica y geológica disponible para tratar de caracterizar el evento desde el punto de vista físico de forma tal que dicho análisis sirva de base para fases posteriores donde se deberán buscar mecanismos de control y de prevención para futuras eventualidades.

SEMFAV(2000), realizó un análisis de las situaciones meteorológicas que afectaron al área Norte Costera del país durante el mes de diciembre del año 1999, determinando los patrones sinópticos que se desplazan en la temporada seca como son las vaguadas y los frentes fríos que tanto daño causan a la costas del Litoral Central.

Pérez (2000), analiza las causas que produjeron diferentes movimientos en masas en las cuencas de la vertiente norte del Ávila durante el mes de diciembre de 1999; considerándose la influencia de factores climáticos, las actividades humanas y las características geológicas de suelos y rocas, además del comportamiento de la biomasa vegetal, que representaron las fuentes más importantes de suministro y del transporte, por los flujos generados en las diferentes cuencas.

De acuerdo a las inundaciones en el Litoral Central, Sardi (2000) analizo los principales daños de las inundaciones producidas en el ámbito de los torrentes y ríos torrenciales referidos a cuatro causas principales. Los daños por la inundación los clasifico en: por inmersión, por la energía del agua, por cambios geográficos y daños sanitarios como epidemias.

López, J. Hernández, D. García R. (2000), en ~~este~~ ^{su} trabajo ~~se realizó~~ ^{realiza} una evaluación hidrológica y geomorfológica de los flujos de lodos y escombros ocurridos en Venezuela, a mediados de diciembre de 1999. Se describe los factores hidrometeorológicos y geomorfológicos asociados a las causas del evento. Los resultados indican que el evento fue de carácter extraordinario y único a escala mundial, en lo que se refiere a erosión, transporte y deposición de materiales por procesos fluviales, además los aludes torrenciales modificaron la línea de costa del Litoral Central.

C.V.G. ~~y~~ EDELCA (2000), en ~~este~~^{su} informe ~~se~~ hace una síntesis de las condiciones sinópticas meteorológicas durante el período comprendido entre el 01 y el 16 de diciembre de 1999, prevalecientes en el mar caribe y el Atlántico Norte, con influencia en las inundaciones que ocurrieron en las costas venezolanas y áreas vecinas más al Sur.

Salcedo (2000), presenta una descripción de las lecciones aprendidas basándose en una evaluación del evento ocurrido en diciembre de 1999, el cual afectó el Litoral Central y parte del área Metropolitana de Caracas. En tal sentido se describen los flujos superficiales en suelos residuales y/o coluviales, los deslizamientos en masas rocosas, la formación de diques naturales por acumulación de troncos de árboles y bloques de rocas, y los daños correspondientes.

Acevedo (1978), basándose en el estudio de la metodología aplicada a la cuenca del Río Pereña, unos parámetros tomados del informe técnico N° 12 del Ministerio de Agricultura y Cría, con la finalidad de determinar prioridades en el manejo de Cuencas Hidrográficas. Algunos de los parámetros señalados por el autor se tomaron en cuenta para el estudio de la Cuenca del río Chichiriviche tales como: los Climáticos.

Por otra parte, Calderón (1993), aplicó una serie de técnicas, que lo llevaron a tener una idea clara de cómo están interactuando los diferentes parámetros físicos y socio-económicos dentro de la cuenca del Río Chichiriviche, llegando a la conclusión de que los problemas presentes en la cuenca se pueden tipificar sobre la base del uso que se le está dando a esas tierras y al futuro de las mismas, en base a las asignaciones hechas por el Instituto Agrario Nacional. ^{La} Asignación de parcelas ubicadas en pendientes mayores de 35 - 50%, ~~lo que implica que el campesino que irrumpe contra el Bosque Natural~~, genera focos de erosión en las vertientes, creando cárcavas; la falta de orientación agroecológica al campesino por parte del IAN... como también la pérdida de suelo y el aporte de sedimentos al Río Chichiriviche, ha generado problemas de truncamiento en su cauce y su posterior desbordamiento, creando problemas de inundación en las partes bajas de la cuenca.

Entre las soluciones ~~que se deben tomar están referidas~~ una Coordinación con ~~planteadas se tienen:~~

el I.A.N y el M.A.R.N., para establecer ciertos puntos que regularicen la acción antrópica en sectores con pendiente superior al 50% y la protección de las áreas inundables; a través de obras de control de caudales.

Duerto (1989), realiza una investigación de las aguas de la cuenca alta y media del Río Petaquire, cuyo estudio se basa fundamentalmente en la ejecución de cinco programas prioritarios correspondientes a:

- Conservación de suelos y aguas.
- Control de cárcavas.
- Planificación e Investigación.
- Educación Ambiental.
- Prevención y defensa.

Los resultados obtenidos de esta investigación, tienen mucha similitud con los de Calderón (1993); donde se señala en forma resumida los problemas desde el punto de vista físico, social y económico que presenta la cuenca alta del río Petaquire, como son: la erosión, deterioro de la cobertura vegetal y un incremento de la vegetación herbácea de escaso valor de recubrimiento del suelo; ~~como~~ también la ocupación del espacio y la sustitución de la vegetación natural por las actividades agrícolas donde el uso indiscriminado de fertilizantes y bióxidos han contribuido al deterioro progresivo de los recursos existentes en la cuenca. Este estudio sirve de referencia para dicha investigación, ya que la misma pertenece a la parroquia Carayaca al igual que la Cuenca del Río Chichiriviche, cuyas características físico-geográficas son semejantes.

De igual manera, este autor realizó un inventario diagnóstico de torrentes en el Litoral Central; cuya finalidad es, la prioridad de obras que protejan la infraestructura del área y los asentamientos poblacionales; los cuales en épocas de lluvia se ven seriamente amenazados por crecidas súbitas y violentas, aunado a la geología inestable del área permite tener una visión a gran escala de la situación existente en cada uno de los torrentes a ser evaluados y la peligrosidad que representa para la población.

De lo antes expuesto cabe destacar la importancia que tiene este tipo de estudio, así como el análisis hidrológico de esas cuencas de manera tal que se tomen las

Muy largo, se pierde la idea.

medidas preventivas en caso de crecidas. Duerto (1989), en su investigación presenta una metodología adaptada, a la aplicación de doce parámetros a cada torrente, la priorización y jerarquización, de tal manera que sirva de referencia en el planteamiento y ejecución de obras para prevenir y en otros casos sanear en el momento de ocurrir la crecida y/o inundación.

En este estudio realizado en 1989, el autor hace un planteamiento a seguir en los momentos que se presenten las inundaciones, pero en 1999, se pudo evidenciar que dicha investigación y sus aportes no fueron tomados en cuenta, ya que las medidas necesarias no se llevaron a cabo.

Entre otros autores se pueden señalar a Ferrer y Cabello (1981), quienes presentaron una síntesis de las principales características geomorfológicas de la cuenca del Torbes, lo que puede constituir las bases para la elaboración de un inventario detallado sobre las relaciones, procesos y formas, para la zonificación de niveles de susceptibilidades.

Hidalgo (1987), elaboró un informe que contempla el análisis de algunas condiciones físico naturales y antrópicas relacionadas con el evento ocurrido en la cuenca alta y media del río Limón, Edo Aragua, donde se establece que los suelos presentan una alta fragilidad física, así como la vegetación existente, predominantemente boscosa, fue la que manifestó los problemas de movimiento en masa. Por otra parte la geomorfología del área corresponde a laderas empinadas, lugares en donde ocurrieron los principales movimientos en masa, flujo de tierra y derrumbes en caída libre. En cuanto a la geología ^{esta} corresponde a rocas metamórficas de textura foliada favorable para que ocurra movimiento en masa, aunado a las intensas precipitaciones, desencadenaron los fenómenos erosivos constituyendo un evento excepcional. Esta investigación tiene mucha relación con un evento natural ocurrido el 30 de julio de 1988 en la Cuenca del Río Chichiriviche donde un conjunto de factores incidió en la cuenca generando una inundación, la cual afectó a la población allí existente. De este estudio se desprende que es de suma importancia una investigación sobre los suelos, la vegetación, la geología en conjunto y detectar áreas críticas, así mismo la incidencia del fenómeno sobre la población.

Por otra parte Molina (1983), muestra como un estudio de esta naturaleza puede interrelacionar un gran número de variables físicas, biológicas y antrópicas llegándose a separar unidades ecológicas o ecosistemas regionales. En dicho estudio se desarrollan métodos de tipo geográfico con la finalidad, de llegar a la caracterización de la ecología regional de la cuenca alta del Río Orinoco. Este estudio sirve de referencia para ser aplicado a las unidades ecológicas de la Cuenca del Río Chichiriviche.

que? Así mismo Manzanilla (1991), en su investigación cubre la mayor cantidad de componentes interrelacionados en forma compleja que resultan de analizar la unidad espacial de la cuenca alta del Río Boconó en el Estado Trujillo. Producto de la intervención de la cuenca, se han originado efectos negativos insitu, así como incrementos en la pérdida del suelo en las vertientes, lo que genera sedimentos que llegan a los cauces de agua desmejorando su calidad, daños en la infraestructura hidráulica y pérdidas humanas. Especialmente este trabajo se centra en el diagnóstico y tratamiento de los problemas ambientales y económicos generados por los procesos de erosión concentrada, movimientos de masa y eventos torrenciales que afectan la infraestructura y sus áreas de influencia. De este estudio se tomó en cuenta la metodología aplicada al análisis morfométrico. ?

Contreras, G.(s/f), realizó un estudio morfoclimático e hidrológico en cuencas altas, donde señala una serie de parámetros que deben ser utilizados para el estudio morfométrico de la cuenca. Este autor presenta una metodología muy específica del estudio morfométrico, hidroclimático e hidrológico que sirve de apoyo para el desarrollo de dicha investigación.

Así mismo; Pernalette, Guevara, y Guevara (1977); señalan que el hecho de contar con una metodología técnica y práctica para el manejo de una cuenca facilita el estudio de los parámetros bio-físicos, socio-económicos, antropógenos y climáticos, que de una u otra forma inciden en el equilibrio ecológico de la cuenca y así obtener los índices prioritarios que permitan cuantificar la importancia del estudio de la misma.

De la misma manera, Pabón y Bustos (1982), presentan un estudio sobre el

diagnóstico físico de la subcuenca del río Petaquire-Mamo, ^{La} cuya finalidad ^{La de} es aportar información que sirva de apoyo a la elaboración del plan de manejo propuesto, dentro del proyecto integral de reforma agraria que promueve el Instituto Agrario Nacional, con la Participación Internacional, cuyo trabajo es de gran importancia para el desarrollo del diagnóstico físico de la Cuenca del Río Chichiriviche.

Cabe destacar que Vivas (1966), propone esbozar algunos de los métodos utilizados en el estudio hidro-geomorfológico de una pequeña cuenca al sureste de Francia, la que drena al Río Roubión, destacando los diversos aspectos físicos-geográficos que deben ser considerados en el estudio hidrogeomorfológico de una cuenca hidrográfica.

Boscós y Camarasa (1998) realizarán un estudio sobre la caracterización hidrológica del río Arga, donde señalan que este tipo de estudio puede constituir un eficaz instrumento de planificación territorial y de gestión hídrica.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localización del Área de Estudio

La cuenca del río Chichiriviche se localiza en la región centro norte costera del país, específicamente en el extremo occidental de la costa del Estado Vargas. Políticamente se circunscribe a la jurisdicción de la Parroquia Carayaca Edo. Vargas. (MARNR, 1995).

Limita al norte con el mar Caribe, al sur el Pico Geremba, por el este la cuenca del río Oricao y al oeste con el centro poblado San Miguel y el Topo el Corozo.

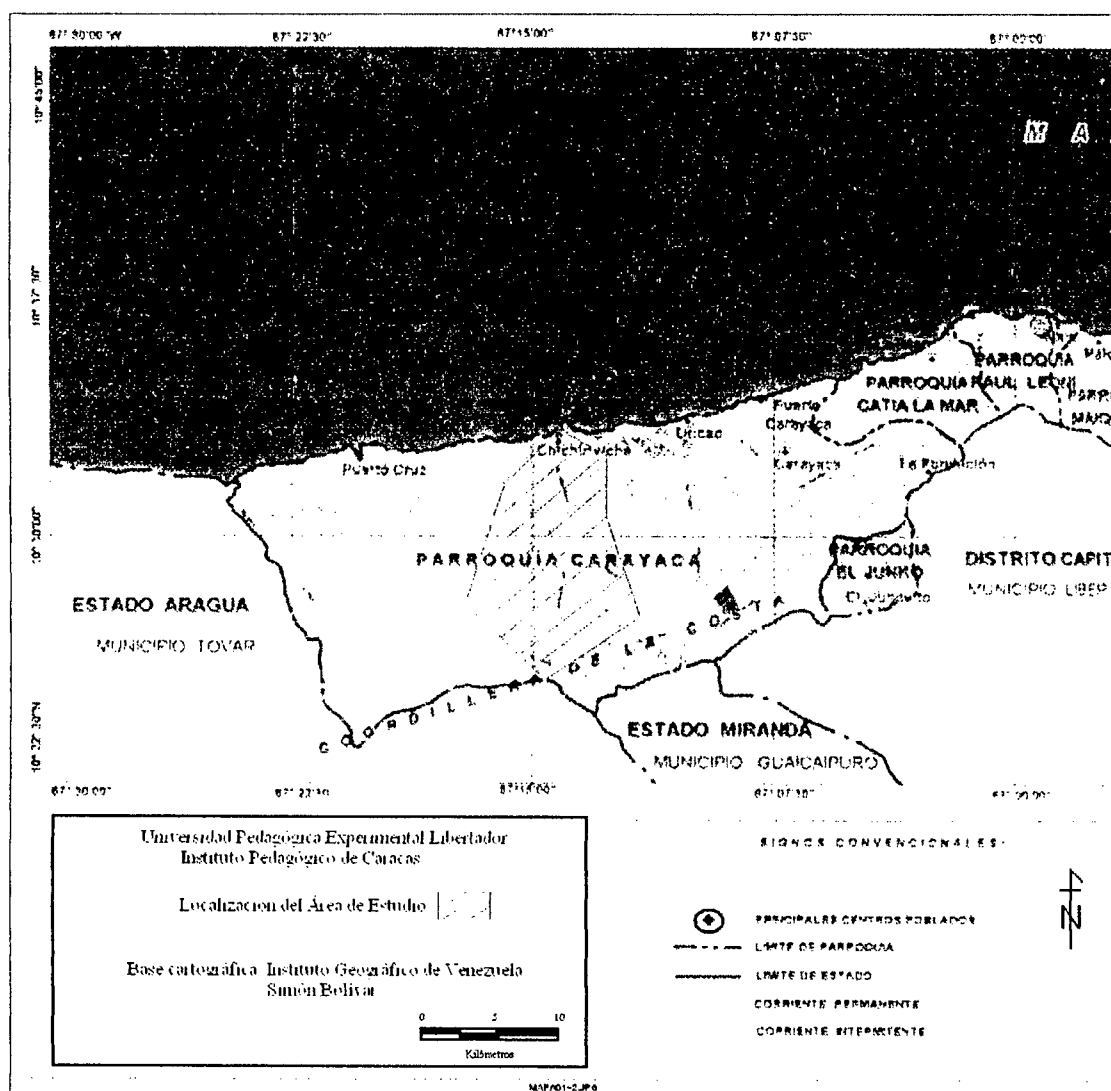
Geográficamente se localiza entre las coordenadas siguientes $10^{\circ} 25' 15''$ y $10^{\circ} 33' 00''$ Lat. Norte y los $67^{\circ} 16' 30''$ - $67^{\circ} 12' 00''$ Log. Oeste (ver gráfico 1).

Según, M.A.R.N. (1993), esta enmarcada dentro del Monumento Natural Pico Codazzi publicado en gaceta oficial no 34-819 de fecha 14 de octubre de 1991, según decreto no 1637.

Geología

Historia Geológica

Hace unos ochenta millones de años sobre una base de antiguas rocas del paleozoico y mesozoico donde dominan granitos gnéissicos y esquistos comenzó a elevarse la Serranía del Litoral que cuenta en la actualidad, con cumbres que sobrepasan los 20000m de altitud, y que constituyen el accidente geográfico más característico del área central de Venezuela. (Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima, 1993).



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



Gráfico 1. Localización del área de estudio, local, regional y nacional. Tomado de Mapa de Los Teques, Cartografía Nacional 1971, Hoja (6747).

PDVSA, (1993), refleja que esta compleja geología incluye además sedimentos marinos (caliza, lutita) del cretácico y otros probablemente más recientes como los de Cabo Blanco, donde la intensa actividad del Aeropuerto simón Bolívar ocurre sobre una densa capas de fósiles marinos.

La faja de Cordillera de la Costa se ubica en la parte septentrional del Macizo Central de la Cordillera, limitada al Norte por el Caribe, mientras que al sur coincide en gran extensión con la zona de fallas de la Victoria y en partes se extiende al sur de ella. Dentro de esta unidad están representadas rocas del basamento pre-mesozoico, meta sedimentos plaformales de edad Jurásico – Cretácico y lentes concordantes de eclogitas, anfibolitas y serpentinas, así como intrusitas de carácter Calco-alkalino. (González de Juana, Iturralde y Picard, 1980).

Según Méndez (c.p González de Juana, et al 1980) incluye dentro de esta faja las unidades siguientes: Complejo Basal de Sebastopol, Formación Peña de Mora, Las Brisas, Antemano y Las Mercedes. Localmente afloran cuerpos de diferentes tamaños de magmáticas y granitos. Así mismo se encuentran cuerpos dispersos de serpentinitas, periodotitas, parcialmente serpentinizadas y anfibolitas. (Ver Gráfico 2).

En la cordillera de la Costa, específicamente en el área de estudio, afloran las siguientes unidades lito estratigráficas de acuerdo con el mapa geológico de la Creole Petroleum Corporation (1954), se encuentra la Formación Peña de Mora, Las Brisas, y Las Mercedes, y formación Tacagua, esta información fue actualizada en el Léxico Estratigráfico de Venezuela del año 1997.

Formación Las Brisas: Esta formación del Mesozoico, Jurásico Cretácico, está constituida por un 90% de esquistos cuarzofeldespáticos moscovíticos; el 10% restante lo constituyen, en orden de abundancia, esquistos cuarzofeldespáticos epidóticos o cloríticos, mármol cuarcita y metaconglomerado, y lo constituye el miembro Zenda. (Léxico Estratigráfico 1997).

De acuerdo al Ministerio de Energía y Minas (1997), La Formación Las Mercedes del Mesozoico Jurásico-Cretácico, está constituida por esquistos grafitosos y mármol así como de metaconglomerados y metaarenisca y de esquistos albitografitoso. Todas estas rocas corresponden a un metamorfismo de bajo grado.

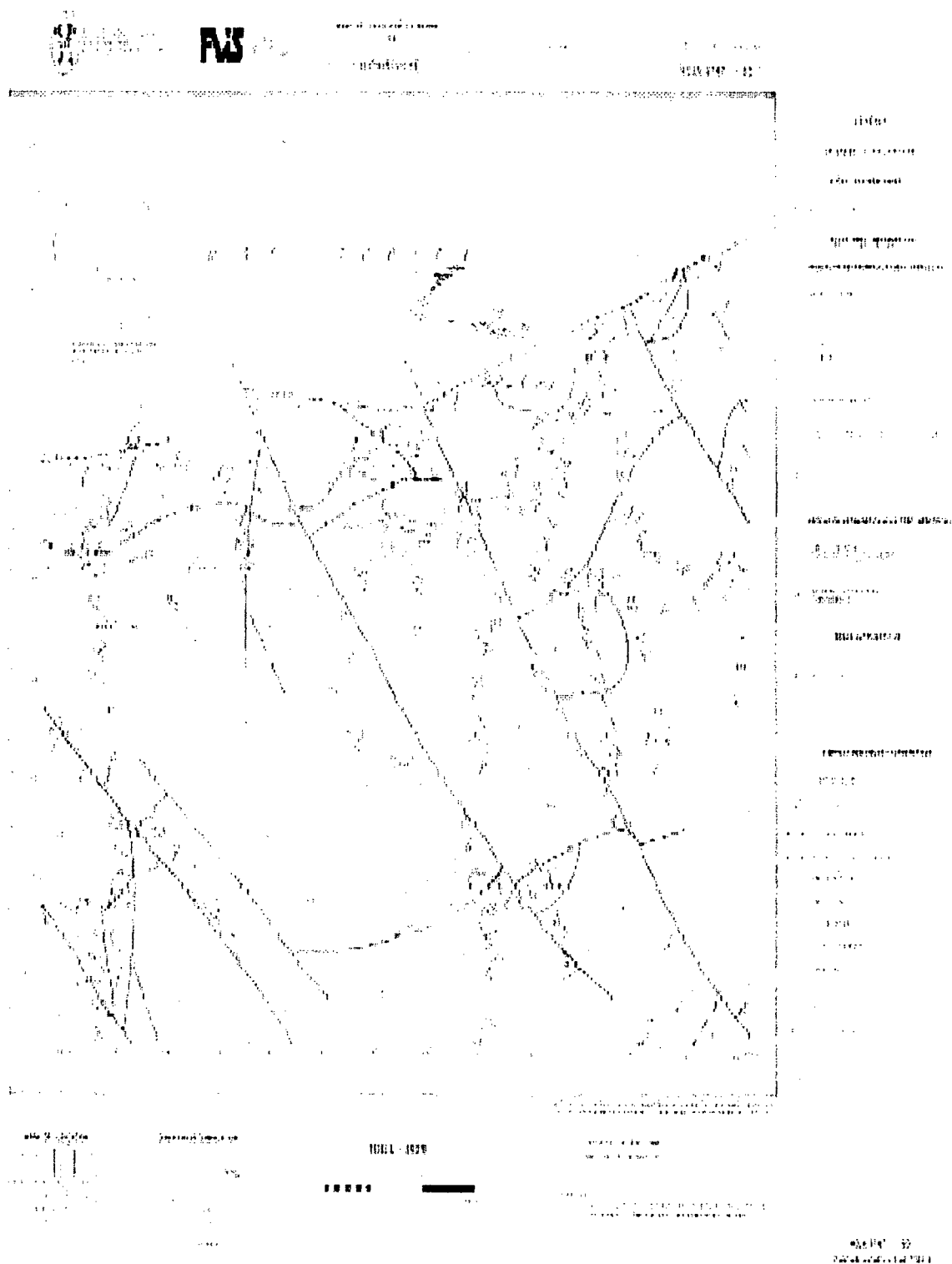


Gráfico 2. Geología del Área de estudio. Tomado del mapa geológico de Vargas y del Sur del Ávila.

✓

en la facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.

Urbani y Ostos (c.p Léxico estratigráfico, 1997); La Formación Peña de Mora se basa en un soporte de cartografía geológica más detallado de extensos tramos de la Cordillera de la Costa; restringen este nombre sólo a los cuerpos de augeneis y gneis graníticos y aquellas zonas que si bien tienen otros tipos de rocas intercaladas con los augeneises, éstos sean los predominantes.

Wehrmann 1972 (c.p Léxico estratigráfico 1997); amplía la acepción de la Formación Peña de Mora definiéndola como un complejo ígneo metamórfico equivalente lateral, por lo menos es parte de las Formación Las Brisas que prácticamente forma el núcleo de la Cordillera de la Costa, incluyendo augeneis grueso y bandeado, gneis de grano fino a medio, también cuarcitas de poco espesor, esquistos cuarzos moscovíticos y ocasionalmente anfibolita, mármol así mismo dentro de esa secuencia identifica cuerpos dispersos de rocas meta ígneas ultramáfica, máficas y félsicas. (Ver Gráfico 3)

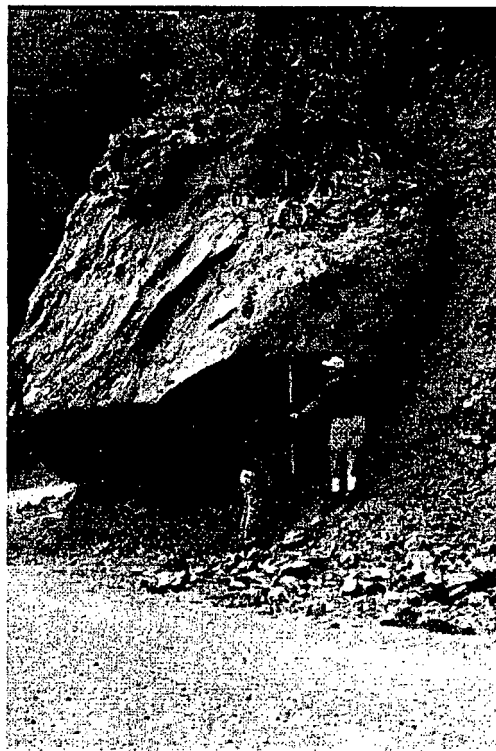


Gráfico 3. Anfibolita de Nirgua de la Asociación Metamórfica de la Costa. A orillas de la carretera Chivhiriviche, estado Vargas. Venezuela. 2000.

✓

La Formación Tacagua geológicamente está constituida por una secuencia de esquistos cuarzo-moscovitas-grafitosos-calcáreos intercalados con lentes macizos de esquistos cuarzo-feldespáticos-epidatias, a veces calcáreos de color verde.

En cuanto a la formación Las Mercedes, Urbani, et al, (1981) señalan que la formación Las Mercedes está constituida por dos sub.-unidades. Una conformada por esquistos calcíticos – grafitoso y mármol, con una asociación mineralógica de cuarzo, Calcita, moscovita, albita, grafito, clorita y epidoto y una segunda sub.-unidad minoritaria de cuerpos de mármol masivo, constituido de calcita, cuarzo moscovita y albita. Todas estas rocas corresponden a un metamorfismo de bajo grado, en las facies de los esquistos verdes en la zona de la clorita. En el área de estudio se observan algunas de estas unidades litológicas como el esquisto verde grafitoso y esquistos cuarzosos cuyas rocas metamórficas le dan una inestabilidad al terreno. Por lo que se infiere que la geología del área es bastante inestable.

Por último tenemos la formación Peña de Mora (Edad Precámbrico – Superior). Wehrmann (1972) Urbani y Quezada (1972), (citado en el Léxico Estratigráfico, 1997) señalan que está compuesta por esquistos, cuarcitos, mármol y supibolita. Urbani y otros (1981), restringen el nombre de la formación a los cuerpos existentes en la Cordillera de la Costa compuestos por augeneis y gneises graníticos con otros tipos de rocas intercaladas. El grupo se localiza entre la antigua carretera de Caracas – La Guaira y el túnel de Boquerón. Urbani y otros (1981) proponen su existencia en el curso bajo del Río Chichiriviche, Estrado Vargas.

En la serranía del litoral dominan rocas metamórficas cuya litología esta constituida por esquistos feldespático y micáceos de la formación las Brisas y las Mercedes al igual que los gneis que integran la formación Peña de Mora, esta rocas al meteorizarse dan origen a sedimentos arenosos favoreciendo la permeabilidad y en consecuencia genera un comportamiento ante los movimientos de masa bajo la acción de la escorrentía sobre la montaña.

En la cuenca del río Chichiriviche uno de los factores favorables para la inestabilidad de las vertientes se refiere al buzamiento generalizado de las rocas cuya orientación rumbo deslizante es de sur –norte coincidiendo con la pendiente del

relieve y así de esta manera facilitar la movilización de los materiales.

En las cabeceras de la quebrada Los Cedros, Algarrobo y La Peña, al igual que en las nacientes de los ríos Chichiriviche y Raizudo, abundan esquistos cuarzozos micáceos grafitosos con proporciones variables de granate y eventualmente albita intercaladas con tales esquistos, pero mucho menos abundantes, aparecen cuarcita y pequeños lentes de mármol.

La geomorfología del sistema montañoso nor.-central está ligada a los procesos orogénicos y post-orogénicos de la cordillera de la costa. (Mendoza, 1978). Morfológicamente se caracteriza por presentar un relieve muy abrupto y fuertes pendientes con acantilados que van alineados a la costa. (Ver Gráfico 4)



Gráfico 4. Morfología del relieve adosado a la línea de costa. Se distingue un valle costanero entre dos promontorios (Punta el Vigía y Punta el Mono). Bahía del Río Chichiriviche Estado Vargas Venezuela. 25-02-1999.

Relieve

El estado Vargas se encuentra ubicado en el flanco Norte de la cordillera de costa, la cual presenta declives rápidos hacia el mar bordeados de una costa rectilínea, casi sin playas y escasamente festoneada. El sector presenta pequeñas playas originadas en breves festones del perfil litoral o en los salientes formados por los conos de deyección de las quebradas torrentosa de la zona. (González, Garcías et al, 2000)

La cuenca del río Chichiriviche, según M.A.R.N,(1988) Está abruptamente disectada, formando un valle acañonado, de cuevas a ambos lados del cauce de hasta 80° de pendiente, en su desembocadura conforma una bahía profunda emplazada entre dos promontorios denominados Punta el Vigía y Punta el Mono.(Ver Gráfico, 4).

El lecho del río está encauzado en el tramo medio inferior, dentro de depósitos de relleno de variado tamaño y composición. Bloque de desplome hasta de 50 toneladas de peso, se encuentra en el lecho, pero abundan las fracciones de arenas y materiales finos con alto contenido de óxido de hierro. Estos materiales de recubrimientos de rocas metamórficas alteradas y fracturadas formados por esquistos y gneises, sostienen hacia la parte media y alta una especie de vegetación representada por un bosque tropical alto y siempre verde (M.A.R.N, 1988).

A partir de 5km desde su desembocadura en el mar el cauce adquiere un carácter torrencial. En el tramo más bajo, mantiene un declive promedio de 2,5% representando dicho sector, a una estrecha planicie costera que ha emergido tectónicamente. (M.A.R.N, 1988). Además de las características antes mencionadas la cuenca presenta llanuras aluvionales producto de la erosión y del transporte de sedimentos acarreados por el río, que al disminuir la pendiente también disminuye la velocidad y por ende tiende a depositar en forma de abanicos cuyas zonas planas son utilizadas para construir viviendas. Según (González, et al, 2000) menciona que las áreas ocupadas por los centros poblados son en su totalidad aluviones del cuaternario reciente.

Hidrografía

El sistema hidrográfico del estado Vargas tiene características propias, conformado por varios ríos y quebradas con fuertes pendientes longitudinales, que a la llegada de las lluvias se convierten en devastadores torrentes con las consecuentes inundaciones que toda la vida han afectado al Litoral central.

Desde el punto de vista hidrográfico, el área de estudio está ubicada entre los $10^{\circ}27' - 10^{\circ}33' N$ y los $67^{\circ}12' - 67^{\circ}17'$ oeste en la vertiente norte que drena hacia el mar Caribe en la Cordillera de la Costa, Estado Vargas. Constituida por una cuenca de recepción en los sectores alto y medio bastante amplia, localizándose aproximadamente a 2280 m.s.n.m.

La cuenca presenta forma ovalada, tiene un área aproximada de 75.2 Km²., con una longitud de cauce de 14.5 Km. Y aproximadamente 80° de pendiente, desde sus cabeceras en el pico Geremba o el Palmar hasta la desembocadura al mar Caribe donde se forma la bahía del Puerto de Chichiriviche.

La cuenca está abruptamente disectada, formándose un valle acañoneado. Presenta un sistema convergente de drenaje hacia el cauce principal, donde llegan tributarios de régimen torrencial que poseen en su mayoría, similares longitudes como son las Odas Capacho, el Cedrito, Algarrobo, Río Raizudo, Río San Mateo y Capachal. (M.A.R.N) El drenaje se encuentra controlado, en primer término, por la pendiente y en segundo término por diaclasas y fallas.

El río principal presenta un régimen permanente durante su recorrido desde la cuenca alta y media hasta su desembocadura. Los cursos más representativos de la cuenca son: Río Raizudo, Río San Mateo con un régimen permanente al igual que el río principal. Los tributarios menores corresponden a: Quebrada Algarrobo, Quebrada Guareguare, Quebrada Angomano, Quebrada los Ñames, Quebrada Capachal, y Quebrada El Cedrito, todos estos presentan un régimen intermitente. (Ver Gráfico 5)

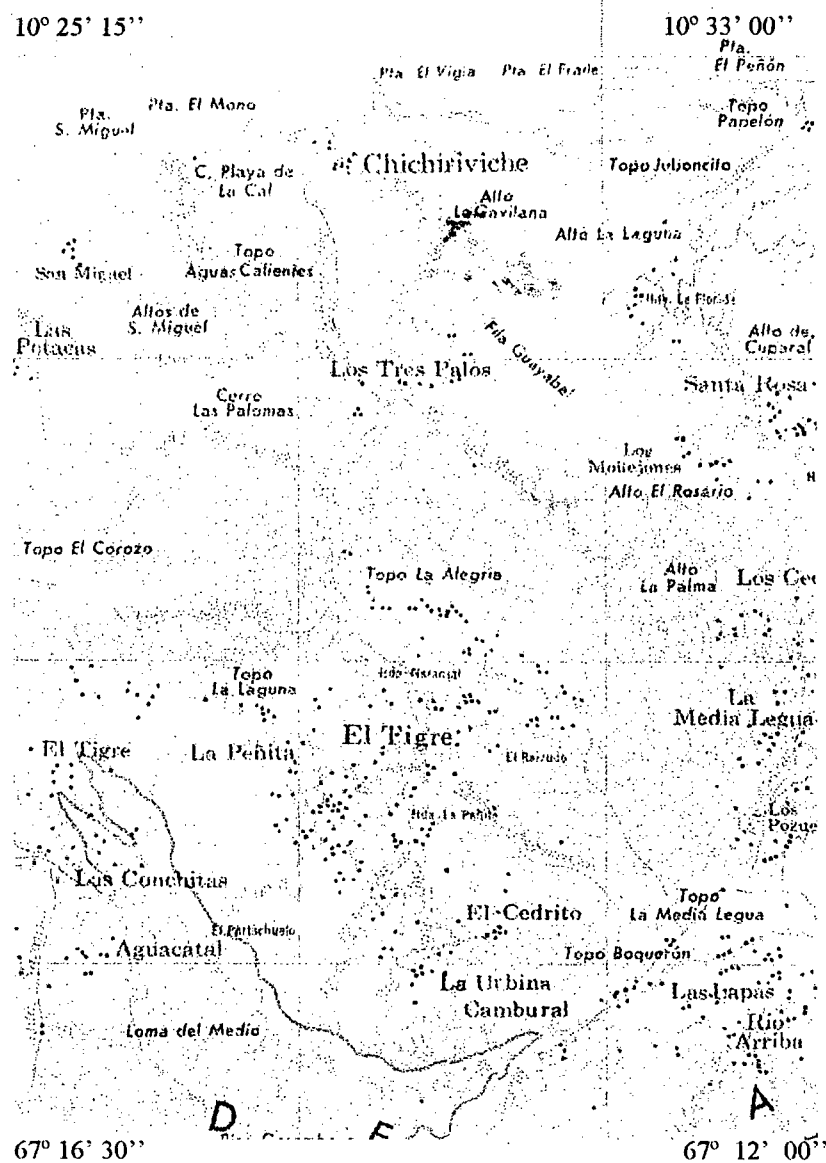


Gráfico 5. Red hidrográfica que constituye el río Chichiriviche. Tomado del Mapa base, Los Teques, Hoja 6747 de la Dirección de Cartografía Nacional 1977, Caracas.

En su totalidad los ríos y quebradas restantes drenan sus aguas al río principal. Estos cursos de agua son de corto recorrido, de fuertes pendientes y de régimen torrencioso a la llegada de las lluvias. Uno de los procesos morfodinámicos depositacionales del río Chichiriviche lo conforma la disminución del régimen de gasto en temporada seca, la cual permite que su carga disminuya hacia la desembocadura formando una barra de arena en su cauce. (Ver Gráfico 6). Esto evidencia las características de la dinámica fluvio-marina en el área; por un lado la disminución del caudal del río Chichiriviche y por el otro lado está actuando el transporte litoral, conformando un complejo cordón litoral o barra de arena.



Gráfico 6. Barra de arena formado por la confluencia del río con el mar. Chichiriviche Estado Vargas, Venezuela. 2000.

Clima

Con respecto al clima de la Cordillera de la Costa, según la clasificación de Koppen es semi - árido (Bshi) y megatérmico en la clasificación de Thornthwaite, clima de sabana tropical marítimo. Este clima se caracteriza por tener mayor evaporación que precipitación lo que produce condiciones deficitarias de humedad en casi todos los meses del año en la cordillera de la costa.

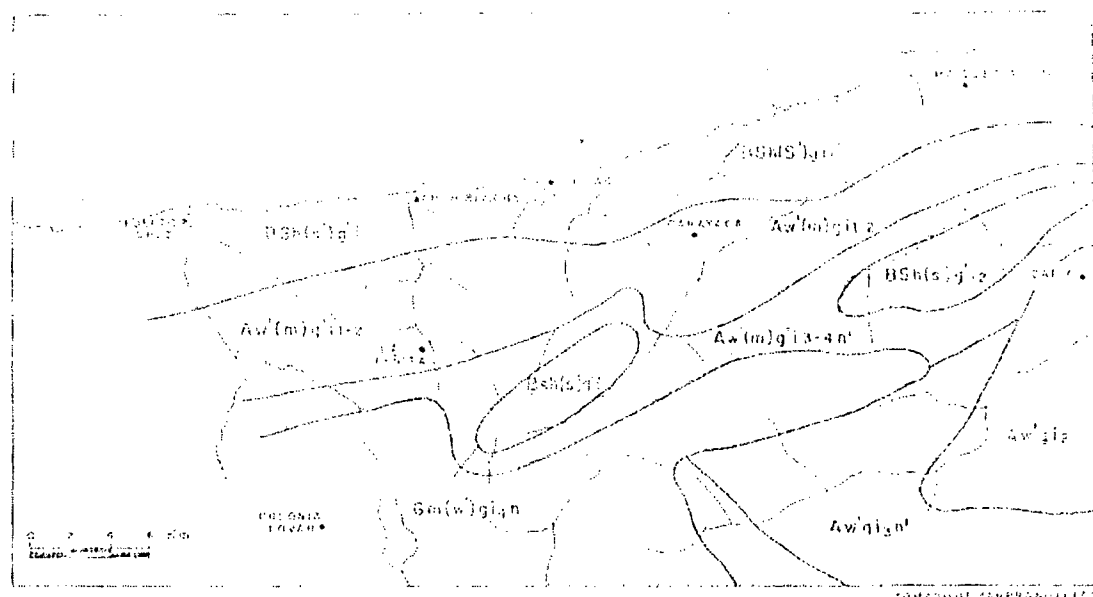
Las temperaturas oscilan entre 24° C y 32° C, registrándose el mes más cálido en julio de 32° C. La temperatura varía en el área de acuerdo a la altura expresándose de la siguiente manera, mayores a 27° C en altura menores a 100 metros hasta llegar a 14° C en alturas de 2000 metros.

El clima esta influenciado dentro de la cuenca por el gradiente térmico vertical, este es variable, a medida que aumenta la altura la temperatura disminuye. Siendo el criterio del M.A.R.N. 1993, que explica la clasificación de Koeppen, la situación es la que se describe a continuación: Según la altitud, la temperatura de esta cuenca varía, dando origen a precipitaciones menores de 600 mm en alturas inferiores a 1000 m.s.n.m, y hasta 1400 mm de precipitación a los 2.100 metros. Entre las características más resaltantes de esta cuenca se presenta una variedad de mesoclimas, debido a los pisos altitudinales, que caracterizan a la zona. Según la clasificación climática de Koeppen se pueden evidenciar tres tipos de climas:

1. Clima Semi-árido (Bshi): Ubicado en la zona costera entre los 0 y los 200 m.s.n.m. Este clima se caracteriza por su sequedad, ya que la evaporación es mayor que la precipitación durante todo el año, es decir se genera un balance hídrico negativo, con precipitaciones promedio alrededor de los 595.4 mm de pp., y temperaturas por encima de los 26 °C. Este tipo de clima permite el desarrollo de una vegetación de tipo Xerófito.
2. Clima Tropical Lluvioso de Sabana (Aw): Este clima se ubica entre los 200 y los 1.200 m.s.n.m., con vegetación de sabana a herbazales y bosques tropófitos sub.-húmedos con un máximo de precipitación en el año. La estación lluviosa se prolonga hasta fines de noviembre con 8 a 9 meses lluviosos, la precipitación

promedio está en el orden de los 1251,1 mm de pp., y la temperatura está entre 21°C y 22°C.

Clima Tropical de Montaña o Tropical de Altura (Gwi) por una vegetación de bosques perennifolios nublados, con 2 máximos de precipitación, la temperatura oscila alrededor de los 15°C a 17°C y la precipitación está alrededor de los 1.184,4 mm de pp. Anuales): se ubica a partir de los 1.200 m.s.n.m. hasta los 2.200 m.s.n.m. Se caracteriza porque ningún mes presenta una precipitación menor de 30 mm. La vegetación que se desarrolla en este tipo de clima es selva o bosque nublado. (Ver Gráfico 7).



Leyenda

- BSh(s'')g'i Semiárido Tropical
- Aw'(m)g'i Tropical Cálido Lluvioso
- Gm(w')gi Templados de Altura Tropical

Gráfico 7. Características climáticas de la Cordillera de la Costa. Tomado de Zambrano Alba 1970.

Suelo

Desde el punto de vista pedogenético, los suelos del área de estudio se clasifican taxonómicamente y pedológicamente como inceptisols: suelos con escaso desarrollo pedogenético y con abundantes reservas minerales son altamente susceptibles desarrollados sobre lavas torrenciales, material litológico de la formación las brisas altamente deslencables y con poca cohesión. Aunque en la parte alta y media de la cuenca del Río Chichiriviche, los suelos presentan abundantes nutrientes, debido a la concentración de humus producto de la descomposición de los materiales orgánicos que se acumulan en dichos lugares, estas zonas se caracterizan por presentar suelos desarrollados sobre colinas y lomas con predominio de cultivos permanentes

Entre 1000 y 1600 m.s.n.m. esta zona se caracteriza por tener suelos desarrollados sobre colina altamente susceptible sobre un material proveniente de lavas torrenciales.

Estas condiciones de humedad permiten que se desarrolle un tipo de vegetación distinta a la que se encuentra en la franja costera del río Chichiriviche.

Vegetación

Según Holdridge la zona de vidas de la Cordillera de Costa presenta un bosque seco tropical.

Según los tipos climáticos de Koeppen la cordillera de la costa presenta tres tipos de clima por los pisos térmicos encontrándose en la costa el clima cálido- seco correspondiente al Bshi (semi-árido), con vegetación xerófila o montes espinosos. El clima Aw lluvioso cálido con una vegetación de herbazales y bosques tropófitos sub.-húmedos y el otro clima tropical de altura Gwi se distingue una vegetación de sabana (herbazales) y bosques de altura tropófitos. (PDVSA)

En el área de estudio se distinguen varias sub. formaciones vegetales en dirección Norte - Sur, configurando los diferentes pisos térmicos que se observan en

Se repite en 1^o página 27

la zona.

La vegetación en la Cordillera de la Costa se clasifica en herbazales litorales, Halófilos, Psamófilos y arbustales xerófilos litorales y dicha vegetación se encuentra entre los 0 y 500 m.s.n.m.

Siguiendo los pisos altitudinales la vegetación varía según la altura, localizándose entre los 500 a 1000 m.s.n.m. una vegetación de arbustales, bosques tropófilos basimontanos deciduos, entre 1000 a 2000 m.s.n.m. se encuentran bosques ombrófilos submontanos, semi deciduos estacionales, bosques ombrófilos montanos siempre verde y bosques ombrófilos submontanos y montanos siempre verde. (MARN, 1982)

Según el (M.A.R.N. 1982) hace una descripción de la vegetación de la siguiente manera:

Los herbazales halófilos son sus unidades bajas abiertos, en depresiones salinos de la costa, pobres florística mente.

Los arbustales serófilos litorales son variable entre abierta o muy cerrada fuertemente armadas con cactáceas columnares, sobre substratos arenosos y rocosos adyacentes a las playas, entre los 50 – 100 m.s.n.m

- Bosque trapófilos basimontanos deciduos altura baja a media (10 – 15 (20)m) con 1 -2 estratos arbóreo y un sotobosque densa. Ocupan los laduos inferiores septentrionales entre 300 y 600 m.

- Bosques ombrófilos submontanos semi deciduos estacionales. Ocupan los laderas septentrionales entre los 600 y 800 m

- Bosques ombrófilos montanos sub-siempre verde presentan abundantes epifitos y un soto bosque relativamente denso, están ubicados entre los 1300 a 2200m

Por otra parte Kurt (1960), señala que la vegetación se caracteriza por presentar bosques secos y bosques higrófilos y mesófilos, aunque actualmente los Bosques higrófilos en la zona de estudio no existen. También Tamayo (1976), caracteriza a la vegetación predominante del área como una selva tropófila y una selva higrófila. Esta se ubica a cierta altura de la cuenca donde las condiciones ambientales son bastantes húmedas. Otros de los autores Ewel (1968), caracteriza a la vegetación del

área como, bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, este autor se refiere en el primer caso a la vegetación que se ubica en las alturas menores a 500 m.s.n.m., mientras que el bosque húmedo tropical se encuentra a alturas mayores de 1000 m.s.n.m.

Es importante señalar que la vegetación existente se debe a la influencia del clima y a la altura que impera en la zona de estudio, estos factores permiten el crecimiento de una vegetación muy variada que va desde la xerófila hasta un bosque húmedo o selva nublada. Como señala Duértö (1989), la diversidad bioclimática unida a la topografía local permite el desarrollo de biotas conformados por muchas especies florísticas y faunísticas que constituyen comunidades únicas de alto valor paisajístico y ecológico.

Por su parte, Mesa (1989), distingue una gran variedad de ambientes naturales que van desde el cardonal espinoso a nivel del mar, hasta los bosques húmedos costaneros a 2.000 m, siguiendo el patrón altitudinal. (Ver Gráfico 8)

Las especies más importantes y abundantes, según el autor son: cainito (*Chrysophyllum cainito*), Guayaba de monte (*Psidium* sp), cascarrón (*Machaerium stenophyllum*), herbáceos capin melao (*Melinis minutiflora*) y helecho (*Pteridium caudatum*).

Cabe destacar que el estudio de la vegetación realizado por los autores antes mencionados presentan características similares, lo que significa que la vegetación predominante corresponde a un tipo de clima y a las características del suelo imperante en la zona. De acuerdo a la vegetación caracterizada por Huber y Mesa se refiere que la misma cambia de acuerdo al piso altitudinal que va desde la formación xerófila, a bosque siempre verde y culmina con una selva nublada a la altura de 2.000 m.s.n.m. aproximadamente.



Gráfico 8. Formación Xerófila ubicada en la línea de costa. También se presenta un bosque de galería adosado al río. Chichiriviche estado Vargas. Venezuela. 27-04-2000.

Uso actual de la tierra

M.A.R.N (1993), establece que el uso actual de la tierra representa uno de los tópicos más importantes a considerar al momento de inventariar y diagnosticar un área, ya que de este depende el comportamiento de la tierra y la tendencia en el tiempo de la misma. Esta está representada por cultivos permanentes y semi-permanetes y cultivos anuales, este tipo de combinación de usos se da en las partes altas de lomas y colinas, empiezan en un principio como tipo conuco, sembrando básicamente cultivos predominantes como de café, cambur, maíz, caraota, ñame, ocumo y yuca. Esta combinación de uso va desde los 300 m.s.n.m. hasta los 150 m.s.n.m. Otras de las actividades agrícolas la representa la horticultura.

CAPÍTULO IV

ALUDES TORRENCIALES OCURRIDOS EN LA CORDILLERA DE LA COSTA

En la Cordillera de la Costa del Litoral Central en el Estado Vargas, han ocurrido lluvias extraordinarias generando aludes torrenciales de los cuales se tienen registros desde 1780 hasta nuestros días. Esta cordillera ha venido sufriendo las consecuencias devastadoras de las inundaciones generadas por situaciones sinópticas meteorológicas que durante cierta época han afectado a las Costas del Estado Vargas.

Entre las inundaciones más antiguas de las que se tiene conocimiento en la Cordillera de la Costa, ^{se menciona la que} señala Rohl Eduardo (1949) ^{no agrega nada nuevo} se refiere que para el mes de octubre de 1780 ocurrió en la zona de la Guaira, una inundación producto de las lluvias extraordinarias, que llenó de agua el Parque Maestranza, Bóvedas y cayeron varios edificios. ^{redactar mejor}

En 1798 durante tres días del mes de febrero, desde el 11 al 13 del mes en curso llovió con mucha violencia que produjo la avenida de piedras, árboles y tierra por el río Osorio que llenó todo el cauce llevándose el puente nuevo de la pólvora. Rohl, (1949).

Un tremendo temporal se desencadenó en la cordillera de la Costa entre las cuencas de los ríos de Anare y Caruao, en agosto de 1912. El efecto de la inundación trajo como consecuencia, cuantiosas pérdidas de la hacienda Osma devastando las siembras de cacao como también todas las vegas y sembradíos. Además en las altas montañas se observaron grades derrumbes cerca del Pico la Montera. (Rohl, 1949).

El 14 de Enero de 1914 entre la Guaira y Puerto Cabello se registró un torrencial aguacero, tan extraordinario que afectó a la localidad de Puerto Cruz al Este de La Guaira. Estas lluvias registraron 1200 m.m. de precipitación con una

Oeste

duración de 5 a 6 horas originando tan desproporcional crecida de los ríos de dichas cuencas, causando la destrucción de los sembradíos en las partes bajas de las haciendas al igual que grandes deslizamientos y derrumbes en los cerros adyacentes. Muchas viviendas destruidas y la muerte de veinte personas (Rohl, 1949).

Según parece, el núcleo de la tormenta se ubicó hacia el centro de la hoya donde estaba la oficina de El Limón a 577 m.s.n.m. La media anual de la precipitación caída durante el periodo de 1914 - 1939 resultó de 1489 m.m., así pues, la diluvial lluvia de aquel día, correspondió a la cantidad que cae en un año.

Para el día 30 de octubre de 1927 se registro una violenta turbonada que se precipito en la cuenca media del río Aguacaliente, entre la trinchera y el Palito, Estado Carabobo, ocasionando grandes estragos en toda la región y destruyendo varios puentes y gran parte de la vía férrea del antiguo ferrocarril Puerto-Cabello Valencia. Además, hubo que lamentar pérdidas humanas, viviendas y labranzas. (Rohl, 1949).

Otro fenómeno se registró el 25 de noviembre de 1938. Las fuertes lluvias caída en la zona de Maiquetía inundaron parte de la población. El río del mismo nombre o Piedra Azul destruyó muchas viviendas construidas cerca del cauce, además perecieron muchas victimas. En la hacienda de café "El Corozal" ubicada a 925 m.s.n.m se recogieron solamente 47 mm. de lluvia no pudiéndose obtener otros datos para una mejor apreciación de la cantidad de precipitación caída. (Rohl, 1949)

Igualmente para la cuenca hidrográfica adyacente al Oeste, se encuentra la hacienda de café Chichiriviche, sector que presento otra impetuosa tormenta el 9 de mayo de 1944. La precipitación caída se midió en 250 mm y su duración fue de 2 horas. (Rohl, 1949)

En la cuenca del río Mamo se registro una gran inundación producida por fuertes lluvias torrenciales el día 15 de noviembre de 1944. Los daños causados fueron de grandes magnitudes, destruyendo la carretera principal, así como muchos ranchos y todas las sementeras de esta región. (Rohl, 1949)

En 1948 el 4 de Agosto se produjo una fuerte tempestad que arruino varios sectores entre Maiquetía, Macuto y sus alrededores. Los deslaves ocurrieron en las

cuencas de los ríos: Piedra Azul o Maiquetía, Osorio, Punta de Mulato o la quebrada de Cariaco, Macuto, El Cojo y Camuri Chiquito. Según mediciones realizadas por el Dr. Rohl (1949) ese día se observó un evento de lluvias extraordinarias de gran intensidad que duró tres horas y media, y la precipitación caída fue de 455 mm, destruyendo un sin número de viviendas, puentes, cementera, entre otras cosas, ocasionando igualmente la pérdida de muchas vidas entre los moradores de las bajas tierras.

De acuerdo con los aludes torrenciales en la historia de Venezuela reflejado por Rohl (1949) se observa que las lluvias intensas que han originado grandes crecientes en las diferentes cuencas a lo largo y ancho de la Cordillera de la Costa con sus devastadoras consecuencias se produjeron en su mayoría en la temporada seca que va desde Noviembre hasta Abril, situación que llama la atención por la ausencia de las lluvias. Sin embargo, las lluvias extraordinarias que también ocasionaron inundaciones en la temporada lluviosa pudieran ser posibles que fuera producto de alguna situación meteorológica sinóptica que permitiera el aumento de las precipitaciones en la Cordillera de la Costa, en las diferentes épocas del año.

Rohl (1949), señala que las torrenciales tempestades o manga de agua extraordinarias por sus excesivas precipitaciones se registraron en la gran mayoría de los casos, en lugares desprovisto de vegetaciones densas así como en los sitios más secos. No quiere esto decir que en esos lugares áridos llueve más. Es todo lo contrario y lo curioso del fenómeno es que en las regiones de que hablamos, no obstante registrarse una caída media mensual baja, se han observado esporádicamente lluvias súbitas inesperados aguaceros torrenciales de pocas horas de duración cuya cantidad corresponde a veces a la media anual de la región.

Además, Rohl (1949), explica que la gran mayoría de las precipitaciones ocurre entre las zonas de los 900 a 500 m.s.n.m. cuyas temperaturas medias anuales es de 22°,4 y 24°,3 es la zona más apta para condensar los vapores cargados de humedad, provenientes de las bajas regiones que son transportados por los vientos permitiendo su ascenso por la orografía y aumentando la humedad relativa y condensándose en nubes saturadas de agua debido al enfriamiento resultante.

*Si lo dice
Rohl, está bien.
respetar su
explicación.*

Se observa que no suceden indistintamente durante la Temporada de lluvias por el paso de alguna perturbación tropical, se ocasiona ocasionalmente durante la Temporada seca originada por alguna situación específica de origen climático "Norte".

La Cordillera de la Costa siempre esta expuesta a estos eventos de lluvias extraordinarias generadora de inundaciones que causan desastres en la población.

Cabe destacar que Rohl, (1949) recomienda que esos apuntes sirvan de alerta a la población que construyen sus viviendas cerca de las riberas de los ríos, además hace un llamado a las autoridades competentes a tomar conciencia de la problemática de las inundaciones que afecta al Litoral Central.

Existen otros investigadores sobre las lluvias extraordinarias que causan inundación en la población costera del Estado Vargas. Continuaremos con los eventos catastróficos que se suscitaron a partir de 1951 hasta diciembre de 1999, abarcando este último evento una gran extensión de franja costera, catalogada como la peor tragedia de Latino América.

Para el día 15 al 17 de febrero de 1951, (Goldbrunner 1963) ocurrió un evento catastrófico de gran magnitud que abarco gran extensión de franja costera entre Choroní y Caruao con ráfagas de lluvias muy intensas que duro tres días (72 horas) este gran deslave ocasionó importantes cambios en la topografía con crecimientos de playas marítimas; tal es el caso de Macuto y Punta de Mulato. Fue la peor inundación ocurrida hasta la fecha debido a la gran destrucción que causaron las quebradas y ríos que se activaron con las fuertes precipitaciones caídas en el Litoral central. Sardi, Alemán (1951.)

Tomando en cuenta la gran extensión de la zona costera que fue afectada por las lluvias extraordinarias en el año 1951 señalaremos los ríos y quebradas que posiblemente se activaron, entre ellos tenemos de Oeste a Este: Choroní, Puerto Cruz, Puerto Maya, Chichiriviche, Oricao, Mamo, Tacagua, Maiquetía, Osorio, Punta de Mulato Macuto, Camuri Chiquito, San Julián, Tanaguarena, Carmen de Uria, Naigutá, Camuri Grande, Anare, Los Caracas, hasta Caruao.

Para el día 14 de diciembre de 1954 se produjeron intensas precipitaciones ocasionando fuertes crecidas en los ríos de la Ciudad Vacacional Los Caracas, inundando las obras que se habían construido en aquellos valles. El evento duro menos de un día. Sardi, 1959 y 1967, (c.p Sardi, S. Víctor, 2000).

Entre 1987 y 1988 también se originaron lluvias extraordinarias que provocaron

✓

el desbordamiento de los ríos en las diferentes vertientes eventos muy similares a pesar de encontrarse una en la vertiente Sur y otra en la vertiente Norte.

Tal es el caso de la cuenca del río Limón que drena en la vertiente Sur al Estado Aragua, donde ocurrió un fenómeno muy parecido a los de la Cordillera de la Costa Litoral Central el día 13 de septiembre de 1987. Evento de lluvias intensas extraordinarias concentradas en poco tiempo provocó movimiento en masa, deslizamiento de las laderas arrastrando rocas, árboles, sedimentos que fueron destruyendo todo lo que estaba a su paso como viviendas, y pérdidas de vidas humanas en el sector el Limón. (Montes, Leandro 1987).

Es importante reseñar la inundación que ocurrió el 30 de julio de 1988, eje principal de esta investigación. M.A.R.N.R, (1988) donde se produjeron intensas precipitaciones con una duración de dos horas y media, se estima 150 mm de lluvia caída durante este período. El desbordamiento afectó la vía que asciende hacia la cuenca alta, bordeando el cauce y dañando tramos de la misma, acumulando gran cantidad de restos vegetales, bloques de rocas, peñones y materiales finos, además de varios vehículos y vidas humanas. Esta inundación se origina en la temporada lluviosa.

Once años después el 15 y 16 de diciembre de 1999 se originan lluvias torrenciales de gran magnitud causando la terrible tragedia para el Litoral Central en el Estado Vargas.

Como señala Daniel Salcedo (2000), los días 15 y 16 de diciembre de 1999, una alta precipitación anómala sobre el Litoral Central y parte del Área Metropolitana de Caracas, origina el desastre más importante del siglo en nuestro país. Unos 70 kilómetros de costa, desde Oricaño hasta Los Caracas fueron afectados por numerosos deslizamientos y flujos torrenciales, reactivando varios conos de deyección ocupados por desarrollos urbanos.

Los daños mayores se concentraron en las siguientes cuencas identificadas de Oeste a Este como Tacagua, Piedra Azul, Quebrada Osorio, San José de Galipán, El Cojo, Punta de Mulato, Camuri Chico, San Julián, Quebrada Seca, Cerro Grande, Carmen de Uria, Naiguatá y Camuri Grande.

Es obvio que los conos de deyección que ocupaba la población hayan sido atrapados por el material proveniente de los derrumbes o deslizamientos de las laderas ya que estaban emplazadas en una zona de muy alto riesgo.

Es importante destacar que este fenómeno se originó en la temporada seca al igual que los eventos de años anteriores como el 15 de febrero de 1951.

Características de las lluvias extraordinarias en la Cordillera de la Costa Litoral Central

Como consecuencia de la circulación general de la atmósfera, nuestro país presenta dos periodos bien definidos, uno lluvioso caluroso denominado “ invierno “ y otro seco caluroso denominado “ verano “, ambos definidos principalmente por la presencia y ausencia respectiva de la zona de convergencia intertropical. (SEMEFAV, 2000).

Existen factores que condicionan patrones de la circulación atmosférica que favorece la ocurrencia de lluvias extraordinarias en el país, específicamente en la región Centro Norte Costera.

La posición geográfica de Venezuela representa un papel fundamental para el desarrollo de estos eventos, ya que se ubica en la franja ecuatorial entre los 1° y 12° grados de Latitud Norte y entre los 60° y 73° grados de Longitud Oeste. Esta ubicación geográfica, además de la existencia de mares extensos y cálidos al Norte, como son el Mar Caribe, el Océano Atlántico y la configuración escarpada de la orografía de la zona, son factores que condicionan patrones de la Circulación Atmosférica que favorecen la ocurrencia de este tipo de precipitación extraordinaria.

Foghin-Pillin, Sergio (2002), menciona que desde el punto de vista de la dinámica atmosférica y de sus consecuencias pluviométricas, puede decirse que el territorio venezolano constituye un escenario en el cual se suman los factores de las condiciones locales asociados al relieve y los de diferentes situaciones meteorológicas sinópticas, unas de origen tropical, cuya columna vertebral es la convergencia intertropical y otras asociadas a la actividad del frente polar.

La influencia meteorológica de mayor importancia en la climatología de Venezuela es sin duda la Convergencia Intertropical (ITC), cuya presencia esta asociada con la existencia de un periodo de lluvia durante los meses de mayo a octubre y su ausencia a un periodo seco en el resto del año (noviembre-abril). Guevara, Díaz. José Manuel (1985).

Durante los meses secos en las costas de Venezuela y sobre todo la Cordillera del Litoral, frentes fríos y masas de aire modificadas provenientes de latitudes medias del hemisferio norte, influyen sobre la temperatura y la precipitación; ocasionando en algunos casos lluvias de extraordinaria magnitud como fue el de febrero de 1951 con 224 mm en Caracas constituyendo el 22% de toda la lluvia de ese mes en 89 años. Guevara, (1985).

Características de las lluvias extraordinarias en la temporada seca

De acuerdo con SEMEFAV, (2000); el período seco se extiende aproximadamente desde mediados de noviembre a mediados de mayo, para la mayor parte norte del territorio nacional, observándose dicha área bajo la influencia de la zona de los vientos alisios del noreste y un sistema anticiclónico en la altura y se caracteriza por presentar cielos despejados y/o parcialmente nublados y pocas precipitaciones.

Sin embargo, durante los meses de diciembre a marzo puede, ocasionalmente, desplazarse un sistema frontal del norte con su respectiva vaguada en la altura sobre el área norte costera, ocasionando precipitaciones moderadas y fuertes, especialmente en el Litoral Central. (SEMEFAV, 2000).

Esta situación la denominó Goldbrunner, (1976), como " situación norte " , ya que dicho sistema meteorológico se desplaza de las latitudes medias septentrionales hacia el trópico. Para que se produzca tal situación se trata fundamentalmente de masas de aire relativamente frías que se desplazan en sentido norte-sur o noreste-sureste, desde las latitudes medias e invaden las regiones litorales venezolanas y su hinterland inmediato (Foghin, 2002).

Estas masas de aire relativamente frías al interactuar con la orografía de la costa puede producir, según la intensidad del fenómeno nubes estratiformes con lloviznas persistentes, hasta formación de nubes de gran desarrollo vertical (cumulonimbus) y lluvias extraordinarias. (Ver Gráfico 9)

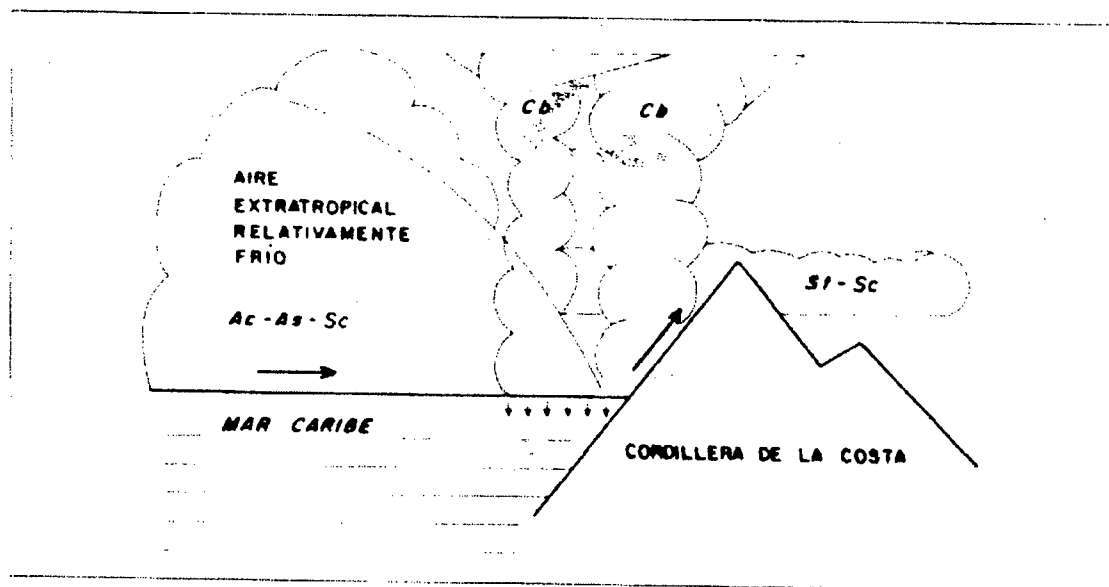


Gráfico 9. Modelo de la reactivación discontinua difusa (situación norte) por la orografía costera, en el litoral central. Según Antonio Goldbrunner. Tomado de Foghin – Pillin Sergio, (2002).

Tal es el caso de las lluvias extraordinarias registradas en la historia de Venezuela cuyos eventos más significativos están asociados a situaciones meteorológicas sinópticas por frentes fríos o situación norte. (Ver Cuadro 1).

Con una frecuencia menor, los sistemas de restos de frentes fríos pueden llegar a la costa de Venezuela en una forma muy intensa por varios días y producir inundaciones extraordinarias. Tal es el caso de la inundación de febrero de 1951 y ahora la ocurrida el 15 y 16 de diciembre de 1999. (González, L. Ángela; García, Luis, F; Mendible, Anonio, J; Pino, Frankarlo; Núñez, Mariana, 2000).

Cuadro 1

Eventos Extremos en la temporada Seca.

Nº	Fecha	Prec. Max. Total.	Precip. Max. 24H.	Referenc.	ENOS	OBSERVACIONES
1	11/14 Feb 1798			Rohl 1948		
2	Nov 1878			Tejera 1913		
3	14 Ene 1914			Rohl		
4	25 Nov 1938			Rohl 1948	Niña	
5	15 Nov 1944	406	406	Rohl 1948	Neutro	
6	15/18 Feb 1951	529	419	Klanke 1951	Niña	
7	06 Dic 1975			Alerta	Niña	
8	01 Nov 1979			Alerta	Neutro	
9	23 Nov 1984			Alerta	Niña	
10	31 Dic 1988			Alerta	Niña	8 pérdidas humanas. 100 viviendas dañadas destrucción de un puente y otros cuantiosos daños, se registra la máximas precipitación en la Mariposa período 1949 a 1994, total 1918mm.
11	18/27 Nov 1991			Alerta	Niño	1 pérdida humana, 3 desaparecidos, 16 viviendas derrumbadas y pérdidas materiales, en el Litoral Central Emergencias por inundaciones en Falcón. Emergencias en Margarita por torrenciales lluvias con numerosos damnificados.
12	23/25 Nov 1992			Alerta	Niño	Inundación pluvial con: 2 pérdidas humanas, 8 personas heridas y más de 100 viviendas dañadas. Oleaje de mar de fondo en el Litoral Central, con olas según datos llegados a Cagigal, de 5 m. Se reportan 2 niñas muertas, 70 familias damnificadas 8 personas heridas, y pérdidas materiales de más de 100 viviendas. Torrenciales aguaceros en la parroquia La Vega. Torrencial aguacero en la isla de Margarita. Se reporta una niña muerta y tres desaparecidos.
13	19/25 Mar ? qu año			Alerta	Niño	Desplazamiento de la Vaguada hacia el Este genera inundaciones en



					Guanta, Barcelona y Puerto La Cruz. En Caracas llueve en forma casi continua durante esos días. Para el 22 también llueve en forma severa sobre el Zulia, Caracas y río Limón. Precipitaciones de 112 a 156 mm en 8 a 12 horas en cuenca del río Limón, con conato de Alerta de Inundación en Maracay. <u>Inundaciones en Nororiente.</u> Restos de FRENTE FRÍO al Norte de Venezuela entre los días 12 y 15 evento La Niña, influye en inundaciones al Norte de Colombia en la costa Atlántica, con 6 personas muertas. Precipitaciones severas en Táchira y Noroccidente.
13	Mar 1996				
14	19 Nov al 05 Dic 1996		Alerta	Neutro	El 26 de Noviembre se desborda la quebrada San José en Lara, con peligros para la presa Los Cerritos Desbordamiento del río El Limón en el Zulia, para finales de noviembre. En los Valles del Tuy, precipita desde el 28 de noviembre al 05 de diciembre, con inundaciones del Tuy y Curiepe, con daños a Higuerote, Curiepe, Carenero y Sotillo. Supera la inundación del 01 al 08 de diciembre de 1975. Durante el periodo de los 8 días de 1996, llueven 564, 552 477 y 430 mm en Birongo, Curiepe, El Café y Carenero. Resulta ser el evento más significativo en los 32 años de registros.
13	14/16 Dic 1999	1258	566	Hidalgo y Niña otros 2000	Se produjeron precipitaciones moderadas y fuertes, algunas de carácter tormentoso, especialmente en la ladera norte de la Cordillera de la Costa. Esta situación meteorológica adversa provocó inundaciones, desplazamiento de lodo, piedras, rocas, árboles y numerosas pérdidas de vidas humanas y materiales.

Nota: La referencia a la ocurrencia del Fenómeno ENOS, en su fase fría o cálida es solo indicativa y no implica causalidad. Tomado de CVG, EDELCA, Caracas 2000.

Estos eventos de restos de frente fríos es frecuente en la temporada seca en Venezuela, pero generalmente son de poca intensidad y con duración de solo tres a cuatro días de lluvias débiles; ellos son reactivos a lluvias moderadas por efectos orográficos en el norte del país. (González, et al 2000).

Goldbrunner (1976) señala que el frente polar alcanza el norte de las zonas costeras de Venezuela originando fuertes precipitaciones que ocasionalmente causan inundaciones catastróficas especialmente en el Litoral Central.

El evento más reciente asociado a una situación meteorológica de origen extratropical lo constituye el acontecido en diciembre de 1999, donde se originaron precipitaciones extremas que produjeron el colapso de las laderas de las montañas y generaron aludes torrenciales en la gran mayoría de los torrentes del estado Vargas. (López, José; Pérez, David; García, Reinaldo; Shucheng, Z. 2000).

Estas lluvias intensas y persistentes dieron origen a un proceso geomorfológico por saturación de los suelos como deslizamientos, flujos de lodo y rocas, desplome de taludes, movimientos de masa y otros. Esto trajo como consecuencia pérdidas de vidas humanas y daños materiales.

Desde los tiempos de la colonia se pueden citar eventos catastróficos ocurridos entre el mes de Noviembre y Febrero. Como señala Tovar (1968), (C. P. Foghin 2002) Enero de 1742 y Diciembre de 1796. Entre otros, Rohl (1949) señala a Febrero de 1798, Noviembre de 1878, Enero de 1914, 25 de Noviembre de 1938 y 25 de Noviembre de 1944. Goldbrunner (1963) señala, Febrero de 1951 y el último evento hasta la fecha ocurrido en Diciembre de 1999. (SEMEFAV 2000).

Todos los eventos anteriormente señalados corresponden a la temporada seca, donde se reportaron lluvias intensas y de larga duración que afectaron a las cuencas que drenan a la Cordillera de la Costa en su vertiente norte, ocasionando inundaciones así como daños materiales y pérdidas humanas.

Existen características similares en cada uno de los eventos meteorológicos mencionados anteriormente; como son los meses en el cual se registraron lluvias extraordinarias, meses significativos por una acentuada disminución de la precipitación, estos corresponden a los meses de sol bajo debido al desplazamiento de

la convergencia intertropical hacia el sur del ecuador que da origen a la temporada seca en gran parte del territorio venezolano.

Finalmente hay que destacar que el aumento de las precipitaciones en la Cordillera de la Costa, en la temporada seca, va a depender de la mayor o menor influencia de las situaciones meteorológicas extratropicales (frentes fríos), además de los factores regionales y locales de esa región.

Características de las lluvias extraordinarias en la temporada lluviosa.

Climatológicamente, la ZCIT deja sentir su influencia la mayor parte del año sobre el sur del territorio nacional, mientras que muestra una marcada estacionalidad sobre la zona central y septentrional del país, en los cuales presenta su mayor actividad durante los meses de mayo a noviembre y da lugar al período lluvioso conocido popularmente en Venezuela como “invierno”. (Foghin, 2002).

En la temporada lluviosa la alta subtropical del caribe afecta al norte del país. Las condiciones meteorológicas asociadas a la actividad de la ZCIT se caracterizan por valores de humedad atmosférica relativamente elevado ($> 70\%$); formación de nubes de gran desarrollo vertical y lluvias más o menos intensas, por lo general vespertinas, acompañadas en ocasiones por fuertes ráfagas de viento y actividad tormentos (Foghin, 2002).

Es posible que las condiciones atmosféricas varíen en tiempo y espacio debido a la dinámica de la convergencia intertropical dando lugar a días con cielos nublados y lluvias más o menos intensas o en plena temporada lluviosa constituir breves períodos de sequía.

En la Cordillera de la Costa en la zona del litoral central, las lluvias extraordinarias están asociadas a dos fenómenos meteorológicos de diferente origen, como son la llegada de lluvias provenientes del Océano Atlántico (ondas del este, tormentas tropicales, entre otras), la presencia de la zona de convergencia intertropical en su ascenso y descenso latitudinal anual en la región y la llegada de los frentes fríos (González, Sanabria, Marcelo y Córdoba 2000)

✓

Las lluvias extraordinarias que originan inundación en la época lluviosa están asociadas a perturbaciones tropicales como son las Ondas del Este u Ondas Tropicales, *depressiones, tormentas tropicales y huracanes. Ellas* son perturbaciones en la escala sinóptica que se desplazan del este al oeste superpuestas a la corriente básica de los vientos alisios (OMM 1992, C.P. Foghin 2002.) Estas situaciones meteorológicas pueden producir precipitaciones extraordinarias sobre todo en la parte septentrional del territorio venezolano tal como *ha* ~~ocurrido~~ en la zona costera del litoral central (Ver Cuadro 2) .

Cuadro 2

Eventos Extremos en la temporada lluviosa.

Quebradas	Localización	Fecha	Temporada	Fenómeno Atmosférico	Daños materiales y N° de víctimas
Qda. Osorio	La Guaira	Oct. 1780	Período de lluvia	Ondas tropicales	Daños en las fortificaciones
Río Anare y Caruao	Anare y Caruao	Nov. 1878 Agost. 1912	Período de lluvia	Ondas tropicales	Dstrucción de haciendas de café
	Chirimena Palito	- 30/10/1927	Período de lluvia	Onda del este	
Río Chichiriviche	Chichiriviche	09/05/1944	Período de lluvia	Ondas tropicales	
Río Azul	Piedra Maiquetía Macuto	- 04/08/1948	Período de lluvia	Ondas tropicales	

En la historia de Venezuela han sucedido tales eventos asociados a situaciones meteorológicas de origen intertropical con la aparición de ondas del este originando fuertes precipitaciones que producen inundaciones, tal es el caso de Chichiriviche, en el litoral central, estado Vargas. Según MARN (1988) el 30 de julio de 1988, destaca la actividad de uno o dos cumulonimbos actuando en forma aislada sin

ninguna relación con perturbaciones definidas y organizadas, la cual produjo 150 m.m. de lluvias intensas con una duración de dos horas, dando origen a una inundación que produjo deslizamientos, flujos de lodo y rocas, destruyendo viviendas y ocasionando pérdidas humanas.

Es importante destacar según MARN (1988), que días anteriores a la inundación en Chichiriviche se observó la convergencia tropical muy activa con la *acción* *muy intensa de una onda tropical* ~~aparición de ondas del este~~ el día 26 de julio 1988, afectando la zona centro costera del país en horas de la mañana.

El 31 de julio de 1988 una nueva onda tropical se activa sobre el Atlántico y posteriormente ocurren 7 horas de lluvias en Caracas el día lunes por la tarde. Lluvias de corta duración aunque intensas, prosiguen afectando la cuenca del río Chichiriviche.

Durante los seis meses de la temporada lluviosa estos fenómenos meteorológicos de nubes cumuliformes desplazándose por Venezuela ocurren todos los días durante esta temporada *pero* solo aquellas perturbaciones definidas y organizadas o que se asocian a ondas tropicales, son las que pueden ser seguidas y vigiladas por los servicios meteorológicos.

Estas ondas tropicales producen algunos efectos sobre la cordillera de la costa dando origen a precipitaciones extraordinarias durante los meses de mayo a noviembre, esto sumado a la orografía de la zona *según* (Foghin 2002), señala que la sucesión de días lluviosos y días secos durante el período de mayo a noviembre está sujeta en gran medida al desplazamiento de las ondas tropicales de este a oeste.

Tampoco puede decirse que la onda del este en su travesía por el país, origina áreas de precipitaciones uniformes, sino núcleos de precipitación según la orografía de la región. En las zonas montañosas de la parte norte de Venezuela ejerce gran influencia los procesos de sotavento y barlovento, además, imposible separar la onda del este fenómeno secundario que se forma por convergencias locales. (Goldbrunner 1963).

Patrones sinópticos que afectan al Litoral Central

Es importante conocer el patrón de cada uno de los fenómenos meteorológicos que afectan el territorio nacional, especialmente en la Cordillera de la Costa del Litoral Central, ^{diferenciando las épocas} en la temporada Lluviosa y la temporada seca ^{ya que} en ambas temporadas se producen sobre la franja costera precipitaciones extraordinarias que ocasionan grandes desastres naturales ^{en las diferentes cuencas que drenan desde la} en las diferentes cuencas que drenan la vertiente norte de la Cordillera de la Costa.

Entre los patrones de situaciones meteorológicas sinópticas que nos afectan en el tiempo y en el espacio encontramos:

Las Vaguadas

Son ondulaciones en el campo de vientos en la altura provenientes desde el Oeste, en las latitudes medias y altas, las cuales se manifiestan con un desvío del flujo de aire frío hacia el Sudeste buscando los trópicos, y luego retornando hacia el Noreste buscando sus latitudes de origen. Esta ondulación o penetración de aire frío a los trópicos genera inestabilidad, y su viraje hacia el Norte después de alcanzar a los trópicos, genera un intento de circulación ciclónica la cual también crea ascenso del aire húmedo y formación de nubosidad y mal tiempo. El Eje de la Vaguada o Eje de la Ondulación, es parecido al eje de un valle en forma de U, con un surco de bajas presiones en lo hondo del valle, y con presiones más altas en las laderas. García (1998).

^{ocurrencia de las} Los días de la Vaguada ^{asociados} presentan un incremento a partir del mes de mayo, esto se debe al inicio de la temporada lluviosa en el territorio nacional; este fenómeno se

presenta durante todo el año y en cualquier época. Una vez establecida la temporada de lluvia ^{en Mayo} comienza el descenso de los días de la vaguada ^{el aumento de los días} a partir del mes de mayo ^{afectados por la ZSTC y por las perturbaciones tropicales, la cual perdura hasta noviembre} hasta agosto. Durante los meses de descenso los días de Vaguada coinciden con el

sol situado sobre el hemisferio norte, estando la franja nubosa asociada a la ITCZ sobre el país. ^{El aumento de los días de vaguada} Durante los meses de octubre y

Para el final de la temporada de lluvia, aumento de nuevos

✓

asociación

noviembre se ~~debe~~ a la influencia de los restos de frentes fríos o líneas de inestabilidad provenientes desde el norte afectando a la zona costera.

Frentes fríos.

Los frentes son zonas de discontinuidad que separan dos masas de aire con características físicas diferentes; en los frentes fríos hay contacto de una masa de aire frío y otra ~~caliente~~ *significativa masas frías*, generando una franja de nubosidad y mal tiempo. Comúnmente, su extensión es menor que la de los ciclones tropicales. Son típicos de las latitudes medias y altas, más no se presentan en la zona intertropical, donde las diferencias en temperatura y humedad de las masas de aire continentales y marítimas no son significativas.

Penetran en los trópicos entre noviembre y abril, originando dos a tres días de mal tiempo a lo largo de las montañas al norte de Venezuela. Se debe tener precaución en las carreteras al norte del país, debido a desbordes en ríos o quebradas de montañas. Cuando se debilitan al llegar a las zonas tropicales se manifiestan con lluvias persistentes sobre el Norte de Suramérica. En estos casos especiales durante la temporada seca y sobre los trópicos se les prefiere llamar *Restos de Frente Frio o estacionarios*. El origen de las inundaciones ocurridas ~~entre~~ febrero 1951 y

Después en Diciembre de 1999 *en la Cordillera de la Costa (ambas en Temporada Seca),* fueron productos de este fenómeno meteorológico, que afecta la ~~temporada seca en el territorio nacional, en especial La Cordillera de la Costa.~~

Ondas Tropicales y Perturbaciones Tropicales.

Las Ondas Son agrupaciones de familias de nubes de gran desarrollo vertical, asociadas a chaparrones, ráfagas de viento, y tormentas eléctricas, las cuales se forman por ondulaciones inestables en el campo de los vientos Alisios.

Una vez formada la Onda, en fechas comprendidas entre Junio y Noviembre, adquieren vida propia y se desplazan uniformemente desde el Este al Oeste a velocidades de 20 a 25 kph, manteniéndose agrupadas en una formación orientada

Norte Sur sobre las regiones tropicales, y generando precipitaciones por espacio de algunas horas por los lugares por donde se desplazan.

Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ)

La ITCZ es una franja de exceso calor, y de convergencia de los vientos Alisios del Noreste del hemisferio Norte, y vientos Alisios del Sureste del Hemisferio Sur, que ayudan a la convección y formación de nubes de gran desarrollo vertical asociado a precipitaciones intensas; esta franja predomina sobre los océanos cercanos a las latitudes Ecuatoriales, y bordea el globo. García (1998). La ITCZ es la que marca la época de lluvia ^{en Venezuela} ~~debido a su~~ desplazamiento norte-sur durante el año, siguiendo el movimiento aparente del sol, causando el inicio y fin de la temporada de lluvia por los lugares por donde se desplaza en el norte de Suramérica.

Es importante señalar, que los patrones sinópticos meteorológicos tales como: depresiones tropicales, tormentas ^{tropicales} y huracanes, ^{formales de las iniciales Ondas Tropicales} ~~son fenómenos que afectan con poca intensidad a la zona norte de la Cordillera de la Costa.~~

Tienen una poca frecuencia de ocurrencia o pasaje sobre las tierras venezolanas. Sin embargo ocasionalmente cuando lo hacen, generan severas precipitaciones persistentes por los lugares donde se desplazan. Se recuerda

la depresión tropical que influyó en el desastre del río Limón en septiembre de 1987, la tormenta Alma en agosto de 1979, la tormenta Bret en agosto de 1995 y el huracán de 1933, todas con grandes daños en pérdidas humanas y daños a la propiedad.

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA

En este capítulo se presentan los distintos aspectos metodológicos que se aplicaron para la caracterización pluviométrica de la cuenca del Río Chichiriviche. Este esquema describe los tipos de investigación y la metodología que se utilizó con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación. La investigación descriptiva radica en describir algunas características fundamentales de los diferentes fenómenos presentes en el área de estudio, haciéndolo en forma sistemática para destacar los elementos esenciales de su naturaleza (Sabino, 1980). Sin embargo, es de carácter explicativo, desde el punto de vista de los objetivos y fines, porque necesita en algunas ocasiones distinguir los orígenes o las causas de dichos fenómenos para conocer como suceden estos hechos naturales, ~~a través de las relaciones causales.~~

y poder así identificarlos con fines de reconocerlos en el futuro y ayudar en las medidas de prevención.
Fase documental

La Universidad Pedagógica Experimental Libertador-Vicerrectorado de Investigación y Postgrado (1998), la define como “el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgativos por medios impresos, audiovisuales o electrónicos.” (p. 6) Esta investigación se llevó a cabo mediante una revisión bibliográfica, cuya información facilitó la obtención de datos existentes sobre el área en estudio y de esta manera enriquecer el contenido del trabajo. Para esto se visitaron diferentes bibliotecas en busca de libros, revistas especializadas, artículos científicos, boletines informativos que fuesen útiles para el desarrollo de la investigación. De las bibliotecas visitadas se destacan: Ministerio del

✓

Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, Biblioteca centralizada de la U.C.V., Biblioteca del departamento de hidrometeorología de la U.C.V, Biblioteca Acosta Saigne de la U.C.V., (Escuela de Geografía), Biblioteca de Escuela de Geología de la U.C.V., Biblioteca Mario Briceño Iragorry; (U.P.E.L), Biblioteca de la U.S.B. Sartaneja, Biblioteca Central Felipe Guevara Rojas U.P.E.L- IPC, la Biblioteca "Antonio Goldbrunner" del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, Cartografía Nacional M.A.R.N.~~R~~, Instituto de Investigación Científica (IVIC), entre otras. La investigación bibliográfica es importante, ya que forma parte integral del desarrollo del tema y de la interpretación de los resultados.

Unidad del
Servicio de
Información
de Ambiente
de CIV-EDUCA

Fase de Campo

Esta se define según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador-Vicerrectorado de Investigación y Postgrado (1998), como

"... el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoque de investigación conocidos o en desarrollo." (p. 5)

Este tipo de investigación se refiere a los datos obtenidos en forma directa por el Departamento de Hidrometeorología del Ministerio del Ambiente con el propósito de ser analizados e interpretado además de explicar su causas y efectos y así entender su naturaleza. En este caso las estaciones seleccionadas suministraron los datos mensuales y anuales en forma confiable, operados por un personal calificado y responsable.

En esta fase se efectuaron 3 Trabajos de Campo: el primero se realizó el día 15 de febrero de 1999, con la finalidad de reconocer y delimitar el área de estudio, además de determinar su factibilidad, seguridad y accesibilidad. El segundo trabajo de campo se efectuó el día 25 de febrero del mismo año, con el objetivo de tomar fotografías y establecer la pendiente para diferenciar la cuenca alta, media y baja. Por

✓

último se llevó a cabo un tercer trabajo de campo, el día 15 de julio de 2000, con el objeto de hacer el reconocimiento geomorfológico y litológico del área de estudio.

Fase de Oficina

Esta fase se lleva a cabo en 2 etapas: primero se realizó la adquisición del material cartográfico para localizar el área de estudio y realizar el análisis pluviométrico de la cuenca. En la segunda etapa se efectuó la interpretación de los datos de precipitación recopilados en el Ministerio del Ambiente, utilizando para ello los siguientes procedimientos.

Procedimientos Utilizados

1. Para localizar el área de estudio se utilizaron los siguientes mapas que cubren toda la cuenca del Río Chichiriviche: hojas de cartografía nacional a escala 1:100.000 bajo el número 6447 y a escala 1:25.000 cubriendo toda el área bajo cuatro cuadrante cuyos datos son los siguientes hoja N° 6447-INE, 6447-II SE, 6447-III SO y 6447-IV NO. Con este material se elaboró el mapa base para la cuenca escala 1:25.000.
2. Análisis morfométrico de la cuenca: este análisis de la cuenca del Río Chichiriviche, se realizó sobre la base de:
 - 2.1 Delimitación de la cuenca: se utilizaron 4 mapas topográficos a escala 1:25.000, hojas N° 6447-INE, 6447-II SE, 6447-III SO y 6447-IV NO y la hoja N° 6447 zona de Los Teques, 1971. Ministerio de Obras Públicas, donde se localizó el Río Chichiriviche y sus afluentes, así se delimitó toda su área. (Ver Gráfico 7)
 - 2.2 Medición del área de la cuenca: Para conocer el área de la cuenca se utilizó un planímetro de marca Plactom modelo KP-820 que permitió determinar el área o superficie de la cuenca en Km².
 - 2.3 Demarcación de la red de drenaje: esta demarcación consistió en el trazado

de la red de drenaje en color azul para facilitar la visión hidrográfica de la cuenca.

2.4 Longitud del río: Esta medición se efectuó siguiendo el trazado del río en el mapa topográfico, a través de un instrumento llamado curvímetro digital marca run-mate, por medio de este instrumento se midió la longitud de la red fluvial en Km. El río se dividió en brazos, donde se tomó en cuenta la línea central cuya trayectoria debe tocar el punto más alto de la línea divisoria de la cuenca. El río se midió cinco veces para obtener una mayor exactitud de la longitud del río principal. De igual manera se realizaron las mediciones para la jerarquización de los órdenes del río, siendo medido cada segmento con un curvímetro digital.

2.5 Cálculo de la densidad de drenaje: está dada por la relación entre la suma de las longitudes de todo los cursos de agua de la cuenca y su área, se halló a partir de la fórmula:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Donde: Lt es la longitud total de todo los cursos de agua Km.

A es el área de la cuenca en Km²

Una vez obtenido el resultado se procede a determinar el tipo de drenaje y textura, a través del siguiente Cuadro.

Cuadro 3

Densidad de Drenaje.

Cauces por Km ²	Tipo de Drenaje	Textura
3 - 4	Baja	Grosera
12 - 16	Media	Media
30 - 40	Alta	Fina
200 - 500	Extremadamente Elevada	Ultrafina

Nota: Cuadro tomado de "Geografía Física" por A. Strahler, 1989, p.

2.6 Elaboración del cuadro resumen de las características de la cuenca de drenaje: Orden de la corriente, número del segmento, relación de bifurcación longitud media de los segmentos, longitud media acumulativa y la relación de longitud (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4

Mediciones Morfométricas de la Cuenca de Drenaje del Río Chichiriviche, Estado Vargas, Venezuela.

Variable	Parámetro	Fórmula
Escala de la Cuenca	Arca de la cuenca (A)	—
	Perímetro (P)	—
	Orden de la corriente (u)	—
	Nº de segmentos de la corriente de un orden dado (Nu).	—
	Relación de bifurcación (Rb)	$Rb = \frac{Nu + 1}{Un}$
	Longitud de los cauces de un orden dado (Lu)	—
	Relación de longitud (Rl)	$Rl = \frac{Lu - 1}{Lu}$
	Longitud media de los cauces de un orden dado (Lu).	$Lu = \frac{\sum Lu}{Un}$
	Longitud total de los cauces (Lt)	—
	Longitud media acumulada de los cauces de órdenes sucesivos (Lu)	—
Gradiente y forma de relieve	Relieve máximo de la cuenca (Hb).	$Hb = Hmax - Hmin$
	Radio del Relieve (R)	$R = \frac{Hb}{L}$
	Altitudes (H)	—
Extensión del sistema	Densidad de drenaje	$Dd = \frac{Lt}{A}$
	Textura de drenaje	—
	Tipo de drenaje	—
Geometría del sistema	Diámetro de la cuenca (D).	—
	Longitud de la cuenca (L).	$K2 = \frac{P}{A} \times 0.28$
	Forma de la cuenca (Ko).	—

Nota: Cuadro elaborado con información tomada de "Erosional development of Streams and their drainage basins: Hydrphysical approach to quantitative morphology" por R. Horton, 1945. *Geological Society American Bulletin*, 56, 275 – 370; "Drainage basins morphometry" por V. Gardiner, 1981, en A. Goudie (Comp.), *Geomorphological techniques*, 47-55; "Geografía Física" por A. N. Strahler, 1985, Barcelona; e "Hidrología" por E. Guevara Pérez y H. Cartaya Di Lena, 1991, Valencia.

* Índice de Gravelius.

2.7 Trazado de perfiles: a través de las curvas de nivel se realizará el trazado de los perfiles transversales y longitudinales.

2.8 Pendiente media de la cuenca: Se determinó a partir de la fórmula:

$$S = \frac{Z \cdot \Sigma 1}{A}$$

Donde: S = Pendiente media expresada como un porcentaje.

Z = Intervalo de las curvas de nivel en metros $\times 10^{-3}$

Σ = Largo de las curvas de nivel dentro de la zona de captación expresados en Km.

A = Zona de captación de Km^2

Para determinar la pendiente de la cuenca se utilizaron las curvas de nivel maestra (contorno mostrados por líneas gruesas), además de las longitudes medidas se anotaron los valores de sus alturas las que permiten determinar la altura promedio de la cuenca.

2.9 Altura media de la cuenca: Esta se calcula por un método comparativamente aproximado, basado en las longitudes medidas de los contornos y en los valores de sus alturas a partir de la fórmula:

$$Z = \frac{L_o Z_o + L_1 Z_1 + L_n Z_n}{\Sigma l}$$

de donde: $L_o, L_1, \dots, L_n$ Son longitudes de las curvas de nivel.

$Z_o, Z_1, \dots, Z_n$ Son los valores de las alturas de las curvas correspondientes.

Se eligen las curvas de manera tal que estén uniformemente distribuidos sobre el área de la cuenca, aproximadamente a la misma distancia uno del otro.

2.10 Pendiente media y pendiente aplanada del río: La pendiente media se determinó a partir de la diferencia entre las marcas de altura para la fuente y la desembocadura, a partir de la fórmula; $S = \frac{\Delta z}{l} = \frac{Z_s - Z_m}{l}$

Donde: S es la pendiente media del río en porcentaje $\times 10^{-3}$

Z_s es la elevación de la fuente.

Z_m es la elevación de su desembocadura (o de extremos del tramo)

considerado, respectivamente) en metros.

3. **Análisis Climático:** se elaboró a partir de datos suministrados por las estaciones meteorológicas del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, entre las que se destacan: Chichiriviche, Hacienda Naranjal, La Peñita, ubicadas dentro del área de la cuenca; y las estaciones Puerto Oricao, Puerto Cruz y La Guitarrita que se encuentran localizadas en las áreas adyacentes de la cuenca. Cada una de estas estaciones presenta un registro de datos de 30 a 40 años, desde 1951 hasta 1990, para efectos de este estudio se seleccionó un período común para todas las estaciones, además, se estimaron los años faltantes en aquellas estaciones que no tenían el registro de 40 años (Ver Cuadro 3,4 y 5) con el objetivo de realizar un balance climático. Para esta caracterización pluviométrica se tomaron en consideración las precipitaciones del periodo 1951-1999, los demás parámetros meteorológicos no se tomaron en cuenta debido a la inexistencia de los mismos. En cuanto a la temperatura se utilizaron los datos registrados por las estaciones cercanas al área de estudio. Para establecer a través de su comportamiento en el tiempo y en el espacio, los regímenes climáticos del área.

Cuadro 5

Estaciones pluviométricas en la cuenca del río Chichiriviche, Estado Vargas, Venezuela.

Estación Pluviométrica	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m.	Período de Registro (año)
Chichiriviche	10° 32' 53''	67° 14' 21''	22	33
Pto. Oricao	10° 33' 13''	67° 10' 30''	12	40
Pto. Cruz	10° 32' 00''	67° 21' 00''	5	40
La Guitarrita	10° 28' 00''	67° 16' 00''	800	35
La Peñita	10° 28' 25''	67° 13' 46''	644	34
Hda Naranjal	10° 29' 22''	67° 13' 59''	408	30

Nota: Fuente Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección de Hidrología y Meteorología, Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica (SINAIHME).

3.1 Extensión y homogenización de registros en periodos uniformes: para verificar la homogeneidad de los datos y hacer posibles ajustes, se empleó el método de las Rachas o Rondas y las curvas de doble ploteo de masa. (Guevara 1987)

El método de las Rachas o Rondas se obtiene mediante un cuadro donde se tabularon los datos de los años de registros, la lluvia anual, la anual acumulada, la media y la media acumulada, dato a representar en las curvas de doble masa. (Guevara 1987).

Otro de los métodos utilizados para la estimación y ajuste de los datos fue el método del doble ploteo de masas.

Ploteada la lluvia acumulada de una estación en orden cronológico inverso (ejes de las y), contra la lluvia media acumulada en orden cronológico inverso de un grupo no menor de 10 estaciones se obtendrá la curva de doble ploteo de masas para esa estación. (Guevara 1987).

3.2 Estimación de la lluvia mensual y anual: Para este estudio se tomó en cuenta un periodo de registro de 40 años (1951 -1990) cuyas estaciones analizadas fueron: Chichiriviche, La Peñita, Hacienda el Naranjal, Oricao, Puerto Cruz y La Guitarrita. A cada estación se le estimó la precipitación media a través del Método Racional, que consiste en: Calcular el porcentaje de cada mes en la lluvia anual, pero solamente en aquellos años con sus doce meses con datos y en las columnas (meses) donde falta el dato. Luego se suman en los meses sin dato los porcentajes y se promedia. Ese promedio se coloca debajo del dato mensual faltante y se acepta que corresponde al porcentaje del mes de ese año. (Guevara, 1987). Para estimar la lluvia de un mes se aplico la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\text{Suma de la lluvia en meses con datos} \times \% \text{ de lluvias del mes.}}{100 - \text{Suma de los porcentajes en los meses sin datos.}}$$

Una vez aplicada esta fórmula se obtuvo los datos mensuales faltantes. De igual manera se realizó la compensación de datos anuales faltantes.

Para las estaciones que tenían largo período sin registro se completaron con el

método de la correlación del coeficiente a través del programa estadístico SPS donde se presenta un cuadro representativo con su respectivo coeficiente significativo de cada una de las estaciones analizadas tomando en cuenta una estrecha relación entre ellas, de esa manera se correlacionaron de las siguientes forma: Chichiriviche y Oricao, Hacienda Naranjal y Guitarrita, la Peñita y Oricao, la Guitarrita y Naranjal. En dicho cuadro se observó una homogeneidad de los datos en las estaciones de Puerto Cruz y Puerto Oricao, de esta manera se obtuvo el cuadro correspondiente al análisis descriptivo. (Ver cuadro 6).

3.3 Probabilidad de ocurrencia de la precipitación: Para calcular la probabilidad de la precipitación deben obtenerse las siguientes estadísticas para cada una de las estaciones analizadas: media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad. Para construir los gráficos deben ordenarse en forma decreciente las precipitaciones anuales. Posteriormente, se determina la probabilidad acumulada para cada valor de precipitación con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$P(\%) = \frac{m}{n+1} \times 100$$

Donde:

P(%): Es la probabilidad de ocurrencia expresada en porcentaje.

m: Es el número de evento.

n: Es el número total de eventos (periodo).

Para ello se tabularon los datos en un cuadro donde se presenta:

3.3.1. Año de registro.

3.3.2. La precipitación anual.

3.3.3. La precipitación anual ordenada.

3.3.4. El número de eventos.

3.3. La probabilidad en porcentaje, dato éste que se estima con la aplicación de la fórmula anterior.

Una vez obtenido el cuadro se construyó una curva, colocando en el eje de las "X" el porcentaje de probabilidad, y de acuerdo a esta curva, se busca la probabilidad de ocurrencia de la precipitación.

3.4. Variabilidad de la Precipitación: permite estudiar las fluctuaciones en las series pluviométricas de largo periodo de registro. Se construye un gráfico con los años del periodo de registro en la abscisa y las desviaciones acumuladas en porcentajes en la ordenada. Este método permite determinar los periodos húmedos y secos experimentados por cada estación.

3.5. Curva diferencial de Masa: Una vez verificada la consistencia de los datos, mediante el método del doble ploteo de masa, se procedió a construir la curva diferencial de masa para cada una de las estaciones trabajadas, colocando los años del periodo en la abscisa y las desviación acumuladas en porcentajes en el eje de las ordenadas. Para calcular estos últimos valores se tabularon los datos en un cuadro de 5 columnas: la primera representa los años de registro, la segunda la lluvia anual, la tercera la lluvia anual acumulada, la cuarta es la desviación expresada en porcentaje y la quinta la desviación acumulada en porcentaje que es el dato a representar. Finalmente, se realiza la curva diferencial de masa. Esto permite verificar la consistencia de los datos.

3.6. Precipitación media de la cuenca: en la mayoría de los estudios hidrológico se requiere conocer la precipitación sobre un área definida, la que puede variar desde pocas hectáreas hasta cientos de Km², debido a que los registros pluviométricos de una estación representan condiciones puntuales, se necesitan procedimientos que permitan transformar la lluvia puntual en información que sea representativa para toda el área (Guevara, E., y Cartaya H., 1991).

La precipitación de la cuenca del río Chichiriviche, se calculó a través del método del promedio aritmético. Este método consiste en calcular la media de todos los valores puntuales, se aplica en cuencas con un número relativamente alto de puntos de medición uniformemente distribuidos. Asigna igual peso a todas las

estaciones sin tomar en cuenta consideraciones sobre la ubicación, la influencia orográfica u otras. Por ello se recomienda usarlo sólo en aquellos casos en los que la lluvia posee un patrón uniforme sobre la cuenca. Se deben incluir aquellas estaciones ubicadas en las cercanías de los límites de la cuenca, la inclusión de estas estaciones en el cálculo de la media podría mejorar la precisión de los resultados. La lluvia media se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

En donde:

P = precipitación media sobre el área en mm.

P_i = precipitación puntual en la estación i

n = número de estaciones en la cuenca

3.7. Estimación de la temperatura media mediante el gradiente altotérmico: el decrecimiento de la temperatura con la altura vienen expresado por el gradiente altotérmico, valor que para Venezuela es de $0,55^{\circ} \text{C}/100 \text{ m}$. (Guevara 1987). Aplicando este gradiente medio, se puede estimar la temperatura media de cualquier localidad venezolana conociendo la diferencia de altura con otra estación, cuya temperatura sea conocida. De esta manera se estimó la temperatura media de la cuenca del río Chichiriviche. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$t' = t \pm 0,0055 \text{ AH}$$

Donde:

t' = es la temperatura estimada en $^{\circ}\text{C}$ a una altura dada.

t = es la temperatura conocida a otra altura.

AH = es la diferencia de altura entre las estaciones expresadas en metros.

$0,0055$ = es el valor del gradiente vertical en $^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

El signo (+) se emplea cuando el valor a estimar está más bajo que el valor de comparación y (-) cuando el valor a estimar está a una altura mayor.

Para este análisis se tomó como estación piloto Colonia Tovar a partir de esta estación se aplicó el método gradiente altotermico, a las estaciones ubicadas dentro de la cuenca y así poder estimar la temperatura media dentro de la cuenca.

3.8. Elaboración de las isoyetas mensuales y anuales de la cuenca, tomando en cuenta el promedio mensual de cada estación, donde se unen puntos de igual precipitación y se procede al trazado de las isoyetas.

4. Se identificaron los patrones sinópticos productores de grandes inundaciones a través de datos tomados del M.A.R.N. 2000.

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Sistema de Drenaje de la Cuénica del Río Chichiriviche

El sistema de drenaje del río Chichiriviche está conformado por varias quebradas y ríos, entre las que se destacan: río Raizudo, quebrada Algarrobo, quebrada El Cedrito, quebrada Guareguare, quebrado Angomano, río San Mateo, quebrada Capachal y el río Chichiriviche, siendo este último el río principal de la cuenca. Las quebradas mencionadas anteriormente, se comportan como Wadis, ya que presentan agua solamente cuando llueve, siendo de régimen intermitente, es decir, se activan en épocas de lluvia. Esto permite un aumento en el caudal del río principal cuando se presentan precipitaciones en la cuenca.

El río Chichiriviche nace en el Pico Geremba, a una altura de 2000 m.s.n.m. El sistema hidrológico que conforma la cuenca está representado por una cuenca principal y varias subcuencas que son el río Raizudo y el río San Mateo, ambos nacen en el flanco Este de la cuenca.

La cuenca del río Chichiriviche abarca un área de 75, 225 Km², de forma ovalada, cuya máxima altitud es 2000 m.s.n.m., y la mínima se ubica a 0 m.s.n.m., la densidad de drenaje promedio es de 1,95 Km. / Km², lo que indica que se trata de una densidad baja y de textura grosera. El tipo de drenaje es dendrítico. (Ver Anexo A) Dicho drenaje es producto de la litología que aflora en la cuenca, básicamente esquistos verdes grafitosos, esquistos cuarzosos – feldespáticos – micáceos y calcita de la Formación Peña de Mora, Las Mercedes y Las Brisas. La cuenca es de quinto orden, con una longitud total de los cauces de 147,390 Km. y una longitud media de 11670 Km., posee 150 segmentos de un primer orden de 95,550 Km. de longitud (Ver Cuadro 8, 9 y 10).

Cuadro 8

Orden y Magnitud de los cauces de la cuenca de drenaje del Río Chichiniviche, estado Vargas, Venezuela.

Orden de la Corriente (u)	Nº de los Segmentos de la Corriente de un Orden Dado (Un)	Relación de Bifurcación (Rb)	Longitud de los Cauces de un Orden Dado (Lu) (Km)	Longitud Media de los Cauces de un Orden Dado (Lu) (Km)	Longitud Media Acumulada de los Cauces de Ordenes Sucesivos (Lu) (Km)	Relación de Longitud (Lu)
1	150	4.83	95.55	0.63	0.63	1.44
2	31	3.80	28.44	0.91	1.54	1.95
3	5	4.00	14.275	1.78	3.32	0.42
4	2	2.00	1.5	0.75	4.07	10.33
5	1		7.625	7.6	11.67	

Cuadro 9

Características Morfológicas de la Cuenca de drenaje del Río Chichiriviche, estado Vargas, Venezuela.

Cuenca	Área (A) (Km ²)	Perímetro (P) (Km)	Forma de la Cuenca (Ks)	Altitudes (m.s.n.m.) mas. min.	Relieve Máximo de la Cuenca (Hb.)	Longitud de la Cuenca (L) (Km)
Chichiriviche	75.225	35.788	35.5	2000 mts. 0 mts.	2000	14.514
Cuenca	Diámetro (D) (Km)	Radio del Relieve (R) (Km)	Longitud Total de los Caños (Lc) (Km)	Densidad de Drenaje (Dd) (Km ² /Km)	Textura de Drenaje	Tipo de Red de Drenaje
Chichiriviche		137.75	147.390	1.95	Grosera	Dendrítico

Cuadro 10

Ordenes y Longitudes de los Principales Corrientes de la Cuenca del Río Chichiriviche.

Río	1er Orden	2do Orden	3er Orden	4to Orden	5to Orden	Total N° de Ordenes
Chichiriviche	150	31	6	2	1	192
Río	Longitud de los caños de 1er Orden	Longitud de los caños de 2do Orden	Longitud de los caños de 3er Orden	Longitud de los caños de 4to Orden	Longitud de los caños de 5to Orden	Longitud Total
Chichiriviche	95.55 Km	28.44 Km	14.275 Km	1.5 Km	7.625 Km	147.390 Km

La longitud principal del río Chichiriviche es de 14, 514 Km., medición que corresponde desde su cabecera hasta la desembocadura en el Mar Caribe, cuyo recorrido se presenta en forma alargada, debido al relieve circundante, a la litología y a la alineación de los valles marítimos hacia la costa. La longitud total de sus cauces 147,390 Km² drena un área de 75,2 Km², con un perímetro de 35,785 Km., cuyas alturas oscilan entre 0 y 2000 m.s.n.m. (Ver Anexo B)

El río Chichiriviche presenta un régimen permanente, siendo su caudal más abundante en la cuenca alta y media, aunque en la zona baja disminuye su caudal, siempre se mantiene una capa de agua durante todo el año. Esta disminución del caudal está influenciada por el represamiento de una toma de agua que se encuentra aproximadamente a 300 m.s.n.m., esta toma abastece de agua únicamente al pueblo de Chichiriviche, dicha captación se aprovecha también para el sistema de riego, utilizado por los pobladores quienes cultivan en los alrededores de la cuenca. Esto se corrobora con los datos tomados por el MARNR, donde realizaron aforos del nivel del caudal en los siguientes puntos, aguas arriba de la captación y aguas debajo de la captación (Ver Anexo C)

Cabe mencionar, que la disminución del caudal del río Chichiriviche por la toma de agua, aunado al período seco reduce la capacidad de transporte formando en la desembocadura un sistema de barra (depósito de sedimentos). Cuando llega el período de lluvia dicho depósito desaparece, ya que aumenta la capacidad de transporte del río, erosionando la barra formada en el período seco. El río Chichiriviche se caracteriza por ser un río montañoso, de corto recorrido y fuerte pendiente. Como señala Calderón (1993) el aporte de sedimentos del río Chichiriviche a generado problema de truncamiento en su cauce y su posterior desbordamiento creando problemas en la parte baja de la cuenca.

La cuenca del río Chichiriviche por sus características locales presenta forma ovalada, vertientes empinadas, con pendientes superiores a 45 por ciento constituida algunas veces por farallones casi verticales presentando una litología gnéssica y de esquistos cuarzos micáceo. Todos estos factores anteriormente mencionados y aunado a la fragilidad de los suelos inciden en la morfodinámica de la cuenca, que al

producirse las lluvias intensas pueden generar movimientos de masa (deslizamientos, flujos de detritos), por lo que se deduce que es un área bastante frágil de los impactos climatológicos.

Análisis Climático

La circulación atmosférica es factor fundamental en la formación de las precipitaciones y en las características climáticas (Monsalve 1999).

Desde el punto de vista de la climatología la precipitación es un elemento primario que esta involucrada en cualquier clasificación climática.

De las precipitaciones dentro de las cuencas están condicionadas por la dirección de los vientos y la orografía, esto trae como consecuencia que las tormentas se concentren en áreas pequeñas produciendo núcleos localizados.

Con el fin de establecer las características de las lluvias se tomó en cuenta la lluvia extraordinaria que causó la inundación en el área de estudio. Para ello se analizaron las estaciones que se encontraban dentro y fuera de la cuenca para una mejor apreciación de dicha investigación.

Distribución Temporal de la Precipitación en la Estación Chichiriviche

la distribución de la precipitación en el área corresponde a un régimen plurimodal, donde las máxima de precipitación ocurren para los meses de octubre y noviembre (76.3 mm – 71.9 mm) respectivamente. Estos dos meses representan un monto pluviométrico de 148,19mm, siendo el mes de mayor precipitación en este caso octubre, con un monto de 76,3 mm. Este período de lluvia abarca un registro anual de 595,43 mm. Los otros picos se presentan en los meses de mayo, julio, y diciembre con un promedio de precipitación alrededor de 54.7 mm –62.7 mm de pp. respectivamente. El mínimo de precipitación para esta estación corresponde al mes de febrero con un promedio de 16.1 mm de precipitación anual.

La estación Chichiriviche tiene una temperatura media de 26°C y un monto anual de 595,43 mm, de lluvia cuyo valor pluviométrico permite ubicarla en un tipo de Clima Bshi correspondiente a un clima semi-árido. (Ver Gráfico 10).

El análisis de los pluviogramas es importante ya que permite establecer el comportamiento de las precipitaciones, en una determinada estación meteorológica, y de esta manera definir los meses que se comportan como secos y cuales son los meses húmedos, según el criterio de pluviométrico de Goldbrunner, que define como mes seco cuyos montos mensuales van desde 25 mm para un mes seco y para un mes húmedo mayores o iguales a 50 mm entre 25 mm y 50 mm corresponden a meses de transición.

**Precipitación (1951-1983) Estación Puerto Chichiriviche
(20 m.s.n.m.)**

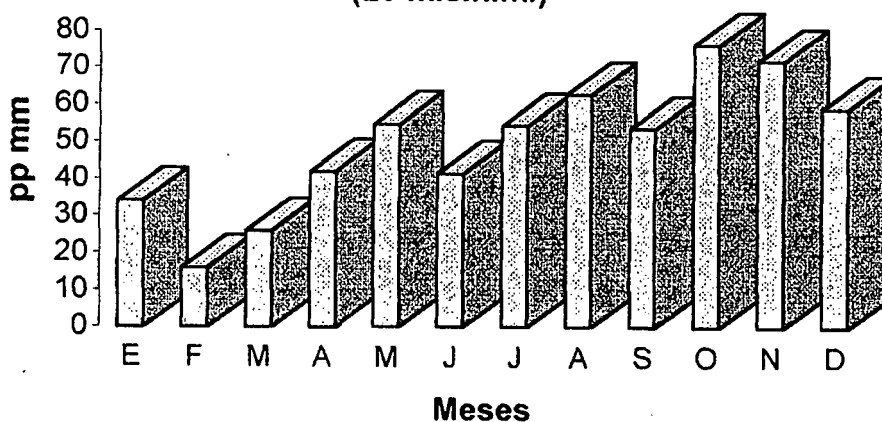


Gráfico 10. Pluviograma de la Estación Chichiriviche

Para esta estación se produce un corto periodo húmedo, durante el año que va desde septiembre hasta diciembre pero en términos generales podemos afirmar que se comporta como un periodo seco durante todo el año.

En la estación Pto Chichiriviche se puede observar que existen montos pluviométricos en los meses correspondientes a la temporada seca lo que indica que

posiblemente se haya originado pocas lluvias motivado al paso de alguna vaguada en altura que produce poca precipitación.

Distribución Temporal de la Precipitación en la Estación Puerto Oricao

La distribución de la precipitación en la estación Puerto Oricao, esta determinado por un período húmedo y uno seco; el período húmedo se presenta en aquellos meses donde se registra un monto pluviométrico mayor a 50 mm de precipitación., entre ellos tenemos agosto, septiembre, octubre y noviembre. El mes de máxima precipitación corresponde agosto con 65.8 mm de lluvia. También se observa para el mes de mayo cuando caen las primeras lluvias un monto pluviométrico de 53.4 mm de precipitación. La mínima precipitación para esta estación se presenta para el mes de marzo con promedio de 18.1 mm de precipitación. (Ver Gráfico 11)

**Precipitación (1951-1993) Estación Puerto Oricao
(12 m.s.n.m.)**

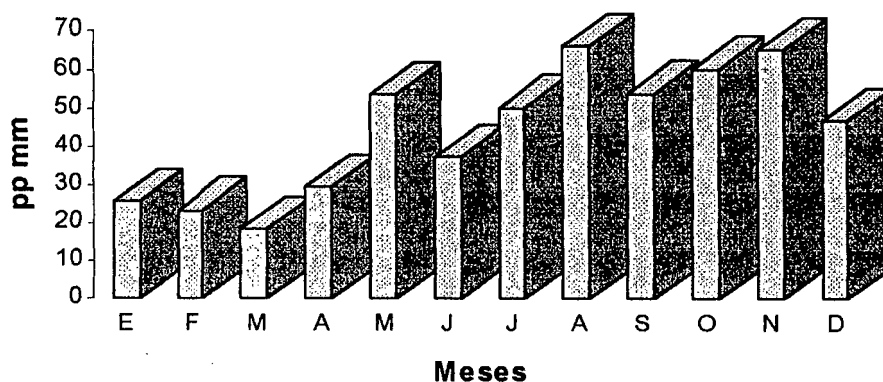


Gráfico 11. Pluviograma de la Estación Puerto Oricao.

El período seco está integrado por los siguientes meses: diciembre, enero, febrero, marzo, abril, representando un total de cinco meses secos con un monto pluviométrico de 142.7 mm de lluvia, lo que representa un 27.0% del monto anual. También se puede observar en el pluviograma que en los meses de junio y julio la precipitación ha disminuido con respecto al mes de mayo, mes en el cual se originan las primeras lluvias de la temporada lluviosa. Esta variabilidad de las precipitaciones se debe a las condiciones atmosféricas que imperan en la zona.

El comportamiento de los datos de precipitación permitió determinar los períodos lluviosos y secos presentes en la estación Puerto Oricao, cuyo monto pluviométrico anual es de 527,3mm.

En el (Anexo D) se puede observar que para el año 1951 en el mes de febrero cayeron 410 mm de lluvia, aquí se evidencia parte de esa lluvia caída para ese año, la cual trajo como consecuencia inundaciones en todas las cuencas del Litoral Central desde puerto cabello hasta Los Caracas como señala (Goldbrunner 1963).

Distribución Temporal de la Precipitación en la Estación Puerto Cruz

En el pluviograma de la estación Puerto Cruz, la distribución de la precipitación está determinada por una estación húmeda y una estación seca. La estación húmeda esta representada por los siguientes meses, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre con un monto total pluviométrico de 430.6 mm de lluvia anual. La máxima precipitación esta representada por los meses de agosto y noviembre con un promedio de (75,3 mm – 75,3 mm). Aquí se evidencia como a partir del mes de mayo se inicia las primeras precipitaciones de la temporada lluviosa. (Ver Gráfico 12).

**Precipitación (1951-1993) Estación Puerto Cruz
(5 m.s.n.m.)**

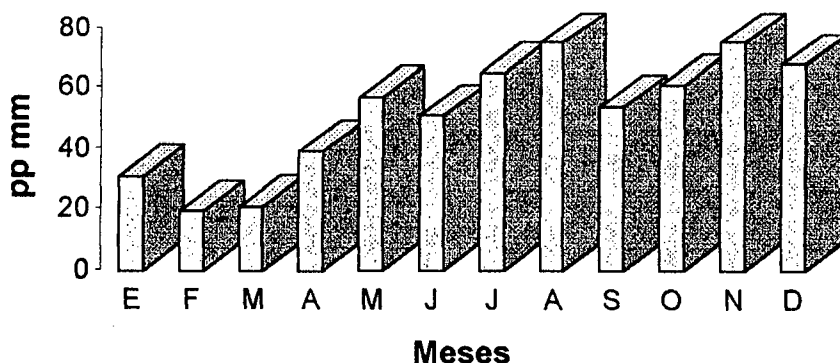


Gráfico 12. Pluviograma de la Estación Puerto Cruz.

La estación seca se ubica en los meses de enero, febrero, marzo, y abril, con una precipitación acumulada de 110.0 mm. La mínima precipitación corresponde al mes de febrero con un monto de 19,1 mm de lluvia. La estación seca esta influenciada por la llegada de la alta subtropical, la cual desplaza la convergencia intertropical hacia el sur generando el buen tiempo a Venezuela y el mal tiempo en Brazil.

Distribución Temporal de la Precipitación en la Estación Hacienda El Naranjal

La distribución en esta área define un régimen unimodal, determinado por un período lluvioso bien definido y uno seco de corta duración. En el período lluvioso se observa según el pluviograma, que las precipitaciones comienzan a incrementarse desde el mes de abril con 86,6mm hasta noviembre con 125,6 mm y disminuye para el mes de diciembre con 59,8 mm de lluvia. Este período de lluvia está representado por 1142,5 mm anuales. En cuanto al período seco se puede establecer que comienza a partir del mes de enero y finaliza en marzo, cuyo registro corresponde a 106,9 mm de lluvia anual. En la estación Hacienda El Naranjal ubicada a 420 m/snm. (Ver Gráfico 13).

**Precipitación (1951-1980) Estación Hacienda Naranjal
(420 m.s.n.m.)**

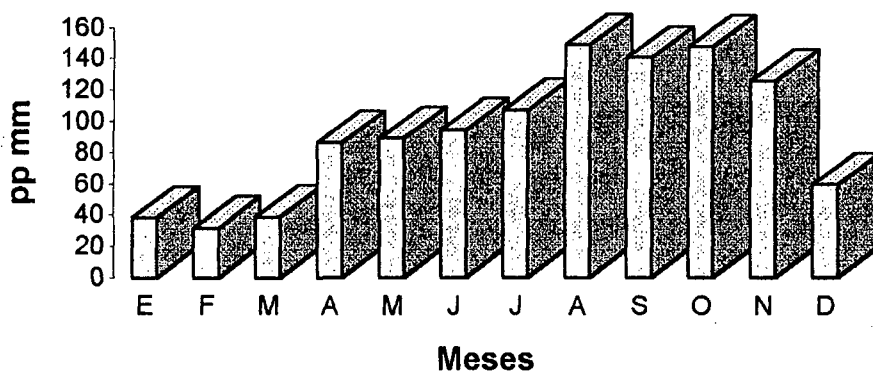


Gráfico 13. Pluviograma de la Estación Hacienda El Naranjal

El período lluvioso abarca nueve meses, por lo que se deduce que en la cuenca media, la lluvia es bastante uniforme durante el año; debido a las condiciones locales tales como la vegetación, la humedad y la orografía que aunado al desplazamiento de las masas de aire chocan contra el relieve y ascienden por el relieve generando precipitaciones en la cuenca alta y media del río Chichiriviche.

Si a estas constantes precipitaciones se le suma un período extraordinario se pudiera considerar la posibilidad de que ocurra un evento de inundación catastrófico por las lluvias extremas caídas en la cuenca.

Distribución Temporal de la Precipitación en la Estación La Peña

De acuerdo al pluviograma observado, se puede decir que la distribución de la lluvia presenta un régimen bimodal, determinado por dos período lluvioso y otro seco. El primer período lluvioso esta comprendido entre el mes de abril hasta marzo con un monto pluviométrico de 116.5mm y 93.9 mm respectivamente. El otro período esta representado por los meses de junio a diciembre y representa un monto pluviométrico de 988,3 mm, representando el 85,73 % del monto anual. El mes de

máxima precipitación corresponde al mes de octubre con 151,7 mm de lluvia.
(Ver Gráfico 14).

**Precipitación (1951-1984) Estación La Peñita
(644 m.s.n.m.)**

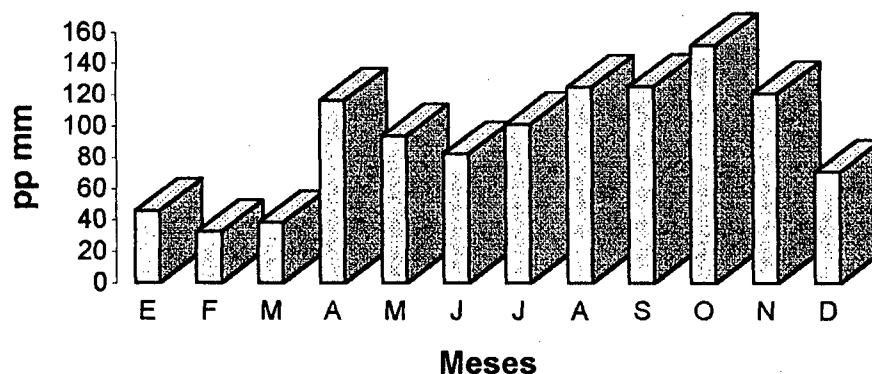


Gráfico 14. Pluviograma de la Estación La Peñita.

El período lluvioso de dicha estación posee un monto pluviométrico de 1152,8 mm de precipitación anual. Con respecto al período seco se ubica entre los meses de enero y marzo, donde el registro corresponde a 117,0 mm. En esta estación se evidencian nueve meses de lluvia y tres meses secos. Esta estación es de suma importancia, ya que se encuentra a 600 m.s.n.m. cuyas condiciones locales y regionales le confieren una particularidad en cuanto a la mayor abundancia de precipitación que se presenta en la cuenca media durante un largo período

Distribución Temporal de la Precipitación en la Estación La Guitarrita

Una vez realizado el pluviograma para determinar la distribución de la precipitación se evidencia un régimen unimodal, estableciéndose un periodo lluvioso y otro seco. El período lluvioso abarca nueve meses presentando un monto pluviométrico 1184,6 mm, siendo el mes de mayor precipitación octubre con un monto de 177,3 mm de lluvia. (Ver Gráfico 15).

Precipitación (1948-1990) Estación La Guitarrita (800 m.s.n.m.)

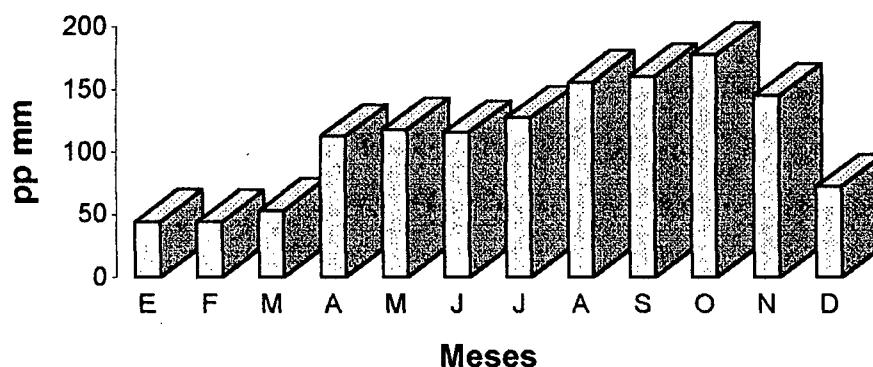


Gráfico 15.. Pluviograma de la Estación La Guitarrita.

El período lluvioso comienza a incrementarse desde abril hasta diciembre con 112,6 mm hasta noviembre con 145,3 mm disminuyendo en el mes de diciembre con 72,4 mm de lluvia, siendo el mes de máxima precipitación octubre con un monto de 177,3 mm de lluvia. El período seco está comprendido entre enero y marzo, lo cual representa tres meses de sequía. Estos meses secos registran un monto de 142,6 mm de lluvia anual. Esta estación tiene un monto pluviométrico anual de 1251,5 mm.

En líneas generales, las primeras tres estaciones analizadas (Chichiriviche, Oricao y Puerto Cruz), presentan un período lluvioso y otro seco. Estos coinciden en los mismos meses; es posible que se deba a la ubicación de las estaciones enmarcadas en la franja costera, cuyas características son similares, encontrándose a una altura no mayor de 20 m.s.n.m. Se puede observar que los períodos lluviosos están representados por los meses de julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre, correspondiendo con el sol alto en el hemisferio Norte.

Los períodos secos están representados por los meses restantes. Entre la estación Oricao y Chichiriviche se presenta un período seco bastante prolongado que

corresponde entre 7 y 8 meses de sequía. Las estaciones meteorológicas de Chichiriviche con 595,43 mm, Oricao con 527,3 mm y Puerto Cruz con 615 mm anuales son montos pluviométricos representativos de las zonas costeras correspondiente a las zonas semi- áridas

En esta zona juega un papel fundamental los factores y elementos climáticos para la distribución de la precipitación en el área de estudio, este se caracteriza por ser un sector de clima Bhsi (Semi-árido), donde las masas de aire tienen una orientación Este-Oeste, recogiendo la poca humedad que existe en la zona costera y aumentando su volumen, por lo cual el relieve le permite ascender para luego precipitarse en el lado de Barlovento, generando en la parte alta y media de la cuenca precipitaciones durante casi todo el año. Estas precipitaciones se producen por el efecto orográfico a medida que el aire se eleva a Barlovento en la cordillera y se enfría según el gradiente adiabático, si el enfriamiento es suficiente se producirá precipitaciones (Strahler 1.977).

Es importante determinar los periodos húmedos y su periodo de recurrencia; sobre todo en aquellos meses donde existen montos pluviométricos extremos, que permitan estar alerta ante una situación irregular que se presente durante el periodo de lluvia en la zona, una de las consecuencias de la temporada lluviosa, es que pueden ocurrir lluvias de extraordinaria magnitud generando crecidas extrema del caudal del río; lo que causaría graves problemas a la población que habita en el área de estudio.

Por otra parte, las cuatro estaciones restantes (Hacienda El Naranjal, La Peñita, y La Guitarrita), localizadas a una altura entre los 400 y 800 m.s.n.m., presentan características similares, en cuanto a la distribución de la precipitación dentro de la cuenca y en sus alrededores. Estas estaciones presentan un periodo de lluvia que comprende nueve meses húmedos, manteniendo cierta uniformidad en la precipitación durante el año, esto se debe a la convergencia intertropical que ejerce una gran influencia en el territorio nacional, provocando el periodo de lluvia en su desplazamiento hacia el hemisferio norte y junto a este sistema juega un papel fundamental, los vientos regionales, locales además de la barrera montañosa que

ejerce gran influencia para el ascenso de las masas de aire dando origen a lluvias orográfica. Toda esta franja comprende una zona semiárida, con pluviosidad oscilante entre 300 a 750mm de lluvias (Freile 1969).

Estaciones Internas de la Cuenca.

Del análisis de los gráficos de precipitación de la estación Naranjal y la Peñita se desprende que los meses de lluvias están comprendidos desde Abril hasta Noviembre. Los meses de máxima precipitación para Naranjal son Agosto- Octubre con un promedio de (149,9 mm y 148,0 mm) respectivamente. En la estación la Peñita la lluvia máxima se presenta en los meses de Septiembre a Octubre cuyos promedios son 125.5mm – 151.7mm. ambas estaciones coinciden con el mes de menor precipitación localizándose en el mes de Febrero con un promedio de 31.3mm- 32.6mm. Estas estaciones ubicadas aproximadamente en la cuenca media presenta características iguales de precipitación, con un máximo en mes de Octubre, donde se observaron gran porte de las lluvias caídas en ese lugar. (Ver Gráfico 16).

Precipitación de las Estaciones internas

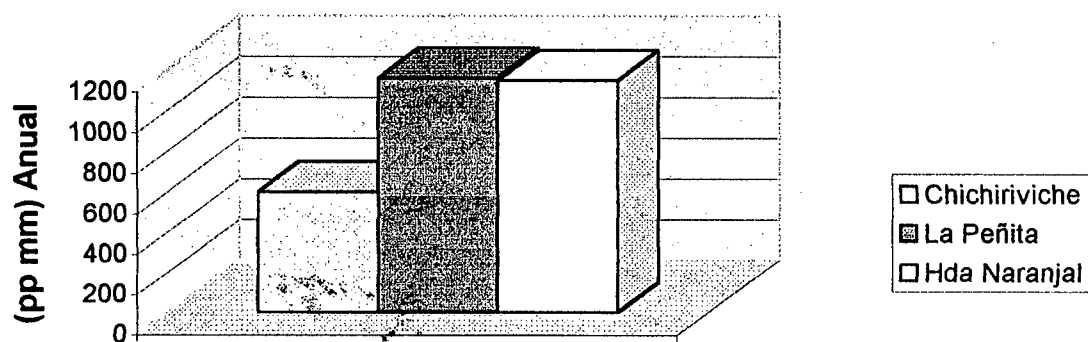


Grafico 16. Pluviograma de las estaciones internas

A diferencia de la cuenca del río Chichiriviche ubicada a 20msnm. Se observa que el comportamiento de la misma se corresponde con un régimen bimodal donde los máximo de precipitación ocurren para los meses de Octubre y Noviembre (76.3mm y 71.9mm.) y los otros dos picos se observan entre los meses de Agosto y Diciembre con un promedio de 62.7mm y 59.0mm respectivamente. El mínimo de precipitación para esta estación se presenta para el mes de Febrero con promedio de 16.1 mm. de pp. Anual.

De las tres estaciones ubicadas dentro de la cuenca se desprende que llueve más en la cuenca media que en la baja. Además coinciden con el mes de máxima precipitación representado por el mes de Octubre.

Las altas precipitaciones que se originan dentro de la cuenca se deben al desplazamiento de los vientos alisios que trae consigo nubosidad cargada de humedad y al hacer contacto con la orografía esta masa de aire asciende y se precipita en la parte alta de la cuenca.

Estaciones Externas de la Cuenca.

De el análisis de las estaciones adyacentes (Punto Oricao, Pto. Cruz) al área de estudio se observó, que los promedio máximos ocurrieron en los meses de Agosto y Noviembre. De acuerdo a lo observado de las precipitaciones en ambas estaciones; comienzan en el mes de Julio hasta Noviembre, la menor precipitación se ubica entre los meses de Febrero y Marzo correspondiente al periodo seco. En la estación Oricao ubicado al lado este de la cuenca el monto máximo en Agosto fue de 65.8mm. y 64.8mm. en Noviembre, la mínima es de 18.1 mm. Marzo. (Ver Gráfico 17).

Para Puerto Cruz el promedio máximo de precipitación es de 75.3 mm. para el mes de Agosto y 75.3mm de lluvias para Noviembre y las mínimas en febrero de 19.1mm de lluvia.

Precipitación de las Estaciones Externas

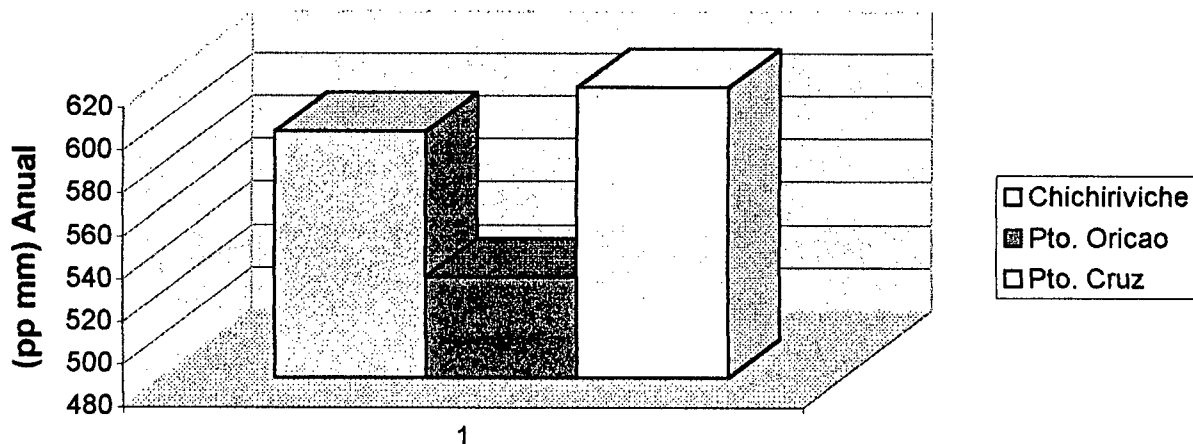


Gráfico 17. Pluviograma de las Estaciones Externas

Se observa una marcada disminución de la precipitación en ambas estaciones, esto se debe a la ubicación de la misma. El monto promedio de precipitación anual para cada una es el siguiente: Oricao = 527.3mm y Pto. Cruz = 554.5mm

De acuerdo a la distribución de las lluvias, esta se concentran en la parte alta y media de la cuenca, por efectos topográficos, con una marcada disminución de la precipitación en la cuenca baja del río Chichiriviche, a una altura de 20 msnm.

El período húmedo se establece a partir de los meses de abril hasta noviembre cuyas máximas precipitaciones se observan en el mes de octubre y el período seco comprende los meses de diciembre a marzo destacándose el mes de febrero como el mes más seco. Es de hacer notar que de acuerdo a las condiciones locales, las precipitaciones son más abundantes en la parte alta y media de la cuenca que en la parte baja para los mismos meses.

Distribución espacial de la precipitación de acuerdo a las isoyetas medias mensuales

Análisis de las isoyetas para el mes de enero

La precipitación en el área para el mes de enero es escasa, observándose una precipitación muy dispersa hacia la parte alta y media de la cuenca en dirección noreste. Este se debe a la época del año ya que nos encontramos en período seco, debido a la alta subtropical bajo la influencia de los alisios del noreste y al desplazamiento de la convergencia intertropical hacia el sur. Presentando cielos despejados y/o parcialmente nublados y pocas precipitaciones. Observa la isoyeta de 40 mm de lluvia en el mapa. (Gráfico 18).

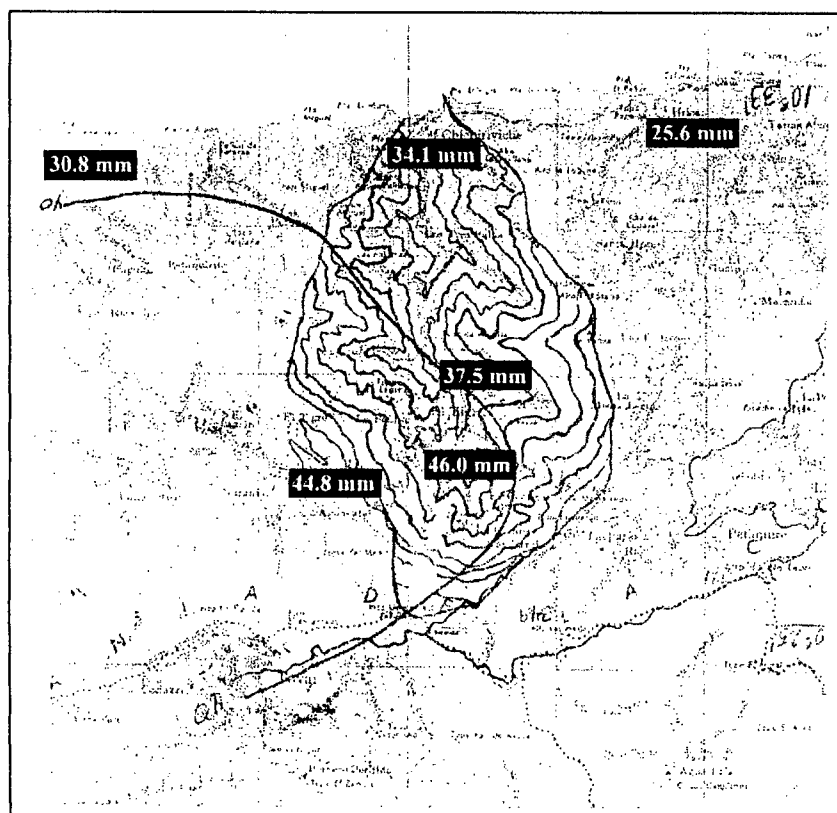


Gráfico 18. Isoyetas del mes de Enero. Tornado del mapa base. Los Teques.
Hoga 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas para el mes de febrero

Se observa una marcada disminución de la precipitación en la cuenca, motivado a que aún nos encontramos en el período seco, influenciado por la llegada de la alta sub-tropical debido al retiro y desplazamiento de la convergencia intertropical de los alisios hacia el hemisferio sur, originando la temporada seca. Nótese el movimiento de las isoyetas de 40 mm en el mapa. (Gráfico 19)

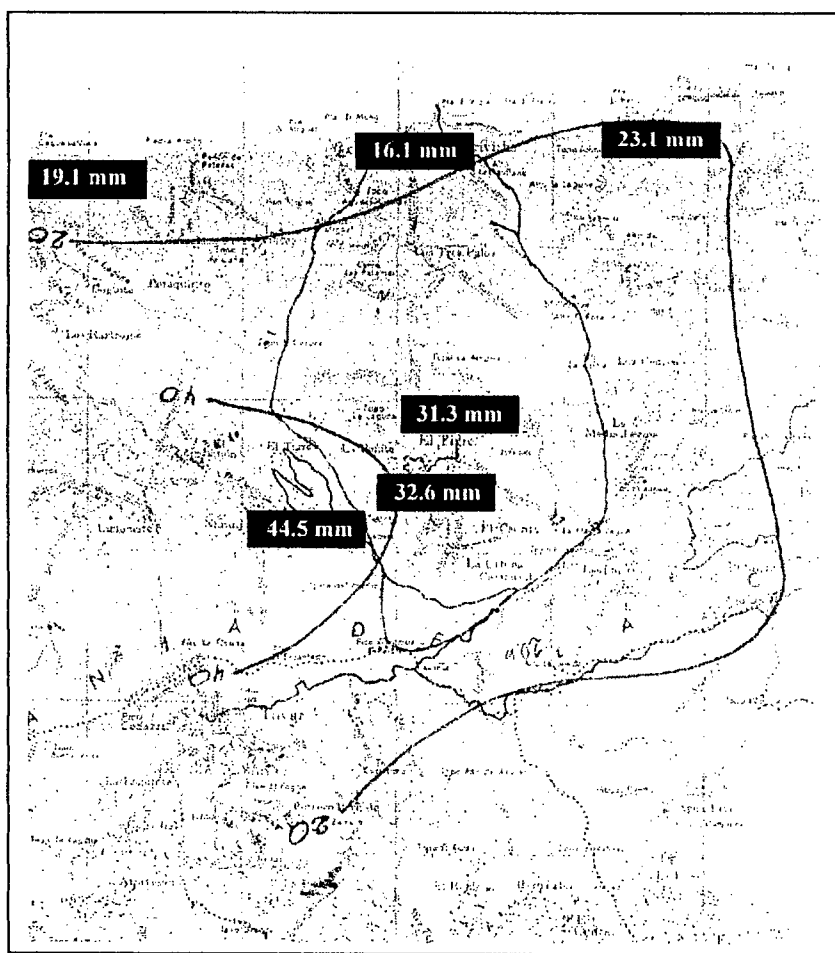


Gráfico 19. Isoyetas del mes de Febrero. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas para el mes de marzo

Presenta un comportamiento similar al de mes de febrero. Obsérvese un aumento progresivo de la precipitación cuyo núcleo de concentración se ubica en la parte alta de la cuenca, en dirección sur-oeste, zona donde se presenta mayor concentración de la precipitación, esto se debe a las condiciones locales que imperan en la zona, y además motivado a la cercanía del inicio de la época lluviosa. (Gráfico 20)

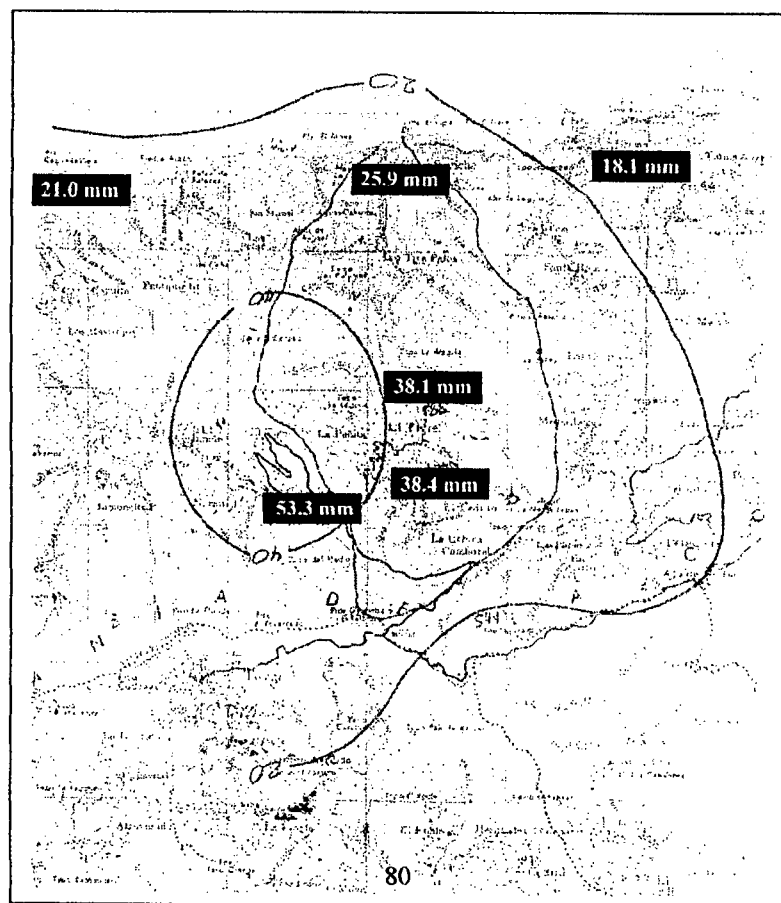


Gráfico 20. Isoyetas del mes de Marzo. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas del mes de abril

Se observa un incremento de la isoyeta de los 40 mm en la parte más baja de la cuenca hasta los 100 mm; en la parte alta y media de la cuenca. Es de hacer notar que el núcleo de concentración de la precipitación se encuentra entre los 600 y 1600 m.s.n.m. La mayor concentración de la lluvia en la parte alta se debe a las condiciones locales como son la vegetación, la húmeda y en especial la orografía, y la orientación de la cuenca a los vientos alisios; elementos que van a influir en el desarrollo de las lluvias orográficas de la zona. (Gráfico 21)

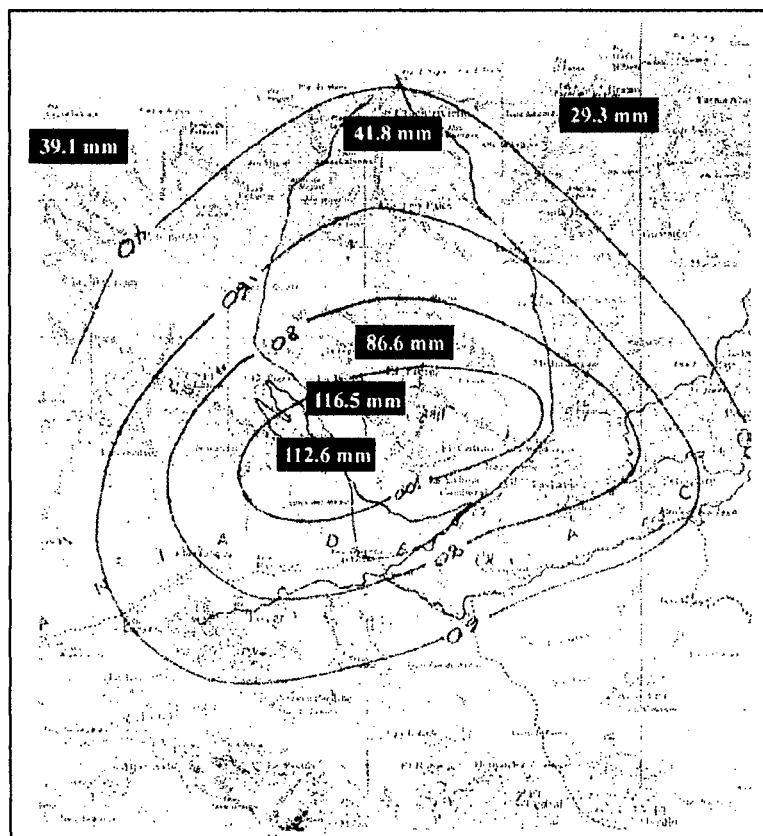


Gráfico 21. Isoyetas del mes de Abril. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas para el mes de mayo

Para el mes de mayo las líneas isoyéticas presenta un aumento gradual de la precipitación desde su parte más baja, hasta ubicarse en la parte más alta de la cuenca. En este mes se inicia la temporada de la lluvia, debido a la influencia de la convergencia intertropical caracterizada por valores de humedad atmosféricos elevados formando nubes de gran desarrollo y originando lluvias mas o menos intensas por las tardes. Se observa un desplazamiento de las isoyetas desde el este hacia el sur-oeste cuya máxima precipitación se concentra entre los 120 mm de lluvia una altura de 2.200 m.s.n.m.(Ver Gráfico 22)

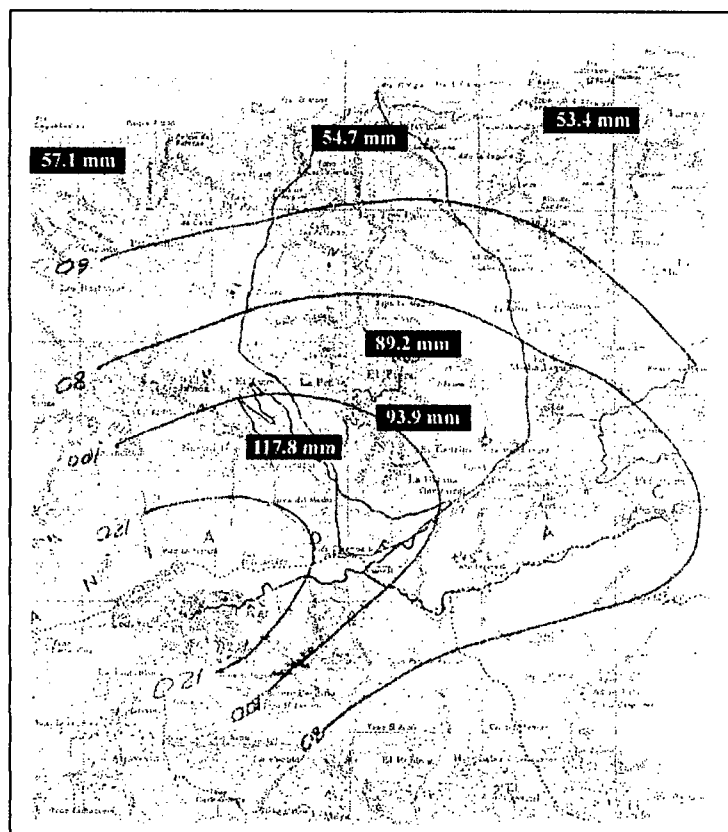


Gráfico 22. Isoyetas del mes de Mayo. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas para el mes de junio

En este mapa isoyetico se presentan dos núcleos de precipitación; uno que abarca la cuenca media y alta del río Chichiriviche en dirección sur. Encontrándose el núcleo de precipitación más alto, cercana a la divisoria de la cuenca. El otro núcleo se encuentra al este de la cuenca, notándose una mayor concentración de la precipitación en la misma. Esto es debido en especial a la humedad constante y a la topografía la cual interviene como una barrera a los vientos alisios, originando su asenso forzado y a la formación de nubes que originan lluvias. También se puede decir que la mayor concentración de la precipitación en el área se debe a la influencia de la convergencia intertropical de los alisios la cual está presente en esta fecha sobre la zona costera. (Ver Gráfico 23)

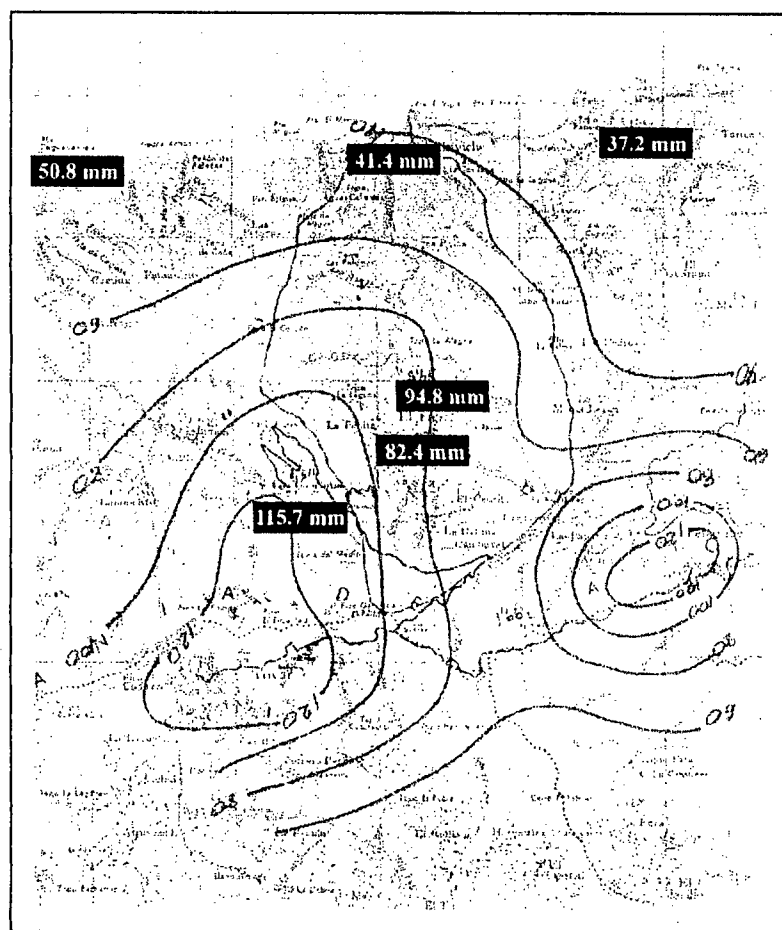


Gráfico 23. Isoyetas del mes de Junio. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas para el mes de julio

Aquí se observa como toda el área de la cuenca del río Chichiriviche se encuentra sumergida dentro de la Convergencia Intertropical de los alisios. Para esta fecha se encuentra establecida en la zona la temporada de lluvias, abarcando gran extensión de la línea de costa. Esta va en aumento desde las isoyetas de los 60 mm, a una altura de 400 m.s.n.m hasta 140 mm de lluvia en dirección sur-oeste. (Ver Gráfico 24)

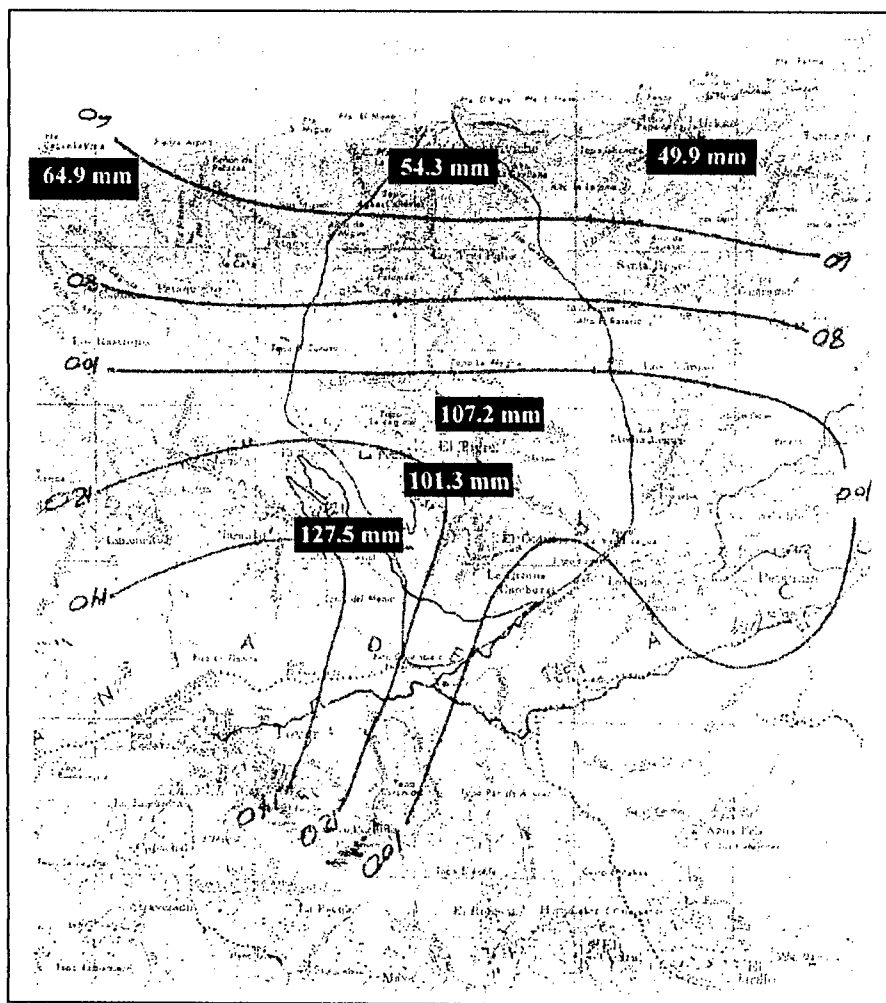


Gráfico 24. Isoyetas del mes de Julio. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis de las isoyetas para el mes de agosto

Se presenta un comportamiento similar al mes de julio, debido a que se encuentra bajo la influencia de la Convergencia intertropical y de los vientos alisios del nor-este aquí se observa como la precipitación va en aumento y a medida que asciende por la topografía de la zona. La lluvia se hace más abundante en la parte alta y media de la cuenca concentrándose hacia el sur-oeste. Es de hacer notar que las isoyetas van desde 100 mm de lluvia hasta 140 mm de precipitación localizándose éstas entre las estaciones de la Hacienda el Naranjal y la Peñita; aproximadamente entre los 400 y 600 m.s.n.m. Las temperaturas medias anuales a estas alturas se ubican entre los 22 °C y 24 °C, zonas aptas para condensar los vapores cargados de humedad. Nótese como aumenta la lluvia en la cuenca media. (Ver Gráfico 25)

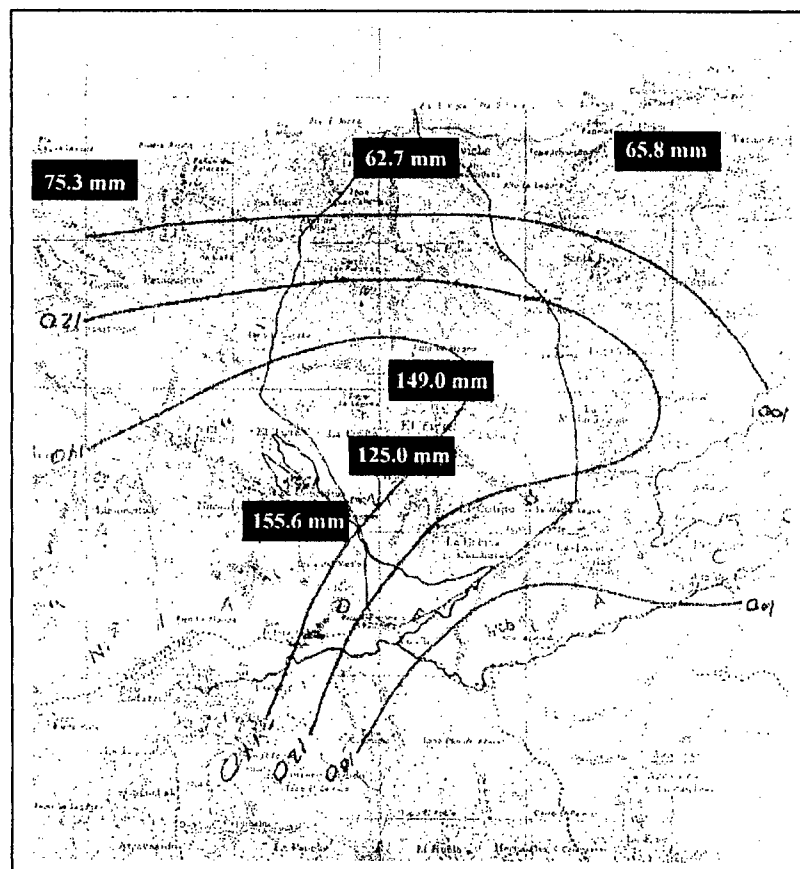


Gráfico 25. Isoyetas del mes de Agosto. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747

Análisis de las isoyetas para el mes de septiembre

Aquí se observa como la cordillera de la costa está influenciada por la convergencia intertropical de los alisios del noreste-sureste y por la orografía de la misma. Para este mes las ondas tropicales presentan su máxima frecuencia, lo que a su vez coincide con el desplazamiento hacia el norte del país de la ITCZ que origina la temporada de lluvias en Venezuela. Nótese como la precipitación abarca gran extensión en toda la cuenca al igual que la cordillera de la costa en el Litoral Central. El núcleo de concentración de la precipitación se encuentra en la parte media de la cuenca con dirección S-W, siendo la mayor precipitación de 160 mm . (Ver Gráfico 26)

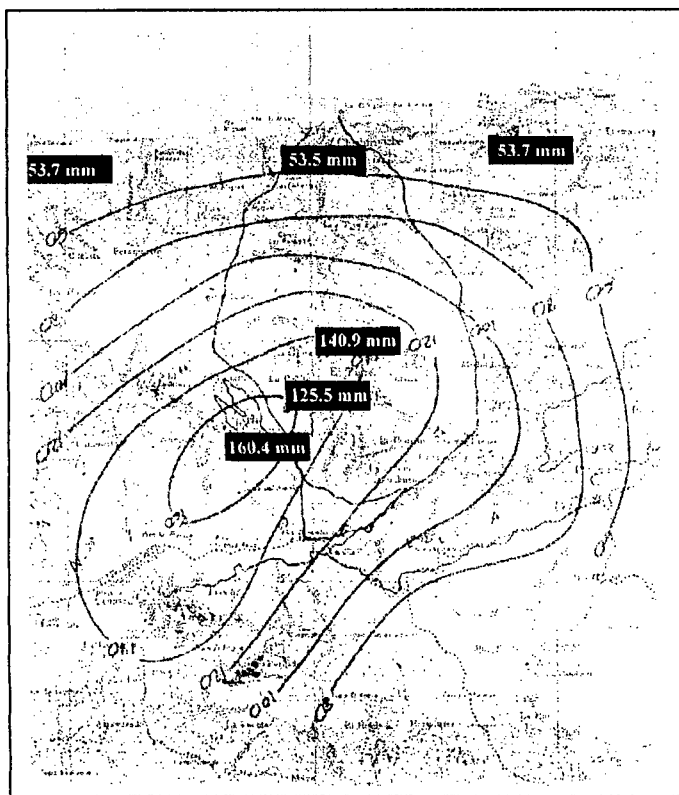


Figura 26. Isoyetas del mes de Septiembre. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747

Análisis de las isoyetas para el mes de octubre

Para el mes de octubre se observa la isoyeta de los 60 mm y 80 mm de lluvia sobre la línea de costa, denotándose un aumento progresivo de la precipitación hacia la parte alta de la cuenca debido a la influencia de las depresiones tropicales sobre la región costera. Obsérvese como el núcleo de las precipitaciones se concentran en la parte alta y media de la cuenca. Las isoyetas presenta en la parte baja una orientación en la dirección este-este y en la cuenca alta y media tienen una orientación en la dirección este-suroeste debido a la topografía de la zona en estudio. (Ver Gráfico 27)

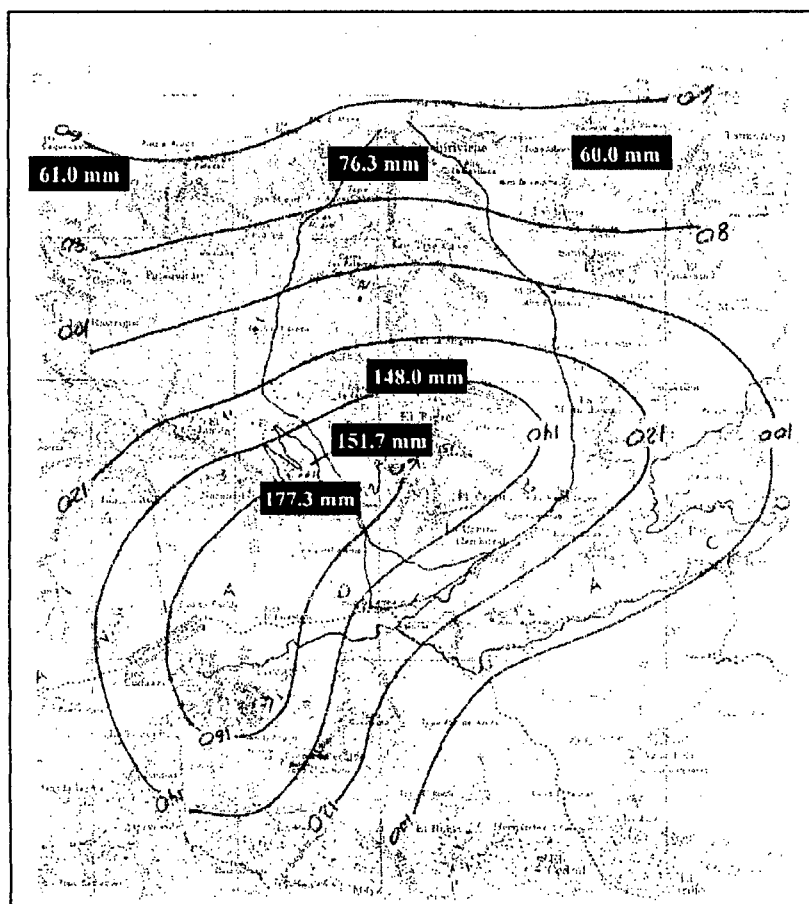


Gráfico 27. Isoyetas del mes de Octubre. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoga 6747

Análisis de las isoyetas para el mes de noviembre

Durante el mes de noviembre se observa un comportamiento muy similar a las isoyetas de octubre. Nótese como disminuye la precipitación debido a que comienza la temporada seca, encontrándose con la llegada de la alta subtropical que genera buen tiempo, debido al retiro y desplazamiento de la convergencia intertropical de los alisios hacia el sur ubicándose sobre Brasil lo que a su vez ocasiona mal tiempo para la zona sur del país. El núcleo de la concentración de la precipitación se localiza en la parte alta y media de la cuenca. Es de hacer notar que el núcleo presenta una disminución de la lluvia en comparación al mes analizado anteriormente. (Ver Gráfico 28)

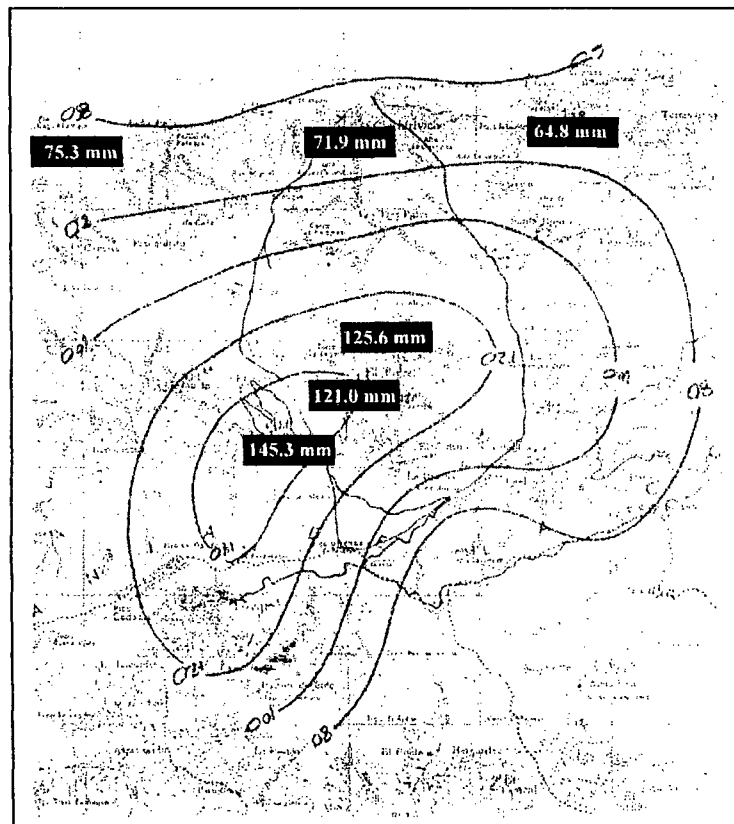


Gráfico 28. Isoyetas del mes de Noviembre. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747. Cartografía Nacional 1971.

Análisis de las isoyetas para el mes de diciembre

Las isoyetas de este mes evidencian la disminución de las lluvias correspondiente al período seco. Obsérvese la poca precipitación desde la cuenca media hasta la parte alta de la misma. Es de hacer notar que la poca cantidad de lluvia que cae en este mes se debe a la influencia de la alta subtropical, motivado al retiro y desplazamiento de la convergencia intertropical hacia el sur originando la temporada seca. Dando como resultado días despejados para esta época del periodo seco este mes se ve influenciada por situaciones meteorológicas sinópticas tales como las vaguadas en alturas y frentes frío. (Ver Gráfico 29)

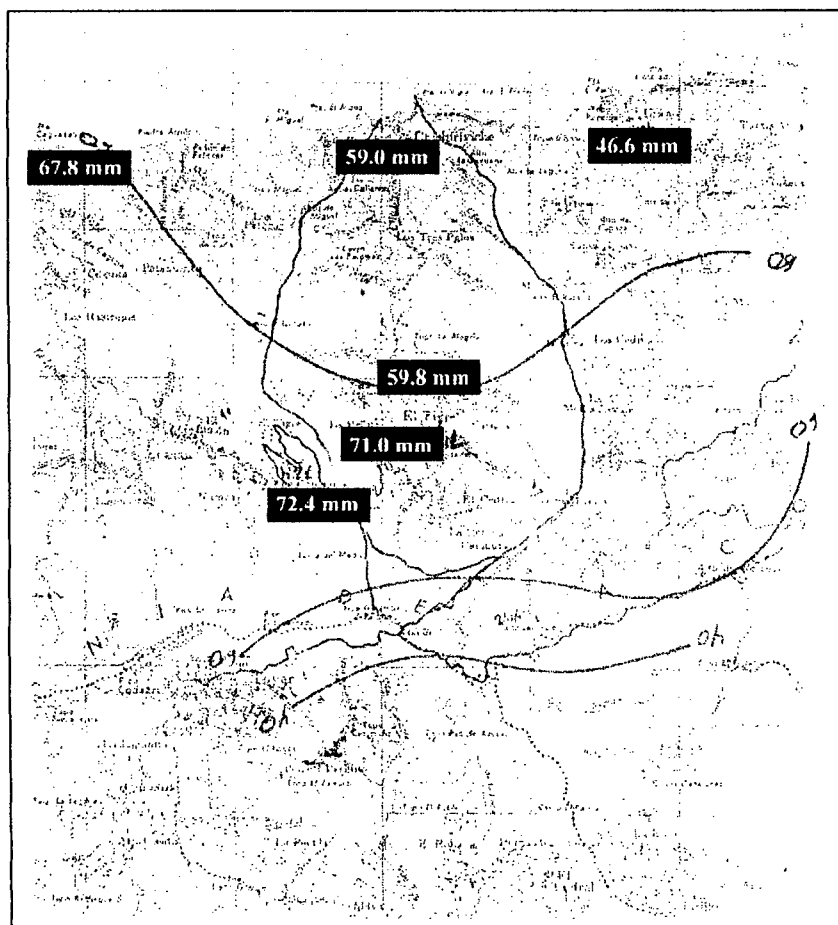


Gráfico 29. Isoyetas del mes de Diciembre. Tornado del mapa base. Los Teques. Hoja 6747 Cartografía Nacional 1971

Análisis isoyético general

De acuerdo al análisis general de las isoyetas se observa que la precipitación en la cuenca del río Chichiriviche es constante y abundante durante nueve meses, en la parte alta y media de la cuenca. Esto se debe a la humedad constante y a la topografía del área, la cual interviene como una barrera al desplazamiento de los vientos alisios, permitiendo el ascenso forzado de las masas de aire originando nubes de gran desarrollo vertical y por el enfriamiento adiabático se condensan y se precipitan. La mayor concentración de la lluvia en la cuenca alta y media se debe a condiciones locales tales como la topografía, la condiciones de humedad relativa que impera a esas alturas.

Es posible que todos estos factores aunado a las perturbaciones tropicales en la temporada lluviosa como son las ondas del este o ondas tropicales generen abundantes precipitaciones con sus consecuentes inundaciones en la cuenca del río Chichiriviche. Tal fue el caso del 30 de julio de 1988 cuando una onda tropical desencadenó una tormenta en el río Chichiriviche ocasionando la inundación de ese río que afectó gran parte de las casas de los temporaditas ubicadas en la parte baja de la cuenca.

Esto no quiere decir que las inundaciones en la cuenca del río Chichiriviche ocurren solamente en temporada lluviosa. También existen registros en la temporada seca como la que las que ocurrieron en los años de 1951 y 1999 que abarcaron una gran extensión de línea de costa. Solo que las lluvias extraordinarias fueron menos intensas y menos destructivas hacia el lado Oeste que las que ocurren hacia el lado Este de Mamo siendo aquí más intensas, estacionarias y destructivas.

La cuenca del río Chichiriviche se encuentra del lado Oeste de Mamo, presenta características similares a las demás cuencas ubicadas al este, sin embargo, existen muchas diferencias en cuanto a la intensidad y el poder destructivo que presentan las lluvias extraordinarias en ambos lados aún encontrándose en la misma línea de costa.

González y Córdova (2000); explican que todo parece indicar que el origen de la ocurrencia de estos caudales con altas concentraciones de lodo, piedras y árboles está en la generación de procesos de lluvias, de características muy particulares, que no solamente han sido muy intensas sino que se han producido en forma de secuencias de tormentas que se perpetúan en la zona por muchas horas y durante días.

Es posible que la menor intensidad de las lluvias y el menor poder destructivo en la zona Oeste hacia Chichiriviche se deba a la orografía del terreno, el cual presenta menores elevaciones y por lo tanto menos visibles a situaciones del campo de viento. También es posible que la orientación de la montaña hacia los vientos alisios y la influencia del abra de Catia o quebrada de Tacagua, intervienen mitigando el transporte de humedad transportada por los alisios del este. Recuérdese que la precipitación en la quebrada de Tacagua tiene un valor mínima debido a su orientación con respecto a las lluvias al desplazamiento de las masas de aire caliente cargadas de humedad que se disipan por el abra de Catia siguiendo su recorrido hacia el oeste pero con menos proporción y velocidad encontrándose con una línea de inestabilidad en la atmósfera producto de un frente Frío que se desplaza en sentido Noroeste ocasionando una convergencia entre las dos masas con temperatura diferente que al chocar con el relieve se produce un ascenso hasta llegar a precipitarse.

Estas lluvias son menos intensas debido a la poca humedad que lleva la masa de aire caliente y además no son estacionarias.

Variabilidad de la Precipitación con Respecto a la Media

Estación Chichiriviche

La variación de la precipitación con respecto a la media permite establecer los años húmedos y años secos. En la estación Chichiriviche se pudo observar que los años súper-húmedos fueron los que superaron 2 desviaciones estándar, encontrándose únicamente el año 1970, con una humedad extrema. La mayor precipitación anual que ocurrió en la zona de Chichiriviche fue para 1970, destacándose el mes de marzo

con una precipitación acumulada de 338mm de lluvia. Es de hacer notar que para este mes todavía nos encontramos en la temporada seca, bajo la influencia de la alta subtropical. El origen de estas lluvias extremas pudo haberla causado un frente frío o línea de inestabilidad asociado a una vaguada en altura, situación que afecta a la costa en temporada seca.

Por otra parte se observa, que el período húmedo está representado por los siguientes años: 1956, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966 y 1968, cuyos años permiten visualizar un período prolongado de humedad. Aquí se observa que para el año 1962 hasta 1970 según los montos pluviométricos anuales estos superaron el monto pluviométrico anual correspondiente a 543.3 mm de lluvia siendo superado para el año 1970 con un promedio anual de 991,2 mm de lluvia. El pico representado por el año 1956 en el período húmedo corresponde a un promedio anual de 936,0 mm de lluvia presentando el mes de enero con un acumulado de 198,0 mm de pp. Pero el año 1965 con un promedio anual de 864,7 mm de lluvia presento para el mes de enero un acumulado de 259,2 mm de lluvia. Es posible que durante estos meses correspondientes a la temporada seca, el aumento de estas lluvias anómalas se deba al paso de una línea de inestabilidad en la atmósfera, como son los fretes frío asociados a una vaguada en altura. Cabe destacar que estos son eventos extraordinarios ocurridos fuera del período de lluvia. Para 1965 en el mes de enero se produjo una precipitación de 259,2 mm de lluvia, a esto también se le puede llamar un evento extraordinario considerando que el año anterior fue bastante húmedo, representando un período de siete meses de lluvia. Este período húmedo genera una saturación de los suelos, esto se debe a que el agua que no puede ser infiltrada producto de la capacidad de almacenamiento no puede ser retenida y aunado a la pendiente del relieve comienza a escurrir aguas abajo en la cuenca ocasionando un aumento gradual del caudal del río.. si la lluvia cae demasiado deprisa para ser absorbida...a través del suelo...el exceso fluye en forma de lámina... da lugar a un proceso de desagüe denominado escorrentía (Straheler 1977) (Ver Cuadro 11 y Gráfico 30).

Cuadro 11

Variación de la Precipitación con Respecto a la media. Estación Chichiriviche

AÑO	ANUAL	DESVIAC.
1951	384,9	-158,4
1952	430,0	-113,3
1953	494,0	-49,3
1954	557,0	13,7
1955	695,0	151,7
1956	936,0	392,7
1957	548,9	5,6
1958	443,0	-100,3
1959	345,0	-198,3
1960	442,0	-101,3
1961	660,9	117,6
1962	857,1	313,8
1963	793,0	249,7
1964	775,1	231,8
1965	864,7	321,4
1966	817,4	274,1
1967	486,4	-56,9
1968	822,6	279,3
1969	592,5	49,2
1970	991,2	447,9
1971	528,2	-15,1
1972	428,2	-115,1
1973	501,8	-41,5
1974	471,2	-72,1
1975	771,2	227,9
1976	416,6	-126,7
1977	281,7	-261,6
1978	501,5	-41,8
1979	500,6	-42,7
1980	613,6	70,3
1981	724,2	180,9
1982	451,6	-91,7
1983	522,0	-21,3
1984	299,3	-244,0
1985	327,6	-215,7
1986	177,2	-366,1
1987	327,6	-215,8
1988	338,9	-204,4
1989	242,6	-300,8
1990	371,8	-171,5
Prom.	543,3	
Desv. Stand	204,0	

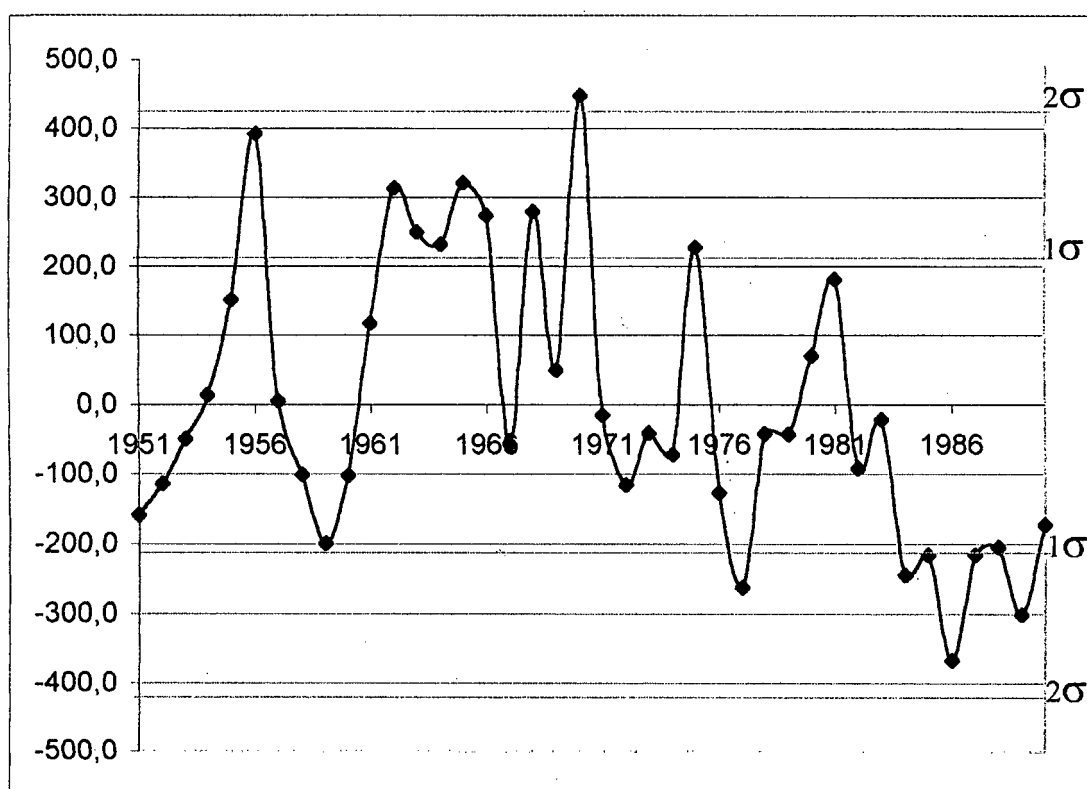


Gráfico 30. Serie Temporal de la Estación Chichiriviche

Estación Oricao

Analizando la estación Puerto Oricao se observó una variabilidad en la fluctuación de la lluvia entre el período normal, el período súper-húmedo y el período húmedo. Nótese el período súper-húmedo para el año 1957. Este pico esta representado por un promedio anual de 1027,0 mm de lluvia, superando el promedio anual de dicha estación cuyo monto es de 539,9 mm de lluvia. Posiblemente para este año se halla presentado un aumento de las precipitaciones durante todo el año, siendo los máximos acumulado de un monto de 73,0 mm a 243,0 mm de lluvia, comprendido entre los meses de julio a diciembre, representando el mes de agosto como el más húmedo con un monto pluviométrico de 247,0 mm. (Ver Cuadro 12 y Gráfico 31). Según el registro de años estudiados en el gráfico se aprecia también un período húmedo bien marcado, el cual comienza a partir de 1951, 1955, 1956, 1966,

Cuadro 12

Variación de la Precipitación con Respecto a la media. Estación Puerto Oricao

AÑO	ANUAL	DESVIAC.
1951	899,0	359,1
1952	432,0	-107,9
1953	498,0	-41,9
1954	694,0	154,1
1955	920,0	380,1
1956	759,0	219,1
1957	1027,0	487,1
1958	509,0	-30,9
1959	279,0	-260,9
1960	494,0	-45,9
1961	417,4	-122,5
1962	669,0	129,1
1963	628,0	88,1
1964	684,7	144,8
1965	700,1	160,2
1966	903,1	363,2
1967	378,7	-161,2
1968	494,8	-45,1
1969	843,6	303,7
1970	916,9	377,0
1971	583,2	43,3
1972	328,0	-211,9
1973	446,4	-93,5
1974	212,4	-327,5
1975	612,2	72,3
1976	295,3	-244,6
1977	406,2	-133,7
1978	516,0	-23,9
1979	506,8	-33,1
1980	267,2	-272,7
1981	650,4	110,5
1982	364,9	-175,0
1983	324,0	-215,9
1984	421,5	-118,4
1985	461,4	-78,5
1986	249,6	-290,3
1987	461,3	-78,6
1988	477,3	-62,6
1989	341,6	-198,3
1990	523,6	-16,3
Prom.	539,9	
Desv. Stand	209,6	

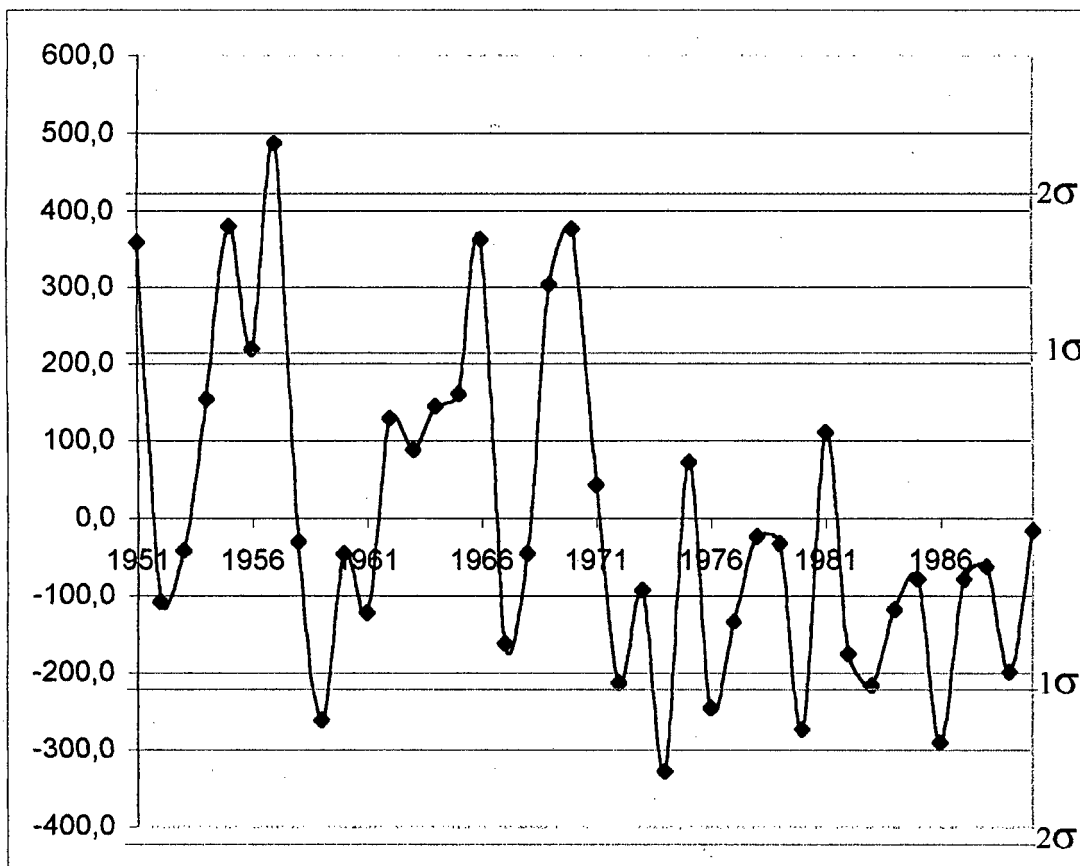


Gráfico 31. Serie Temporal de la Estación Puerto Oricao

1969 y 1970. aquí se evidencia una vez más el año 1970 como un período húmedo cuyo monto es de 916,9 mm de lluvia anual. De esto se desprende que las fluctuaciones de los años tanto húmedos como secos son variables. Luego, se observa cinco años seco que comprende los siguientes años: 1974, 1976, 1980, 1983 y 1986. Estos meses son relativamente secos, ya que no hubo un incremento de la precipitaciones anuales superando el promedio anual de dicha estación.

Estación Puerto Cruz

De acuerdo a los resultados obtenidos para la estación Puerto Cruz, (Ver Cuadro

13 y Gráfico 32).

Cuadro 13

Variación de la Precipitación con Respecto a la media. Estación Puerto Cruz

AÑO	ANUAL	DESVIAC.
1951	305,1	-320,0
1952	590,0	-35,1
1953	532,0	-93,1
1954	791,0	165,9
1955	917,0	291,9
1956	722,0	96,9
1957	265,9	-359,2
1958	418,1	-207,0
1959	441,0	-184,1
1960	769,0	143,9
1961	558,0	-67,1
1962	883,0	257,9
1963	829,0	203,9
1964	664,2	39,1
1965	958,1	333,0
1966	1010,4	385,3
1967	427,0	-198,1
1968	564,3	-60,8
1969	929,8	304,7
1970	1095,4	470,3
1971	677,8	52,7
1972	529,2	-95,9
1973	703,7	78,6
1974	503,3	-121,8
1975	735,2	110,1
1976	545,7	-79,4
1977	525,1	-100,0
1978	558,5	-66,6
1979	626,6	1,5
1980	365,0	-260,1
1981	674,7	49,6
1982	415,3	-209,8
1983	437,6	-187,5
1984	651,1	26,0
1985	577,1	-48,0
1986	450,3	-174,8
1987	600,0	-25,1
1988	807,7	182,6
1989	425,4	-199,7
1990	523,2	-101,9
Prom.	625,1	
Desv. Stand	197,7	

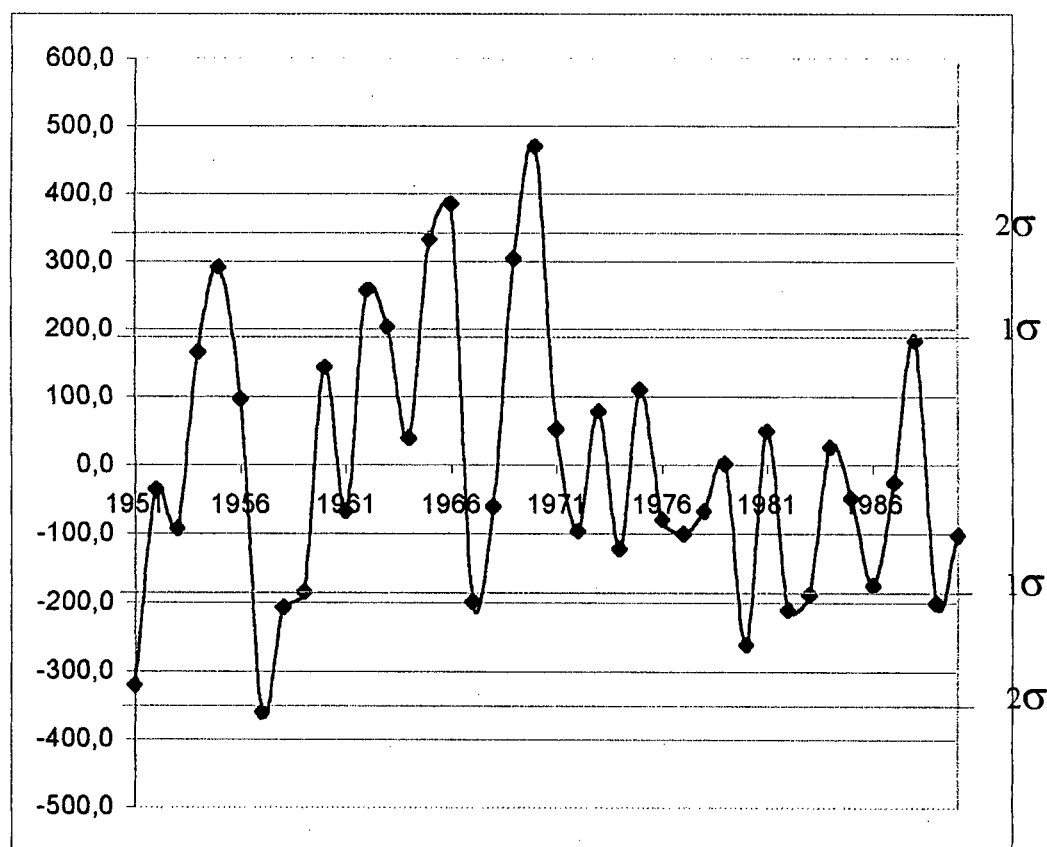


Gráfico 32. Serie Temporal de la Estación Puerto Cruz

estos indican una variabilidad de la precipitación, notándose un periodo súper-húmedo, uno húmedo y otro seco. En el gráfico se observa que para

El año 1951, según la gráfica se presentó como un año seco aunque para esa fecha se registro la inundación de febrero de 1951 que afecto todo el Litoral Central. Luego en los siguientes años comienza un aumento progresivo de la lluvia hasta alcanzar en 1955 un año húmedo. Nótese en la gráfica como la variación de la precipitación esta comprendida dentro de la normal. También se observan seis años húmedo y dos años súper-húmedo. Entre los años húmedos se encuentran: 1955, 1962, 1965, 1969, todo parece indicar que para los años sesenta fueron de muchas lluvias generando mucha humedad en el ambiente. El año 1970 fue un año muy húmedo, cuyos datos anuales indican un monto pluviométrico anual de 1095,5 mm de

lluvia, destacándose el mes de marzo y el mes de julio como los meses de mayor precipitación.

Estación Hacienda el Naranjal

En la Hacienda El Naranjal la serie temporal expresa lo siguiente: un período húmedo que está representado por los siguientes años: 1955, 1956 y 1957 y un período súper-húmedo que abarca solamente el año 1966.

De acuerdo con los datos mensuales, se observa que durante ese año hubo un aumento considerable de la lluvia evidenciándose este en el mes de agosto y octubre con un registro cada uno de 370,6 y 315,8 mm de precipitación; debió presentarse una situación sinóptica meteorológica de lluvias extremas que aunado a ese periodo lluvioso produjo un aumento de las precipitaciones cuyo monto fue relevante ante el promedio mensual.

El período seco abarca desde 1976, 1977, 1982, 1983, 1984, 1986 y 1987, cuyos valores son negativos, lo que indica un comportamiento seco durante ese tiempo.

El periodo seco también representa peligrosidad debido a que el suelo comienza un proceso de resequedad, y agrietamiento del suelo condiciones que van a provocar en el periodo de lluvia una mayor pérdida de la capa vegetal que aunado a la escorrentía se convertirá en una colada de barro. (Ver Cuadro 14 y Gráfico 33).

Cuadro 14.

Variación de la Precipitación con Respecto a la media. Estación Hacienda El Naranjal

AÑO	ANUAL	DESVIAC.
1951	1038,3	33,7
1952	670,2	-334,4
1953	1178,0	173,4
1954	1465,6	461,0
1955	1613,3	608,7
1956	1558,3	553,7
1957	1156,7	152,1
1958	1011,0	6,4
1959	884,0	-120,6
1960	1318,0	313,4
1961	1296,0	291,4
1962	1242,0	237,4
1963	1381,0	376,4
1964	1185,5	180,9
1965	1240,9	236,3
1966	1893,0	888,4
1967	1036,1	31,5
1968	1163,8	159,2
1969	1341,6	337,0
1970	1358,7	354,1
1971	1110,1	105,5
1972	1091,6	87,0
1973	1236,6	232,0
1974	1288,6	284,0
1975	973,3	-31,3
1976	531,3	-473,3
1977	521,3	-483,3
1978	936,6	-68,0
1979	855,2	-149,4
1980	700,8	-303,8
1981	655,2	-349,4
1982	428,4	-576,2
1983	445,2	-559,4
1984	537,8	-466,8
1985	682,2	-322,4
1986	439,4	-565,2
1987	467,1	-537,5
1988	841,7	-162,9
1989	658,7	-345,9
1990	751,5	-253,1
Prom.	1004,6	
Desv. Stand	366,3	

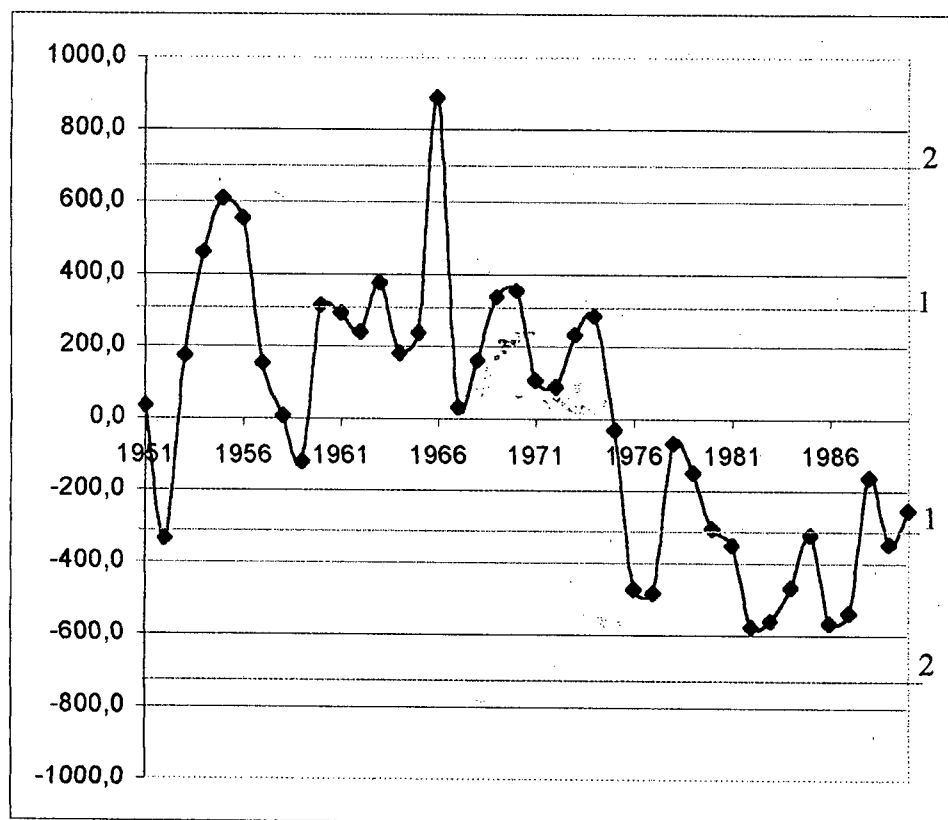


Gráfico 33. Serie Temporal de la Estación Hacienda El Naranjal.

Estación La Peña

La estación La Peña presenta una variabilidad de la precipitación con respecto a la media, determinado por varios años húmedos y varios años seco. Algunos años superaron al promedio anual de la estación La Peña correspondiente a 1026,5 mm de lluvias, siendo el promedio anual de 1957 con 1.774,0 mm de lluvia. Obsérvese que los años húmedos son bastante corto, representado por los años, 1954, 1955 y 1956. Aquí se observa como el año 1951 se presenta como un año húmedo estación que registro para este año la precipitación caída. Este período húmedo se ubica a una desviación estándar y el período seco corresponde a un año (Ver Cuadro 15 y Gráfico 34)

Cuadro 15

Variación de la Precipitación con Respecto a la media. Estación La Peña

AÑO	ANUAL	DESVIAC.
1951	1612,5	586,0
1952	905,0	-121,5
1953	1161,0	134,5
1954	1716,0	689,5
1955	1717,0	690,5
1956	1774,0	747,5
1957	1321,0	294,5
1958	1251,0	224,5
1959	1006,0	-20,5
1960	1288,0	261,5
1961	1124,0	97,5
1962	1155,0	128,5
1963	1152,0	125,5
1964	1148,6	122,1
1965	1278,6	252,1
1966	1458,5	432,0
1967	1206,0	179,5
1968	1333,6	307,1
1969	1376,4	349,9
1970	1473,6	447,1
1971	1097,4	70,9
1972	967,8	-58,7
1973	1006,0	-20,5
1974	990,9	-35,6
1975	1025,0	-1,5
1976	569,3	-457,2
1977	677,7	-348,8
1978	961,2	-65,3
1979	1165,4	138,9
1980	744,4	-282,1
1981	1478,0	451,5
1982	763,0	-263,5
1983	704,4	-322,1
1984	586,9	-439,6
1985	335,4	-691,1
1986	181,5	-845,0
1987	335,4	-691,1
1988	347,0	-679,5
1989	284,3	-742,2
1990	380,7	-645,8
Prom.	1026,5	
Desv. Stand	422,5	

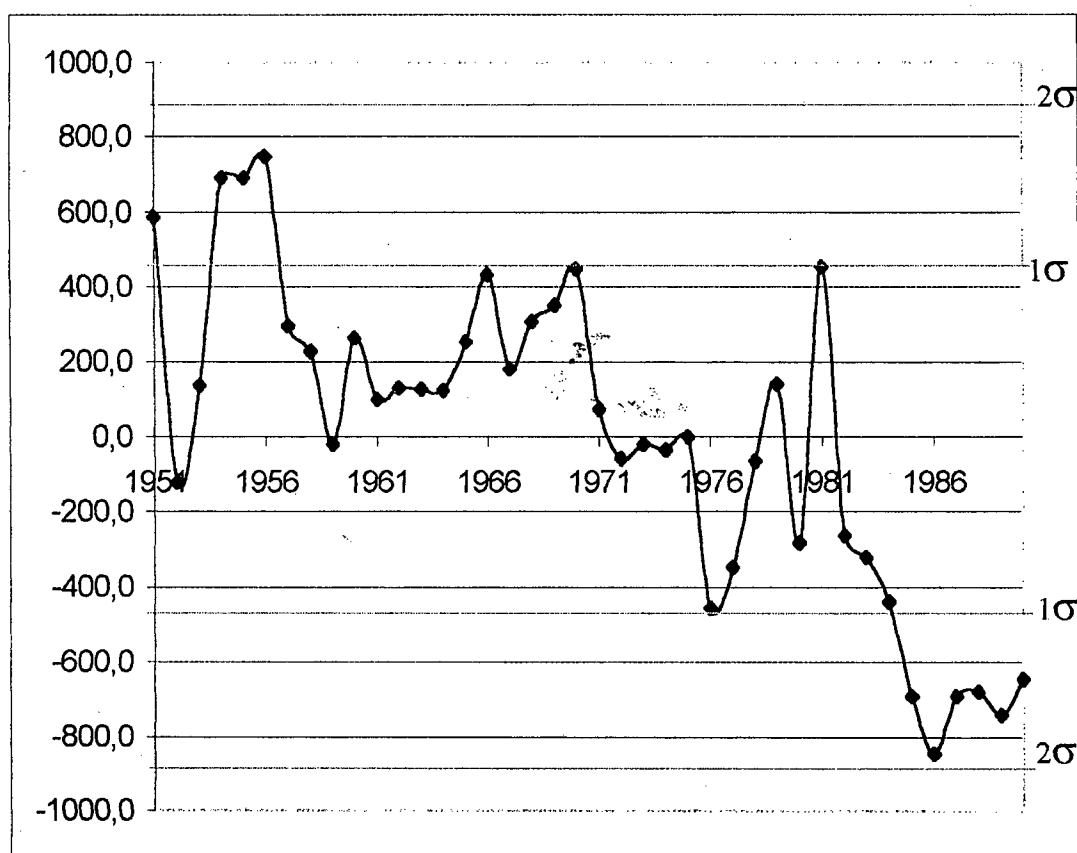


Gráfico 34. Serie Temporal de la Estación La Peñita

Estación Guitarrita

Para la estación La Guitarrita, según el gráfico (Ver Cuadro 16 y Gráfico 35) de la serie temporal; se observó muy poca variación de la precipitación con respecto a la media, teniendo como período super-húmedo, el año 1955 y un período seco que abarca cuatro años consecutivos, notándose una concentración del resto de los años en la franja establecido como el período normal. Es importante resaltar los años super-húmedos, cuyos valores exceden a la segunda desviación estándar, como es el caso del año 1955, siendo su monto pluviométrico anual de 2174 mm de lluvia superando el promedio anual de la estación cuyo monto pluviométrico es de 1176,0 mm de precipitación. Siendo el mes de julio el de mayor precipitación caída con 296 mm de lluvia, durante este año la cuenca del río Chichiriviche debió tener un aumento

Cuadro 16

Variación de la Precipitación con Respecto a la media. Estación La Guitarrita

AÑO	ANUAL	DESVIAC.
1951	1476,4	300,4
1952	1417,7	241,7
1953	1267,0	91,0
1954	1249,1	73,1
1955	2174,3	998,3
1956	855,5	-320,5
1957	635,0	-541,0
1958	555,0	-621,0
1959	485,3	-690,7
1960	723,6	-452,4
1961	1270,0	94,0
1962	1229,0	53,0
1963	1535,1	359,1
1964	1437,9	261,9
1965	1409,2	233,2
1966	1433,9	257,9
1967	1202,7	26,7
1968	1370,0	194,0
1969	1395,6	219,6
1970	1638,7	462,7
1971	1502,3	326,3
1972	1174,4	-1,6
1973	1205,4	29,4
1974	1199,7	23,7
1975	1403,5	227,5
1976	1214,8	38,8
1977	1080,6	-95,4
1978	660,7	-515,3
1979	1214,5	38,5
1980	862,9	-313,1
1981	1193,4	17,4
1982	780,4	-395,6
1983	811,0	-365,0
1984	979,6	-196,4
1985	1242,7	66,7
1986	800,3	-375,7
1987	850,9	-325,1
1988	1533,2	357,2
1989	1199,9	23,9
1990	1368,8	192,8
Prom.	1176,0	
Desv. Stand	340,9	

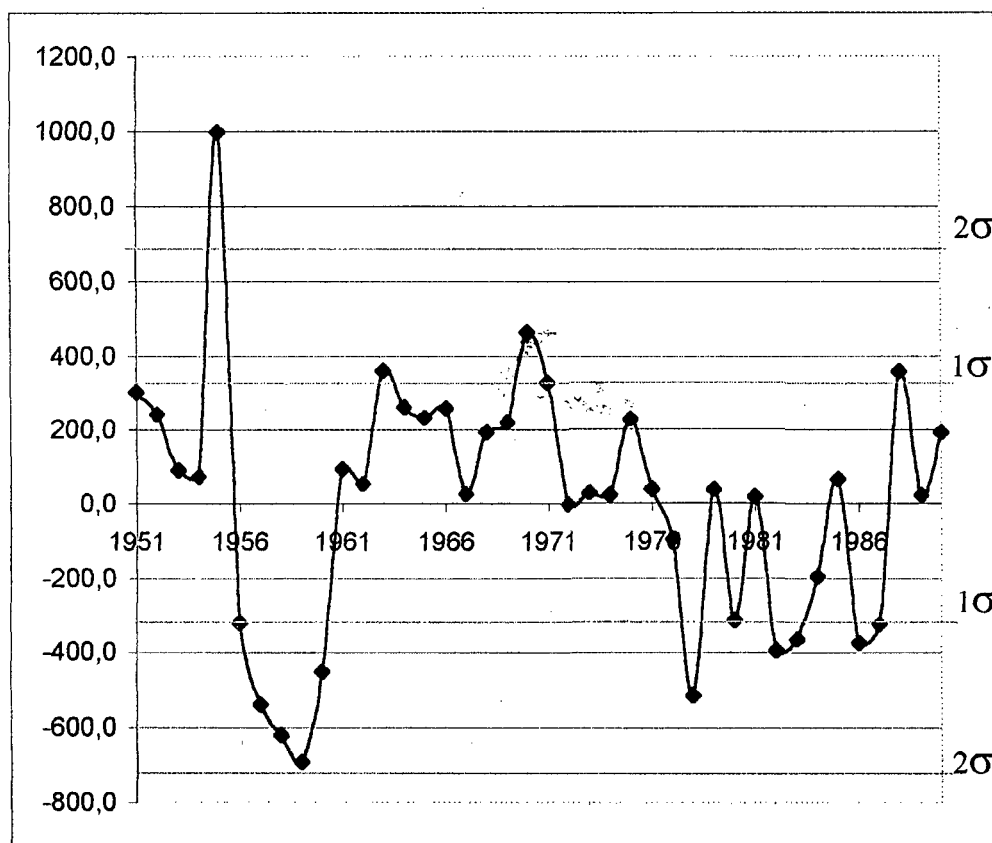


Gráfico 35. Serie Temporal de la Estación La Guitarrita

de su nivel de agua generando una inundación. Estos períodos super-húmedos son de interés para esta investigación, ya que ayudan a determinar cada cuanto tiempo se presentan años húmedos y así puedan mitigar cualquier eventualidad que se presente en la zona en cuanto a una inundación.

Como resultado de la variabilidad de la precipitación con respecto a la media se obtuvo mucha similitud de años húmedos con respecto a las estaciones ubicadas entre 0 y 20 m.s.n.m dando como resultado una coincidencia en el año 1970 como año húmedo para la región de la costa. Al igual que el año 1956 para toda las estaciones analizadas se presentó la misma situación de humedad necesario realizar un cuadro donde se destacan las precipitaciones extraordinarias en los meses correspondientes a la temporada seca de los años siguientes 1965, 1966, 1970. (Ver cuadro 17)

Tomando en cuenta la creciente de 1951 en las costas del litoral central ubicándose en el mes de febrero correspondiente a la temporada seca es evidente que halla ocurrido un fenómeno meteorológico que genero lluvias intensas que produjeron inundación. De acuerdo al cuadro comparativo de lluvias extraordinarias ocurridas en el periodo seco de las estaciones trabajadas, para esta investigación se obtuvo el siguiente monto pluviométrico que va desde 235 mm hasta 338mm de lluvia ubicándose entre los meses de enero y marzo como se puede observar son

Cuadro 17

Cuadro comparativo de lluvias extraordinarias en la cuenca del río Chichiriviche. Temporada seca (1951-1990)

Estación	Precipitación mm	Mes	Años	Periodo
Chichiriviche	259 / 338	Enero	Marzo	1951 -1990
Hda. Naranjal	278	Enero	1956	1951 -1990
La peñita	245	Enero	1956	1951 -1990
La Guitarrita	270	Marzo	1970	1951 -1990
Pto Cruz	249 / 272	Enero	Marzo	1951 -1990
Pto Oricao	235 / 268	Enero	Marzo	1951 -1990

meses seco lo que evidencia que debe haberse presentado durante esos años un fenómeno meteorológico que produjo un aumento de las precipitaciones y posiblemente inundaciones en el río Chichiriviche, Oricao y puerto Cruz. Es posible que esas lluvias extraordinarias tengan su origen en algún fenómeno que afecta a la Cordillera de la Costa en la temporada seca como son los restos de frente frío. Denominada por los meteorólogos Situación Norte, la definen como sistema frontal del Norte con sus respectivas vaguadas sobre el área norte costera ocasionando precipitaciones moderadas y fuertes especialmente en el Litoral Central (García

2000). A diferencia del fenómeno que afecta a la temporada lluviosa como son las ondas tropicales u ondas del este. Tal es el caso del río Chichiriviche que fue afectada por una onda tropical el 30 de julio de 1988.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La cuenca del río Chichiriviche, se localiza en la costa oeste del litoral central del Estado Vargas esta cuenca de drenaje del río Chichiriviche es una hoya que ocupa un área de 75,2 Km², de tipo dendrítico, posee un régimen perenne desde la cuenca alta hasta la desembocadura en el mar caribe, con baja densidad del drenaje. Constituida por dos grandes afluentes principales, ellos son los ríos Raizudo y San Mateo.

La pluviometría de la cuenca presenta una temporada seca y una temporada lluviosa; la temporada seca se encuentra comprendida entre el mes de diciembre el mes de abril y la temporada lluviosa en las estaciones que se encuentra dentro de la cuenca comprende nueve meses de lluvia.

De acuerdo con la distribución de las isoyetas estas se concentran en la parte alta y media de la cuenca, debido a la constante humedad y a la topografía que interviene como barrera a los vientos alisios originando el ascenso forzado de las masas de aire formando nubes y lluvia, con una marcada disminución de la precipitación en la cuenca baja del río Chichiriviche, a una altura de 20 m.s.n.m.

También se observó que en la Cordillera de la Costa tanto para el período húmedo como el seco se han generado eventos de lluvias extraordinarias; como es el caso de febrero de 1951 y diciembre 1999, que ocurrieron en la temporada seca y en la temporada lluviosa julio de 1988 Cuenca del Río Chichiriviche entre otros. Todos estos eventos presentan diferentes situaciones meteorológicas sinópticas. El período seco está afectado algunas veces por el fenómeno meteorológico denominado Frente Frío que causa lluvias extremas en esa temporada, a diferencia del período lluvioso se puede presentar perturbaciones tropicales como son las ondas del este u ondas tropicales. En ambos períodos influye el efecto orográfico.

Con respecto a la variabilidad de la precipitación se obtuvo como resultado períodos súper húmedos que posiblemente están asociados a fenómenos meteorológicos que afectaron a las zonas costeras originando inundaciones.

La inundación del río Chichiriviche en la temporada lluviosa, asociada a una onda tropical y una vaguada en altura, a diferencia de la ocurrida en 1951 y 1999, correspondiente a la temporada seca, cuyo origen de este fenómeno está representado por restos de frentes fríos o líneas de inestabilidad en la atmósfera.

Las lluvias extraordinarias son mas destructivas hacia el este del Litoral Central que al oeste, debido a la diferencia de altura y a la orientación de la montaña que permiten la disipación de las masas de aire por el abra de Catia.

Los patrones sinópticos meteorológicos que afectan al Litoral Central durante la temporada seca entre el mes de diciembre y abril están asociados a restos de frente frío estos son mas predecibles a la hora de mitigar cualquier evento de lluvias que se avecinen a la Cordillera de la Costa, de tal manera que los organismos competentes tomen medidas preventivas. Durante la temporada lluviosa los patrones sinópticos que afectan a la cordillera de la costa están asociados a la convergencia intertropical y las ondas tropicales u ondas del este que ejercen su mayor influencia a mediados de mayo hasta mediados de noviembre, siendo su mayor intensidad de las ondas tropicales entre julio y octubre.

Es importante resaltar que las vaguadas están presentes durante todo el año en la zona intertropical ejerciendo su mayor o menor influencia en las distintas temporadas.

La identificación de los patrones sinópticos según el comportamiento de cada uno de los fenómenos meteorológicos nos permite tener una mejor visión ante posibles desastres naturales que puedan afectar a la cordillera de la costa, específicamente en el Litoral Central.

Recomendaciones

- Es importante establecer el período de recurrencia de las precipitaciones extraordinarias de tal manera que se pueda prever un desastre natural en la población de Chichiriviche y en otras zonas que son afectadas por la inundación.

- Restablecer las estaciones que registren datos climáticos tales como: precipitación, humedad, temperatura, evapotranspiración, entre otras ubicadas dentro y fuera del área de estudio ya que son de gran utilidad para obtener datos climáticos confiables que permitan realizar un mejor análisis en las condiciones meteorológicas en la Cordillera de la Costa.
- Educar y concientizar a la población y a todos los Organismos Competentes ante situaciones de inundación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acevedo B. Eduardo. 1978. *Metodología para la determinación de Prioridades de la subcuenca el Río Pereño*. Estado Táchira. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Marzo.
- Adame, S., y Martínez, M. (1999). Efecto del manejo integral de la cuenca de Río Texcoco, sobre la producción de agua y sedimentos.
- Ago, I., y Kessler, A (1996). El enfoque de planificación participativa para enfrentar la degradación de tierras en América Latina, y el manejo de las Cuencas Hidrográficas: <http://www.iao.org/regional/américa/bosques/ws-A03-S..htm> [consulta.2001-Febrero-13]
- Bertorelli, G. (1997) A diez años del alud torrencial ocurrido en El Limón Maracay, Estado Aragua. [Documento línea] Disponible: bertorellig@pdvsa.com.[consulta.2001 Marzo 6]
- Boscos, A. y Camarasa. A. (1998). *Caracterización Hidrológica del Río Arga* (Navarra). El agua como recurso y como riesgo. **Estudios Geográficos**. Tomo LIX. N° 232. Julio – Septiembre. Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá.
- Calderon, A. D. I. (1993). *Plan de Manejo Conservacionista Cuenca del Río Chichiriviche*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Castillo. J. B. 1970. *Aplicaciones de Métodos Numéricos en la clasificación de suelos de los Andes Venezolanos*. **Revista Geográfica de Venezuela** U.L.A. volumen XI N° 24-25 Ene – Dic. pp. 73-87.
- Contreras F, G. R. (SF). *Estudio Morfoclimático e hidrológico en cuencas altas*.
- Duerto. B. Oli. (1989). *Inventario diagnóstico de Torrente en el Litoral Central*. (Tramo Chichiriviche – Los Caracas). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Duerto. O. (S/F). *Plan conservacionista de la cuenca alta del Río Petaquire Distrito Federal*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Ferrer. O. Carlos y Cabello O.L. 1981. *Caracterización Geomorfológica de la cuenca del Río Torbes*. Estado Táchira. Venezuela. **Revista Geográfica Venezolana**. Volumen XXII. p.p. 43-81.

- Freile, A. 1969. Meteorología y Climatología Tropical de Venezuela. Ministerio de la Defensa, División de Información Sección Geográfica . Caracas.
- Garcia, L. F. 2000. Situación Meteorológica Generadora de las Inundaciones y Flujos de lodo en el Norcentro de Venezuela con especial énfasis en la costa Norte. Caracas.
- Guevara, J., (1987). *Método de estimación de ajuste de datos climáticos*. Universidad Central de Venezuela Caracas.
- Herrera, J., Garcia, A., y Rondón, J. (1979) Estudio Geomorfológico y de la cobertura vegetal de las cuencas de los Ríos Socuy y Cachiri Estado Zulia. Boletín de geología. Ministerio de Energía y Minas. Dirección General Sectorial de Geología y Mina. Volumen XIII, N° 25, Nov.
- Hidalgo O, R. (1987). *Algunos aspectos Fisicos Naturales y Antrópicos relacionados con el evento erosivo del 06 de septiembre de 1987 ocurrido en la cuenca alta y media del río Limón. Edo. Aragua*. Informes técnicos. Caracas. Octubre. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Huber, O. Et al . (1986). La Selva Nublada de Rancho Grande. Parque Nacional "Henry Pittier" . pp 13-16. Caracas.
- Huber y Alarcón. (1988). Mapa de Vegetación Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Jaimer, E. y González, P. (1989). Acciones para una solución integral de la problemática ambiental de la cuenca del Lago de Valencia. Revista Geográfica Venezolana.
- Manzanilla. V, Ray. J. (1991). *Diagnostico y tratamiento de los problemas de erosión concentrada, movimientos en masa y eventos torrenciales y su impacto en la economía de la cuenca del Río Boconó. Edo. Trujillo*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Matute, M. (1999) Cuencas: Garantizar su calidad es nuestra meta. **Revista Ambiente**. Año 22. N° 56. pp. 10-15.
- Ministerio de Energía y Minas (1997). Léxico estratigráfico, boletín de geología publicación especial N°12. M.J. Editores C.A.
- Ministerio de Obras Públicas (1971). Dirección de Cartografía Nacional. Los Teques. Hoja 6747. Escala 1:100.000. Venezuela.

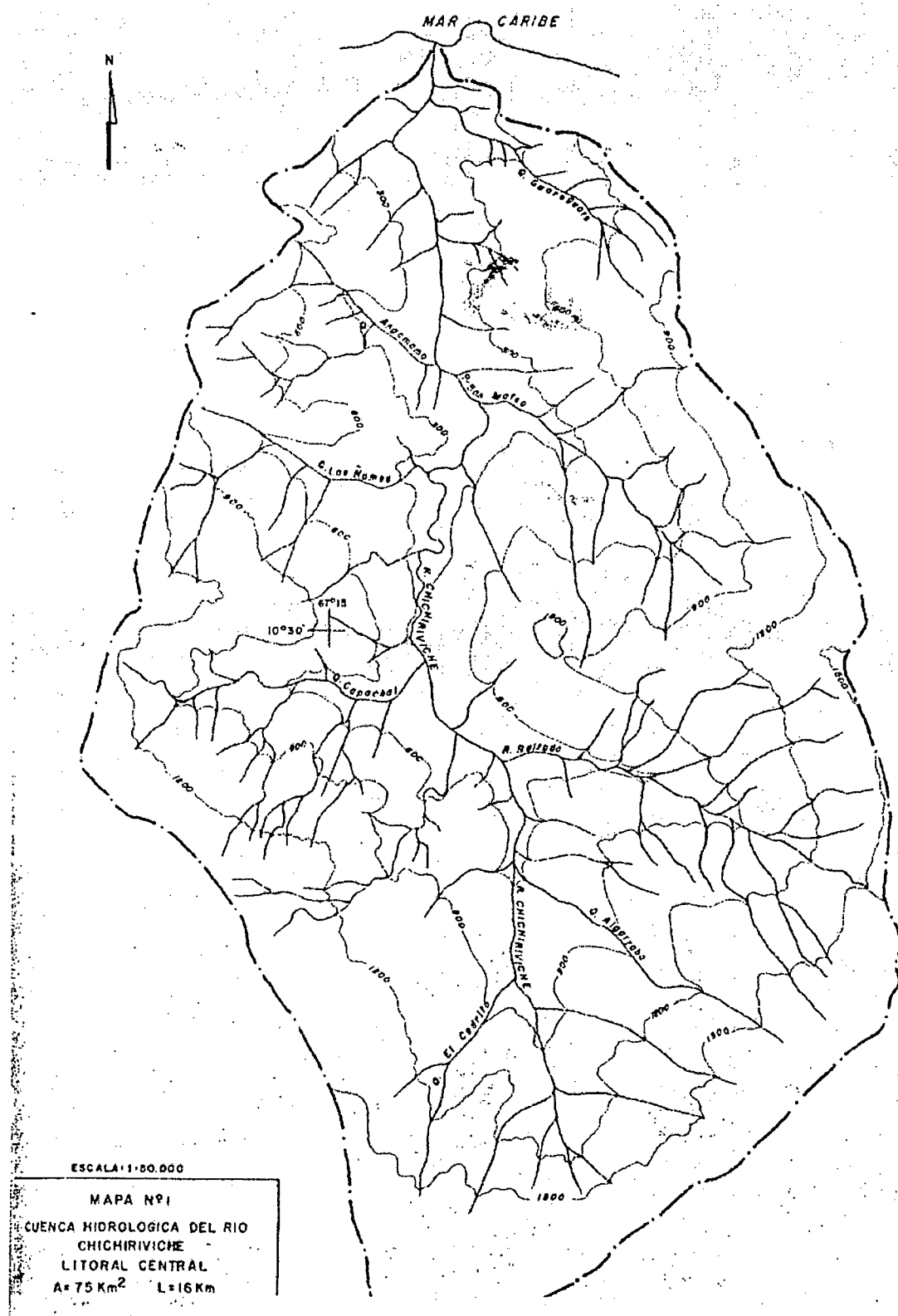
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (1988). *Control de deslizamiento en el torrente Ortiz cuenca del Río Castan, Estado Trujillo*. Serie de informes técnicos- DEI/IT/334. Trujillo.
- Monsalve, S. G. 1999. Hidrología en la Ingeniería. 2da. Edición Colombia .
- M. O .P. 1966 . Tuy en Tazón . Informe Hidrológico de la Cuenca. Caracas. Autor.
- Molina. Ch. Angel. 1983. *El estudio ecológico regional como análisis previo al ordenamiento territorial. La Cuenca Alta del Río Uribante*. Revista Geográfica Venezolana. Volumen XXIV. pp. 99-127.
- Nicholson, S., y Enterkhabi, D. (1987). Rainfall Variability in Equatorial and Southern Africa: Relationships With Sea Surface Temperatures along The Southwestern Coast of Africa. American Meteorological Society, 26 (5), 561-578.
- Naciones Unidas – (1972) Programa para el desarrollo y organización Meteorológica Proyecto de ampliación y Mejoramiento de los servicios Hidrometeorológico e Hidrológicos en el Istmo Centroamericano. Manual de Instrucciones, estudios hidrológicos. Publicación N° 70. San José de Costa Rica.
- Ochoa Guido y Oballos J. 1995. *Algunas variaciones que sufren los suelos en los Estados Mérida, Táchira y Barinas al introducir plantaciones de pinos*. Revista Geográfica Venezolana. Volumen XXXVI. pp. 123-135. Ej N° 2.
- Ochoa Guido, Malagón D. Y Marquez O. 1995. *Acidez en los suelos de la Cuenca del Río Torbes*. Estado Mérida. Revista Geográfica Venezolana. Volumen 36. pp. 13-30. N° 1.
- Ochoa. Guido. 1975. *La influencia de la altitud sobre algunas propiedades Físicas-Químicas de los suelos en los Andes Venezolanos*. Revista Geográfica Venezolana. Volumen XVI. pp. 217-230.
- Oli D. Beluche. 1989. *Inventario diagnóstico de Torrentes en el Litoral Central Tramo: Chichiriviche-Los Caracas*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Pabón C. Alberto y Bostos D. Alberto. 1982. *Diagnósticos físicos subcuenca Río Petaquire-Mamo*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Mayo, Caracas.
- Pacheco. P. () Características de las Precipitaciones en Venezuela. Caracas.

- Pernalet C., O. Y Guevara M. 1977. *Aplicaciones de la Metodología Para las prioridades en manejo de Cuenca Hidrográfica*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Pfister, L., Humbert, J. , y Hoffmann, L. (2000). Recent trends in rainfall – runoff characteristics in the Alzette River Basin. *Luxembourg Climate change* 45: 323-337 Mayo, N° 2.
- Röhl. E. (1950). *Los diluvios en las montañas de la cordillera de la Costa*. Caracas.
- Rondón, V., Aguilar, L., y Ponte, R., (1985). Ensayo metodológico para determinar la agresividad climática en el área de la reserva forestal de Ticoporo. Revista Geográfica Venezolana. 51-59 P. Vol. XXVI, U.L.A., Mérida Venezuela.
- Sabino, C. (1980) El Proceso de la Investigación. Caracas. Venezuela . Cid Editor.
- Stralher, A. N. (1977). Geografía Física. 1era. Edición Barcelona, España : Omega
- Tamayo, F. (1976). *Mapa de Vegetación*. Ministerio de Obras Públicas.
- Urbani, F. (1981). Las fuentes termales de Chichiriviche. Distrito Federal. Geos. (vol. 26). pp. 55-57.
- Vera M. Mauricio y Dennis L. 1993. *Estudio de una Toposecuencia de Suelos en el Valle del Río Mucujín*. Estado Mérida, Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*. Volumen 34 pp. 255-273. N°3
- Vivas Leonel, 1966. *Métodos de investigación hidro-geomorfológicos Aplicados en el estudio de una cuenca Hidrográfica*. (El caso de la Cuenca del Río Rubión. S.E. de Francia). *Revista Geográfica Venezolana*. Volumen VII N° 16 Enero. pp. 53-87.
- Vivas Leonel, 1970. *Estudio geomorfológico de la cuenca superior de la Quebrada Tuñame*. Estado Trujillo. *Revista Geográfica Venezolana*. Volumen XI N° 24-25 Ene-Dic. U.L.A. pp. 69-111.
- Wehrmann, M. (1969). Geología de la región Guatire - Colonia Tovar. IV Congreso. Geol. Venezuela, Caracas.
- (1996). Los efectos del cambio del clima debido al calentamiento global de los flujos del río en Gran Bretaña. Journal Hidrologic. Vol. 183.

----- (1999). Las dependencia de la escala de modelo hidrológico a la variabilidad espacial de la precipitación. Journal Hidrológic. April, 30, Volumen 217.

ANEXO A

MAPA DE LA CUENCA DE DRENAJE DEL RÍO CHICHIRIVICHE
ESTADO VARGAS VENEZUELA



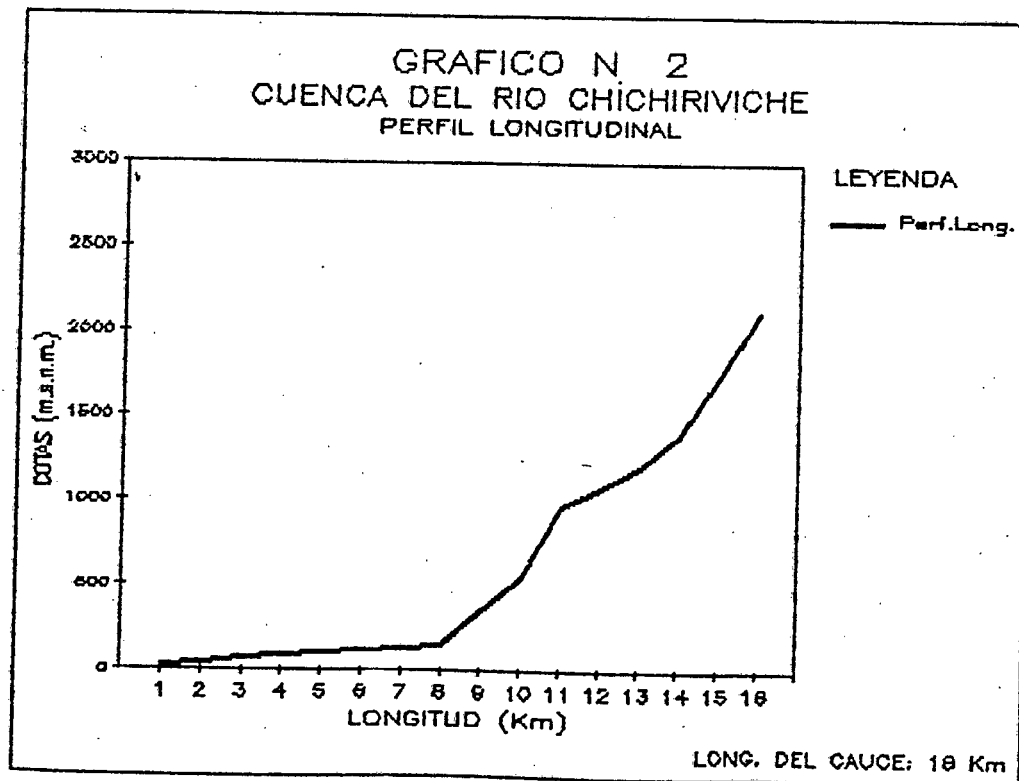
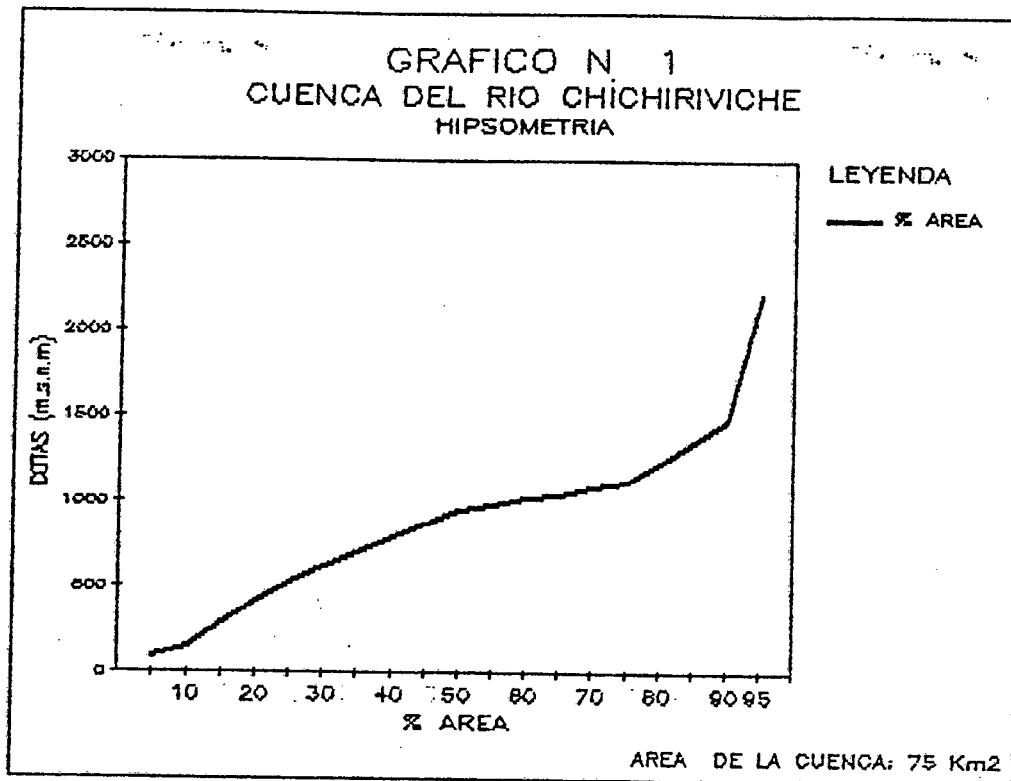
ESCALA 1:50.000

MAPA Nº1

CUENCA HIDROLOGICA DEL RIO
CHICHIRIVICHE
LITORAL CENTRAL
A= 75 Km² L= 16 Km

ANEXO B

PERFIL LONGITUDINAL Y LA ISOMETRÍA DE LA CUENCA
DEL RIO CHICHIRIVICHE ESTADO VARGAS



ANEXO C

REGISTRO DE LOS NIVELES DIARIOS DE CAUDALES POR LA
CUENCA DEL RÍO HICHIRIVICHE ESTADO VARGAS M.A.R.N

República Bolivariana de Venezuela
 Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales
 Dirección General de Cuencas Hidrográficas
 Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología

Resumen de Caudales del Río Chichiriviche, Estado Vargas

Rio	Lugar de Medición	Fecha	Vel. m/s	Ancho m	Gasto l/s
Chichiriviche	Agu.Abj.Cap.	05-05-94	0.106	0.40	4.10
		14-05-97	0.323	0.60	32.67
		23-04-98	0.053	0.95	8.15
		17-09-98	0.286	0.55	23.58
	Agu.Arr.Cap.	18-03-94	0.237	2.70	110.00
		28-04-94	0.534	5.90	596.50
		05-05-94	0.306	5.21	201.90
		19-05-94	0.351	2.10	131.20
		14-05-97	0.401	2.70	300.00
		23-04-98	0.291	3.20	150.65
		17-09-98	0.451	2.50	206.90

Leyenda

Agu.Abj.Cap.: Aguas debajo de Captación

Agu.Arr.Cap.: Aguas arriba de la Captación

ANEXO D

REGISTRO DE LA PRECIPITACIÓN FEBRERO 1951..

Reportes de Precipitación para la Inundación de Febrero de 1951

FECHA	ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)
15 de Febrero de 1951	Maiquetía F.A.V.	71.8
16 de Febrero de 1951	Maiquería F.A.V.	153.4
20 días en febrero de 1951	Maiquetía F.A.V.	282.2
Febrero de 1951	Cagigal	224.0 (Máximo H. 1900/94)
Febrero de 1951	Oricao	410.0 (Máximo H. 51/94)
Febrero de 1951	La Mariposa	120.0 (Máximo H. 50/94)
Febrero de 1951	Guarenas	69.6 (Máximo H. 50/94)
Febrero de 1951	El Guapo	482.1 (Máximo H. 43/94)
Febrero de 1951	Puerto Oricao	411.0
Febrero de 1951	La Guitarra	228.0
Febrero de 1951	Maiquetía	468.0

Datos pluviométricos del episodio 15-18 de Febrero 1951, mencionados por Hidalgo 2000 (Ref.1) y completados en este informe, se indican a continuación:

Precipitaciones entre el día 15 y 18 de Febrero de 1951

Estación	Lluvia (mm) 15/18 feb51
Caracas (UCV)	76
Maiquetía (Aeropuerto)	242
El Infiernito (Cerro Avila)	529
Caracas (Cagigal)	106

