

2024

ESTUDIO HIDROLÓGICO QUEBRADA LAS CAÑAS
PROYECTO ESTACIÓN DE SERVICIOS EDS LOS
ANASTACIOS

CUENCA No. 108 Río CHIRIQUÍ

ELABORADO A SOLICITUD DE:
LUIS ERNESTO SOLANILLA.

Corregimiento Los Algarrobos, Distrito de Dolega, Provincia de Chiriquí.

 <p>Hidrología, Cuencas Hidrográfica y Medio Ambiente.</p>	 <p>COMITÉ TÉCNICO NACIONAL DE AGRICULTURA HÉCTOR A. MOJICA P. ING. EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE IDONEIDAD N° 7,839-15</p>
	<p>Elaborado por Ing. Héctor A. Mojica P. ID. 7,839-15</p>

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO DEL INFORME.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivo Específicos.....	2
3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
Tabla 1. Coordenadas de la Ubicación del Polígono de la finca.....	3
Mapa 1. Localización Regional del Proyecto.	4
4. HIDROLOGÍA.	5
4.1. Caracterización de la fuente hídrica.	5
4.1.1. Cuenca hidrográfica Río Chiriquí.	6
4.1.2. Quebrada Las Cañas.....	6
Mapa 2. Área de drenaje.	7
Mapa 3. Hidrología del Proyecto.	8
5. IDENTIFICAR SI EL PROYECTO ESTÁN DENTRO DE ALGUNA ÁREA PROTEGIDA.....	9
6. GEOLOGÍA.....	10
Tabla 2. Clasificación geológica.....	10
Mapa 4. Geología.....	11
7. CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LOS SUELOS.	12
Tabla 3. Clasificación de la Capacidad Agrológica de los suelos del área bajo estudio.	12
8. TIPOS DE SUELOS.....	12
Mapa 5. Capacidad agrologica.....	13
9. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA.....	14
9.1. Clima Subecuatorial con estación seca.....	14
9.2. Zonas de vida según Holdridge.....	15
9.2.1. Bosque Muy Húmedo Premontano.	15
Mapa 6. Zonas de vida según Holdridge.....	16
10. HIDROMETRÍA.....	17
10.1. Si existe estación hidrológica.....	17
Tabla 4. Registros de caudales Río Majagual.	17
11. INFORMACIÓN BÁSICA.	18

11.1. Información cartográfica existente.....	18
11.2. Información meteorológica.	18
Mapa 7. Localización de estaciones meteorológicas.....	19
11.3. Comportamiento climático del área de estudio.....	20
11.3.1. Precipitación.	20
Tabla 5. Registro de Precipitación.....	20
11.3.2. Temperatura Mensual.	22
11.3.3. Viento.....	23
11.3.4. Humedad Relativa.....	24
11.3.5. Evaporación.	25
Mapa 8. Hidrogeología.....	26
12. HIDROGEOLOGÍA.	27
13. GEOMORFOLOGÍA DE LA QUEBRADA LAS CAÑAS.....	27
14. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA.	28
14.1. Área de drenaje de la cuenca.	28
14.2. Perímetro de la cuenca.	29
14.3. Área de la cuenca.....	29
14.4. Ancho de la cuenca.	30
14.5. Longitud recta de la cuenca.	30
15. PARÁMETROS DE FORMA DE LA CUENCA.....	30
15.1. Índice de compacidad o índice de Gravelius.	30
Tabla 4. Índice de compacidad para la evaluación de forma.....	31
15.2. Índice de Gravelius de la cuenca.	31
15.3. Factor de Forma (Kf).	31
Tabla 6. Clasificación del factor de forma.....	32
15.4. Factor de forma cuenca.	32
15.5. Índice de alargamiento.	33
Tabla 7. Clasificación de Índice de alargamiento	34
15.6. Índice de alargamiento cuenca.....	34
16. CARACTERÍSTICA DE RELIEVE DE LA CUENCA.....	34
16.1. Pendiente media de la cuenca.....	34

Tabla 8. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente.....	35
Mapa 9. Mapa Relieve de la cuenca.....	36
Tabla 9. Parámetros fisiográficos de la Quebrada Las Cañas.....	37
16.2. Curva Hipsométrica.....	37
16.3. Curva hipsométrica de la cuenca.....	38
Tabla 10. Curvas de nivel de la cuenca	40
17. CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA DE DRENAJE.....	40
17.1. Longitud del cauce (L).....	40
17.2. Perfil del cauce.....	41
Tabla 11. Parámetros red hidrográfica de una cuenca.....	42
17.3. Cota de nacimiento (m.s.n.m.)	42
17.4. Cota en la confluencia con el sitio de estudio (m.s.n.m.).....	42
17.5. Pendiente media del cauce.....	43
17.6. Tiempo de concentración de la cuenca	43
18. DETERMINACIÓN DE CAUDAL.....	44
18.1. Método de Trasposición de caudales.....	44
Tabla 12. Caudales promedio mensuales.....	45
Tabla 13. Datos de la cuenca quebrada Las Cañas.....	46
19. CONCLUSIONES.....	47
20. BIBLIOGRAFÍA	47

1. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio hidrológico para el proyecto de Estación de Servicios EDS Los Anastacios, ha sido desarrollado a solicitud de LUIS ERNESTO SOLANILLA, para el desarrollo de una estación de expendio de combustible y restaurante. Este estudio hidrológico se basa con los requerimientos mínimo que exige el Ministerio de Ambiente en cumplimiento con la legislación que ordena los recursos hídricos sobre la resolución No. DM.0431-2021 del 16 de agosto del 2021, “que establece los requisitos para la autorización de obras en cauce naturales y se dictan otras disposiciones”, para dar viabilidad a obras donde se establece los análisis hidrológicos para la cuenca de estudio, que deben ser considerados para la construcción y operación del proyecto precipitado.

El objetivo principal del estudio hidrológico es caracterizar hidrológicamente, morfológicamente y definir los cuerpos de agua que circundan para la huella del proyecto, tanto externa como internamente y así determinar los caudales máximos para períodos retornos estimados. Se presenta en el estudio los datos de los cuerpos de agua analizados, para la quebrada Las Cañas la cual tiene proximidad a la huella del proyecto, por requerimientos del Ministerio de Ambiente.

Para el análisis se revisaron y levantaron datos de características del entorno natural y actual en donde se desarrollará la huella del proyecto. Además de datos meteorológicos de la zona bajo estudio, se identificaron las estaciones de precipitación y se determinaron parámetros como tiempo de concentración, entre otros. Para la hidrología se determinaron de manera integral las superficies de drenajes, pendientes y caudales hidrológicos de diseño.

En el informe se presenta una descripción general de la cuenca hidrográfica No. 108 Río Chiriquí y de la quebrada Las Cañas; incluyendo, localización y descripción general del área.

2. OBJETIVO DEL INFORME.

Presentar el estudio Hidrológico que evalúa la quebrada Las Cañas la cual tiene como propósito una evaluación integral de las variables y componentes hidrológicos para determinar el grado de impacto que pueda presentar el proyecto, para el estudio de Impacto Ambiental. De tal forma que la huella del proyecto, cumpla con las recomendaciones de los requisitos establecidos por el Ministerio de Ambiente en su proceso de evaluación y desarrollo de la misma.

2.1. Objetivo General.

Desarrollar el Estudio Hidrológico requerido por el Ministerio de Ambiente, para su evaluación hidrológica en el proceso de evaluación y seguimiento ambiental.

2.2. Objetivo Específicos.

- Caracterizar los componentes morfológicos de la quebrada Las Cañas.
- Determinar características hidrográficas que interviene el área de estudio requeridas por el Ministerio de Ambiente.
- Calcular los valores morfométricos de la cuenca de estudio.

3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La huella del proyecto a realizar sobre está ubicada en el corregimiento de Los Algarrobos, distrito de Dolega, provincia de Chiriquí, el cual será desarrollado por el promotor Luis Ernesto Solanilla. La finca en la que se desarrollará este proyecto es (INMUEBLE), CÓDIGO DE UBICACIÓN 4609, Finca 30131320 propiedad de Luis Ernesto Solanilla García. cuyo.

El corregimiento de Los Algarrobos tiene un área de 29.72 km² y limita al norte con el corregimiento de Rovira, al este con el corregimiento de Dolega (Cabecera), al oeste con el corregimiento de Tinajas y al sur con el corregimiento de David (Cabecera).

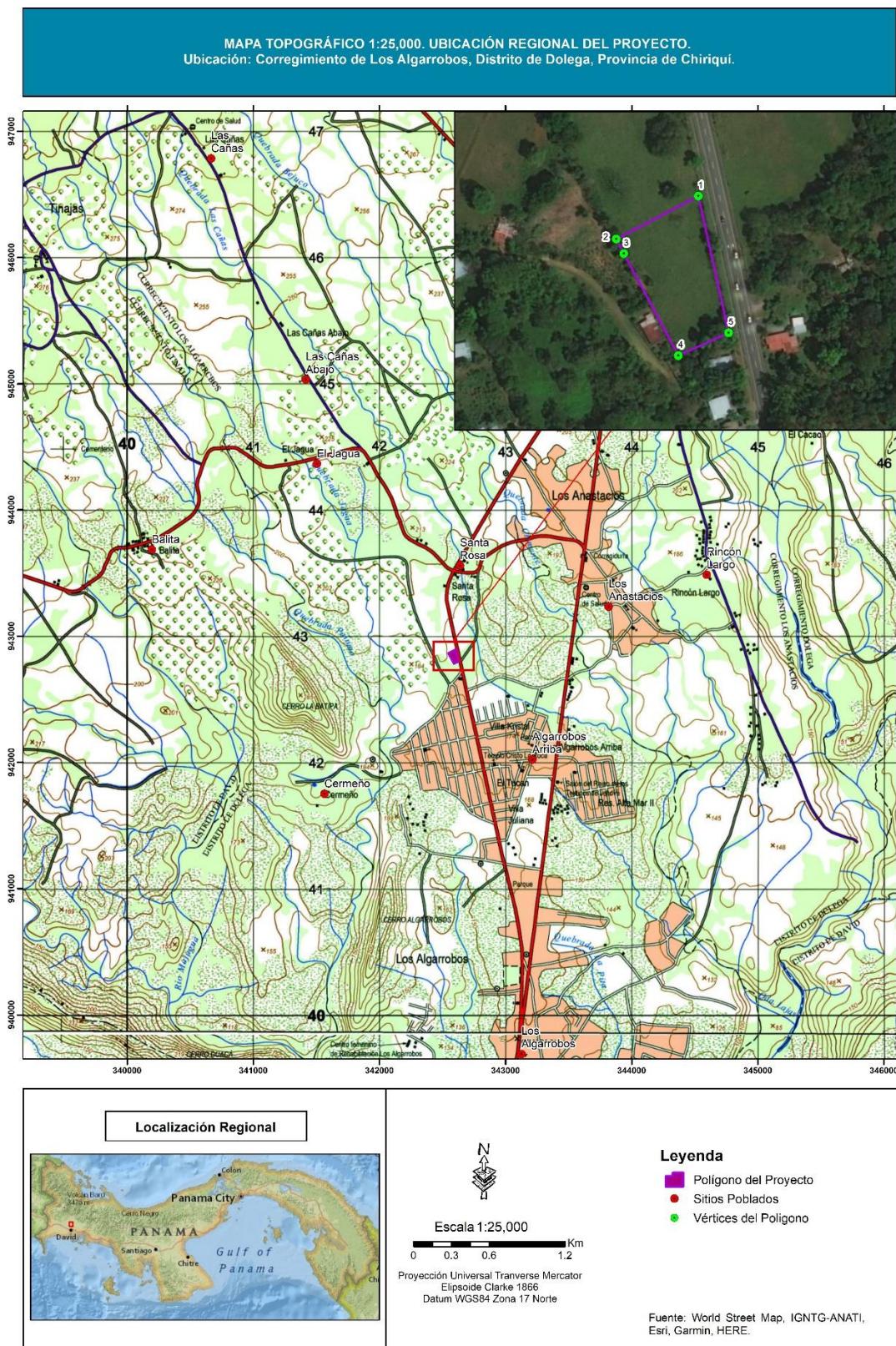
El proyecto consiste en la construcción de un estación de expendio de combustible y un restaurante sobre la finca ya descrita anteriormente sobre un área aproximadamente de 5000 metros cuadrados.

Tabla 1. Coordenadas de la Ubicación del Polígono de la finca.

COORDENADAS DEL POLIGONO FINCA INSCRITA (UTM WGS-84)		
VÉRTICE	ESTE (m)	NORTE (m)
1	342604.30	942896.96
2	342545.79	942866.52
3	342551.24	942856.05
4	342590.05	942783.66
5	342625.70	942799.86

Fuente: Cuadro elaborado por el consultor. Este estudio 2024.

Mapa 1. Localización Regional del Proyecto.



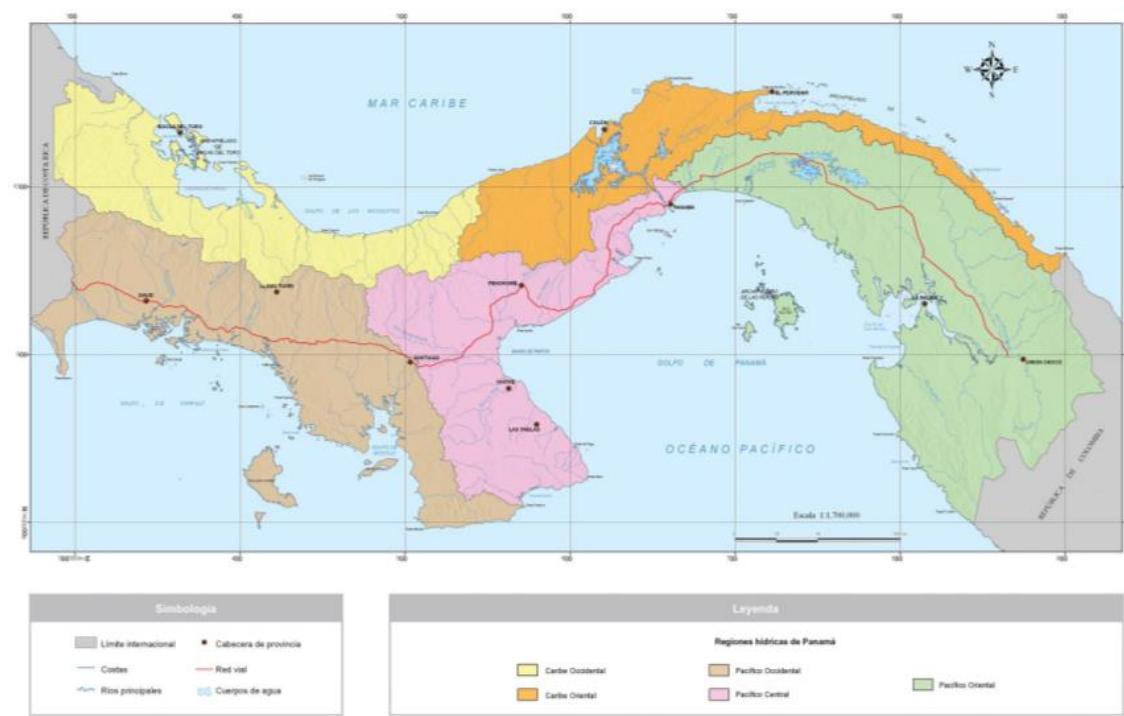
4. HIDROLOGÍA.

Los estudios hidrológicos analizan la información recopilada de las cuencas, como son el comportamiento climático de las cuencas, caudales promedios mensuales, caudales mínimos mensuales, definición de áreas de aportes, periodo de retorno, intensidad y el caudal que se definirá para el estudio.

4.1. Caracterización de la fuente hídrica.

La quebrada Las Cañas, objeto de este estudio hidrológico, pertenece a la región hídrica Pacífico Occidental. Esta región comprende la provincia de Chiriquí, el sur de la Comarca Ngöbe-Buglé y la parte oeste y sur de la provincia de Veraguas. Los cursos de agua de las cuencas hidrográficas de esta región, desembocan hacia la vertiente del océano Pacífico. Sus rangos de precipitación oscilan entre 1000 y 3000 mm, para el caso del norte de Chiriquí alcanzan los 6000 mm/año. Forman parte de la cuenca hidrográfica río Chiriquí, designada con el número 108 según el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (**PHCA, 1967-1972**).

Figura No. 1. Mapa de Regiones Hídricas de Panamá.



Fuente: Atlas Ambiental de Panamá. 2010.

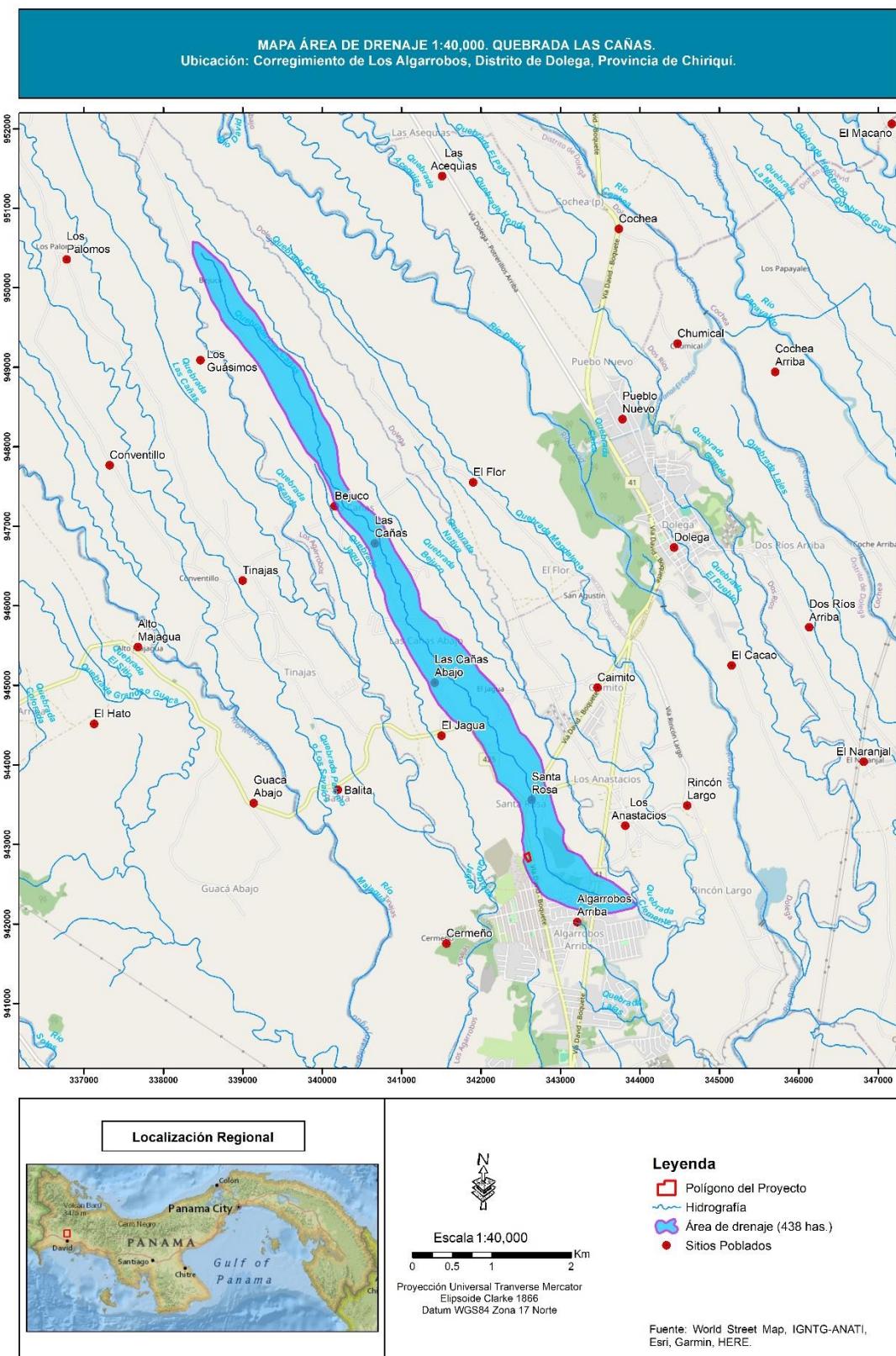
4.1.1. Cuenca hidrográfica Río Chiriquí.

La cuenca 108 corresponde a Río Chiriquí se sitúa en la vertiente del Pacífico, dentro de la provincia de Chiriquí, ocupa una superficie de 1905 km², representando el 2.52 % del territorio nacional. Y su río principal es el río Chiriquí. Sus límites naturales son: por el norte, con la cuenca de los ríos Changuinola y ríos entre el Changuinola y Cricamola; por el sur, con el Océano Pacífico; por el este, con la cuenca del Ríos entre Fonseca, Chiriquí y San Juan; y por el oeste, con la cuenca del Río Chico. El Río Chiriquí es un río de Panamá, que desemboca en la vertiente del Océano Pacífico, específicamente en la bahía de Charco Azul. Es el río principal de la cuenca 108 y recorre desde la comarca Ngöbe-Buglé hasta David. Tiene una longitud de 87.83 km. Nace en el norte de Besikó en la comarca Ngöbe-Buglé y recorre todo el distrito Gualaca de noreste a sur, atravesando los corregimientos de Hornito, Paja de Sombrero, Caldera, Cochea, Bijagual, Las Lomas, Chiriquí y Pedregal en el distrito de David hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Tiene como afluentes principales como el río Hornito, Gualaca, David, Los Valles, Cochea, Platanal, Soles, Majagual y Estí.

4.1.2. Quebrada Las Cañas.

La quebrada Las Cañas, es definida como una fuente hídrica de flujo permanente de orden uno, está localizada al noroeste de la provincia de Chiriquí, cuenta con un área de drenaje de 4.38 km² o 438 has, representando el 0.23 % del área de la cuenca 108 Río Chiriquí. El cauce principal tiene una longitud de 11.05 kilómetros desde el punto más alto de su nacimiento hasta el sitio de desfogue con la quebrada Clemente de flujo permanente. No posee afluentes tributarios. Además de una red de canales y drenajes pluviales de la zona urbana del Valle que escurren sus aguas hacia este cauce. El paisaje de esta microcuenca está dominado por tierras medianamente altas.

Mapa 2. Área de drenaje.



Mapa 3. Hidrología del Proyecto.



5. IDENTIFICAR SI EL PROYECTO ESTÁ DENTRO DE ALGUNA ÁREA PROTEGIDA.

Las áreas protegidas son sitios que poseen gran riqueza natural, económica, cultural y son clave para la investigación científica. Están regulados por normativas que velan por su conservación y que, dependiendo de su clasificación, permiten que se realicen actividades que no alteren los recursos naturales que las integran. En Panamá hay cerca de 90 áreas protegidas, de las cuales 17 son parques nacionales.

Panamá cuenta con un robusto Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que abarcan aproximadamente 32% de área terrestre y 12% de áreas marinas del territorio nacional, como se muestra en la siguiente imagen. De acuerdo a lo mostrado en la Figura 2 y al listado de Áreas Protegidas de la República de Panamá, la zona del proyecto no se ubica dentro de ninguna de estas áreas protegidas, por lo que se cumple con lo planteado por el Ministerio de Ambiente en el artículo 4 de la resolución No. DM 0431-2021 (de 16 de agosto 2021) como “Requisitos para la autorización de obras en cauces naturales en la República de Panamá”.

Figura No 2. Áreas Protegidas en Panamá.



Fuente: Atlas Ambiental de Panamá. 2010.

6. GEOLOGÍA.

Litológicamente hablando, el área de estudio se caracteriza por la presencia de esta zona se caracteriza por afloramiento de rocas andesitas, basaltos intrusivos y cenizas. Al sur muy alejada se presenta fallas normales y al este la falla Chame.

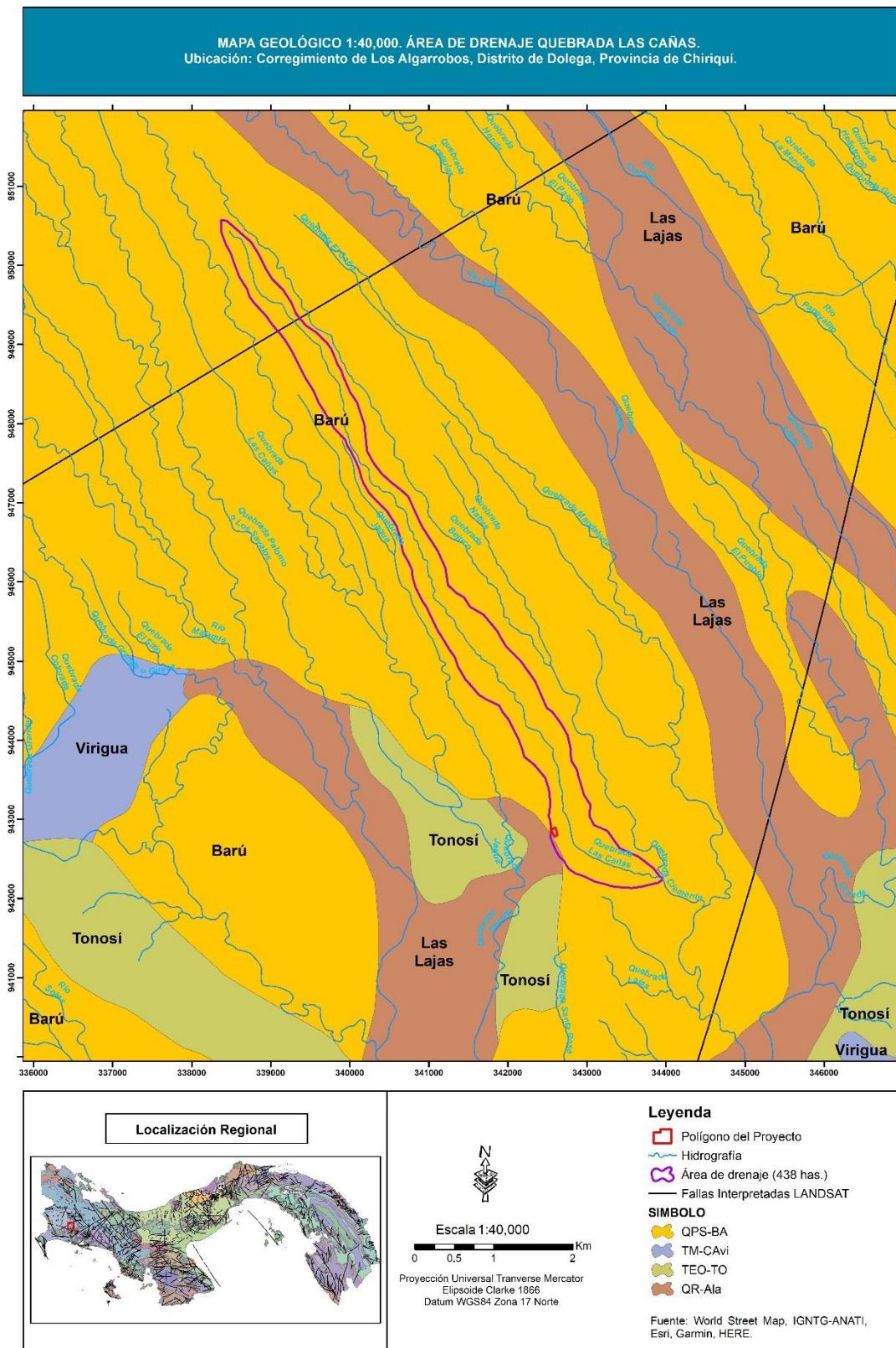
Los suelos que conforman el área, son suelos residuales productos de la meteorización de la roca madre, específicamente de la formación Barú; roca de origen volcánico, Volcanismo de la época de mioceno medio y superior, periodo cuaternario.

Tabla 2. Clasificación geológica.

Clasificación geológica del área de estudio					
Geología					
Grupo	Formación	Símbolo	Significado	Área (km ²)	%
	Barú	QPS-BA	Basaltos/andesita, cenizas, tobas aglomerados y lavas.	4.38	100
TOTAL				4.38	100

Fuente: Tabla generada por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

Mapa 4. Geología.



7. CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LOS SUELOS.

Los suelos se clasifican en ocho clases de tierras y se designan con números romanos, que van del I la VIII. Las tierras de clase I son las tierras óptimas, es decir, que no tienen limitaciones y a medida que aumentan las limitaciones se designan progresivamente con números romanos hasta la clase VIII. Las tierras de las clases I a IV son de uso agrícola. Las clases II y III tienen algunas limitaciones, y la clase IV es marginal para la agricultura. Las clases V, VI, VII son para uso forestal, frutales o pastos. La clase VIII son tierras destinadas a parques, áreas de esparcimiento, reserva y otras.

La capacidad agrologica de suelos para el área en donde se ubica la Quebrada Las Cañas se clasifica en dos clases según su capacidad de uso (ver tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de la Capacidad Agrológica de los suelos del área bajo estudio.

Nomenclatura	Clasificación	Área (km ²)	%
III	Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere conservación especial o ambas.	3.11	71
IV	Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas	1.27	29
TOTAL		4.38	100

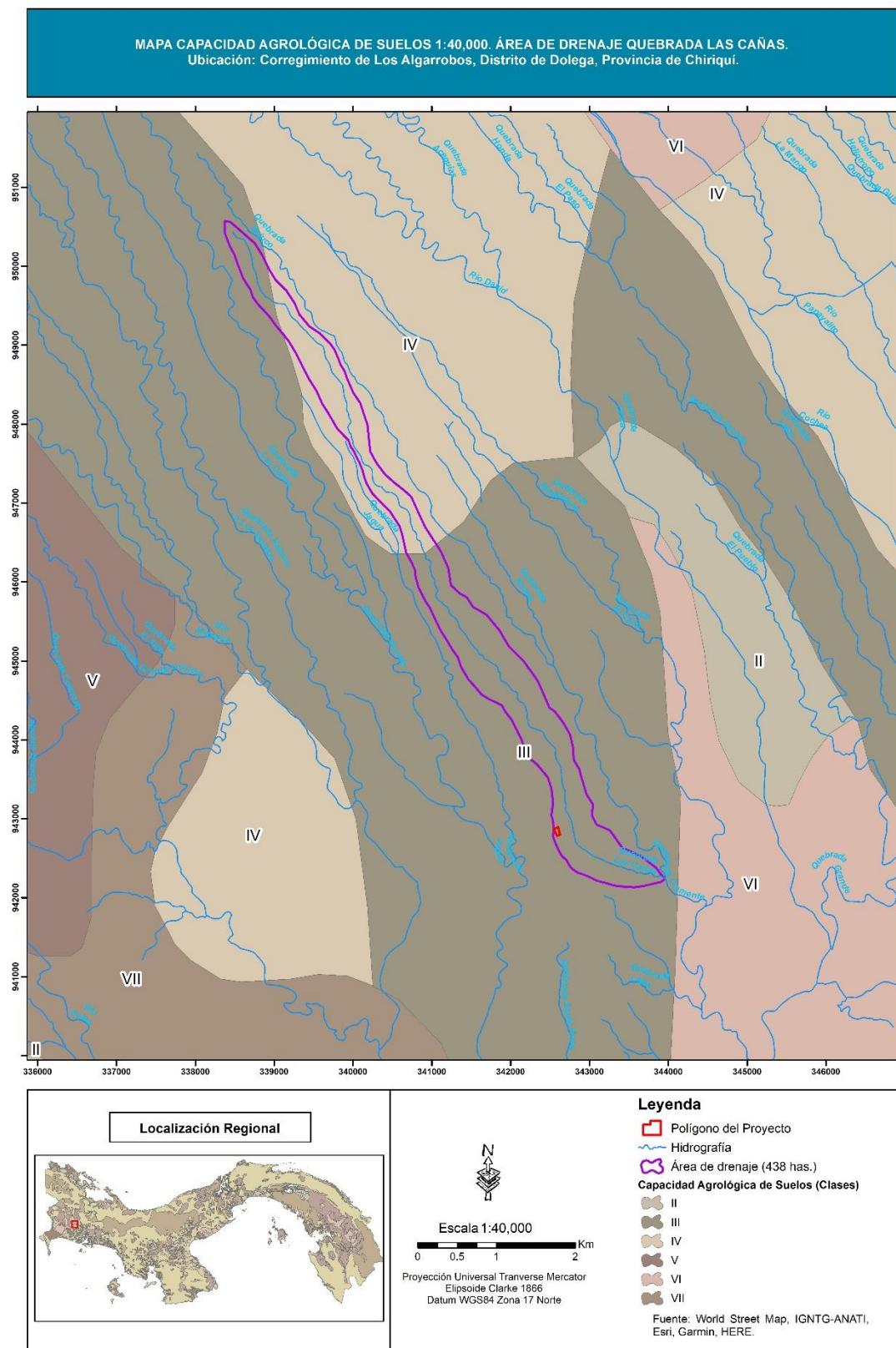
Fuente: Tabla generada por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

8. TIPOS DE SUELOS.

Los suelos de área en donde se ubican la microcuenca de la Quebrada Las Cañas, es de orden Andisoles.

Agrupa suelos de origen volcánico de color oscuro y muy porosos. El término Andosol es una palabra compuesta de los vocablos japoneses an do que significa "suelo oscuro" y de la raíz latina sol que significa "suelo".

Mapa 5. Capacidad agrologica.



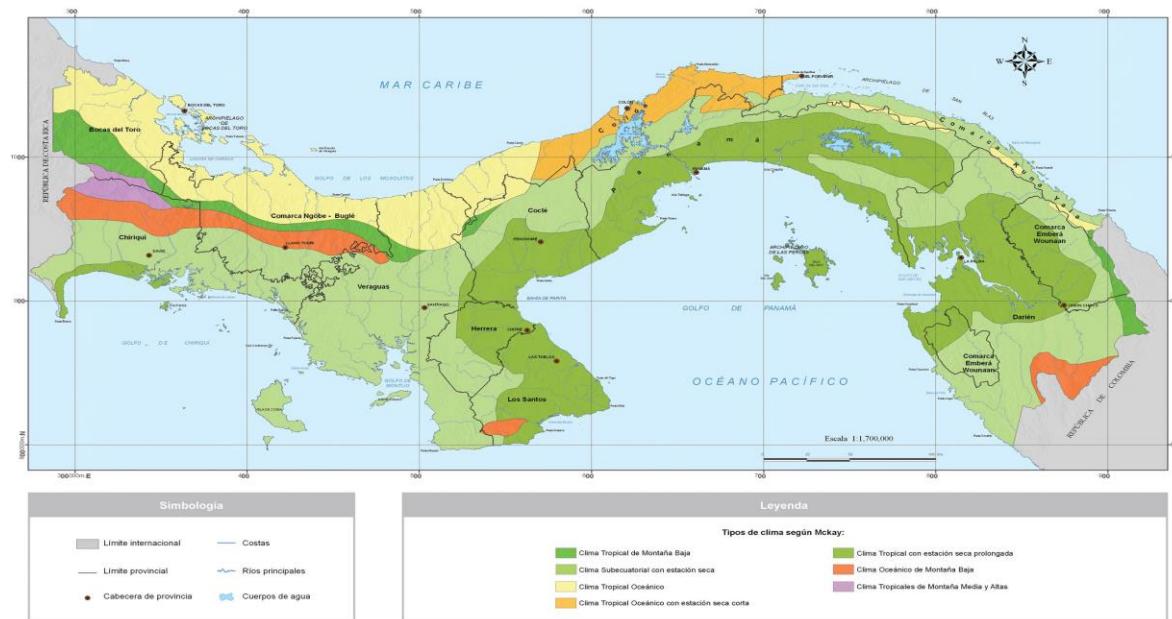
9. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA.

El clima del área está determinado por la localización geográfica, la altura sobre el nivel del mar, el relieve y la extensión territorial. Para la clasificación climática se utilizó el sistema de Alberto McKay y Holdridge, teniendo en cuenta las características pluviométricas y térmicas del área de influencia. De acuerdo con la clasificación climática de Alberto McKay (2000) que se presenta en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010); la cuenca objeto de este análisis presentan un clima subecuatorial con estación seca.

9.1. Clima Subecuatorial con estación seca.

Se presenta como el clima de mayor extensión en Panamá. Es cálido, con promedios anuales de temperatura de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (< 20 msnm), en tanto que para las tierras altas (aprox. 1,000 m) la temperatura puede llegar a 20°C. Se encuentra en las tierras bajas y montañosas hasta 1,000 metros de altura en la vertiente del Pacífico en Chiriquí, Veraguas, en sectores montañosos de Azuero y Coclé y en las montañas de Panamá, San Blas y Darién. Los niveles de precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2,500 mm, alcanza los 3,519 en Remedios. El clima es de estación seca corta y acentuada con tres a cuatro meses de duración.

Figura No. 3 Mapas tipos de clima según A. McKay.



Fuente: Atlas Ambiental de Panamá. 2010.

9.2. Zonas de vida según Holdridge.

De acuerdo con Holdridge: “Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas, las etapas de sucesión y que tiene una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”.

El sistema de zonas de vida de Holdridge permite la clasificación de dichas áreas en 30 clases, 12 de las cuales se encuentran en Panamá:

El área de la Quebrada Las Cañas, se encuentra dentro de la siguiente zona de vida:

9.2.1. Bosque Muy Húmedo Premontano.

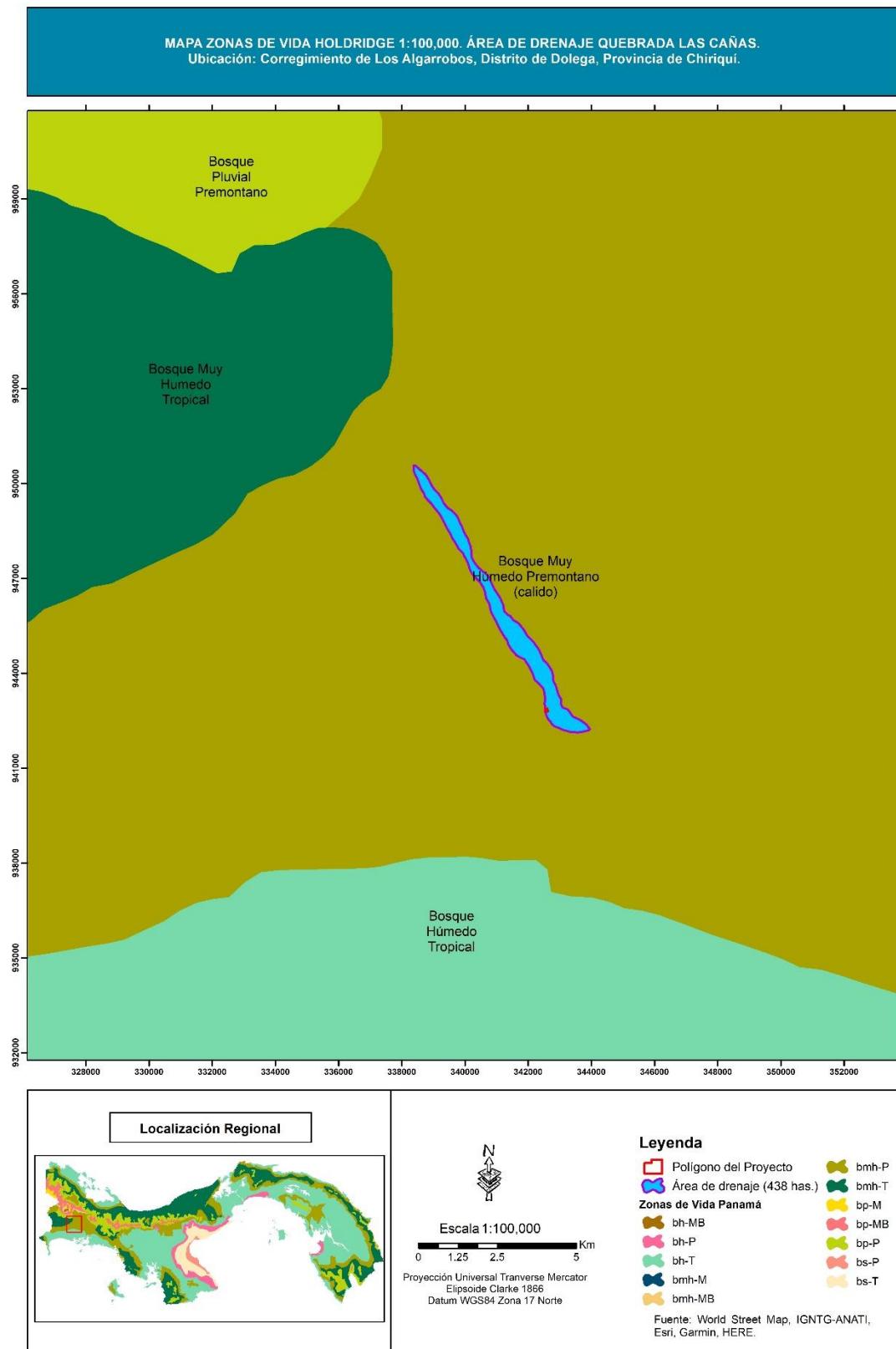
Ocupa una mediana área en Panamá, alcanzando 13,153 km² o sea el 17.55 % del territorio nacional. Sus temperaturas oscilan entre los 17.5 °C y su nivel de precipitación anual va de los 2000 a 4000 mm. Esta zona bioclimática es considerada como la más favorable para el desarrollo diversificado de cultivos permanentes y de pastizales, debido a la abundante precipitación que cae casi todos los meses del año con un período seco poco marcado durante los meses de febrero y marzo.

Figura No. 4 Clasificación de Zonas de vida según Holdridge.

Zona de vida	Siglas ^a	Superficie (km ²)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Bosque húmedo montano bajo	bh-MB	30.71 (0.04%)	> 12	< 2,000
Bosque húmedo premontano	bh-PM	2,299.6 (3.07%)	> 24	1,450 - 2,000
Bosque húmedo tropical	bh-T	29,899.9 (40%)	24 - 26	1,850 - 3,400
Bosque muy húmedo montano	bmh-M	5.62 (0.007%)	6 - 12	2,000
Bosque muy húmedo montano bajo	bmh-MB	183.71 (0.25%)	12 - 18	2,000 - 4,000
Bosque muy húmedo premontano	bmh-PM	13,153.5 (17.55%)	17.5	2,000 - 4,000
Bosque muy húmedo tropical	bmh-T	16,609.6 (22.17%)	25.5 - 26	3,800 - 4,000
Bosque pluvial montano	bp-M	211.12 (0.28%)	6 - 12	> 2,000
Bosque pluvial montano bajo	bp-MB	1,619.54 (2.16%)	10.8 - 13.5	> 4,000
Bosque pluvial premontano	bp-PM	7,441.98 (9.93%)	18 - 24	4,000 - 5,500
Bosque seco premontano	bs-PM	612.51 (0.82%)	18 - 24	< 1,100
Bosque seco tropical	bs-T	2,847.74 (3.8%)	18 - 24	1,100 - 1,650

^a Siglas formadas por dos grupos de letras separadas por un guion: el primer grupo, en minúsculas, corresponde a las iniciales del

Mapa 6. Zonas de vida según Holdridge.



10. HIDROMETRÍA.

10.1. Si existe estación hidrológica.

Dentro de la Quebrada Las Cañas no existen estaciones hidrológicas, pero la misma pertenece a la cuenca 108 del río Chiriquí cuenta con una vasta red de estaciones hidrométricas distribuidas en toda la cuenca. Posee un total de 22 estaciones donde el 50% aproximadamente cuenta con registros completos de más de 20 años. Para el presente estudio se analizan los datos de caudales para la estación del Río Majagual, la cual es la más representativa en el área del análisis.

Tabla 4. Registros de caudales Río Majagual.

INSTITUTO DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE PANAMÁ				
ESTACIÓN RÍO MAJAGUA (Cuenca Río Chiriquí)				
Caudales en m ³ /s				
108-04-01				
Latitud 08° 26' 59" N		10 años de registro		
Longitud 82° 25' 0" O		Área de drenaje: 139 km ²		
		Elevación: 80 m		
Caudales extremos				
Mes	Máximo Instantáneo Caudal	Mínimo Instantáneo Caudal	Caudales promedios	
	m ³ /s	m ³ /s	Mensuales	
Ene	5.60	1.60		2.80
Feb	2.60	1.30		1.70
Mar	2.40	1.00		1.40
Abr	2.20	0.90		1.50
May	23.10	2.20		7.20
Jun	44.90	4.30		18.10
Jul	29.50	4.60		15.80
Ago	29.10	10.00		16.80
Sep	41.50	14.90		21.40
Oct	34.80	16.60		22.50
Nov	36.90	12.40		20.9
Dic	10.50	4.10		6.50
Anual	21.93	6.158	Promedio	11.38

Fuente: IMHPA

11. INFORMACIÓN BÁSICA.

La información básica para el desarrollo del estudio hidrológico se obtuvo de dos fuentes principales:

- Información cartográfica existente
- Información meteorológica

11.1. Información cartográfica existente.

Se obtuvo de los mosaicos topográficos a escala 1:25000 generados por el Instituto Nacional Tommy Guardia de la República de Panamá, con proyección UTM (Universal Transversal Mercator), curvas de nivel a intervalos de 10 m y curvas suplementarias de 5 m, elipsoide WGS84 y generadas con imágenes radar aerotransportado del área, tomada en el año 2012.

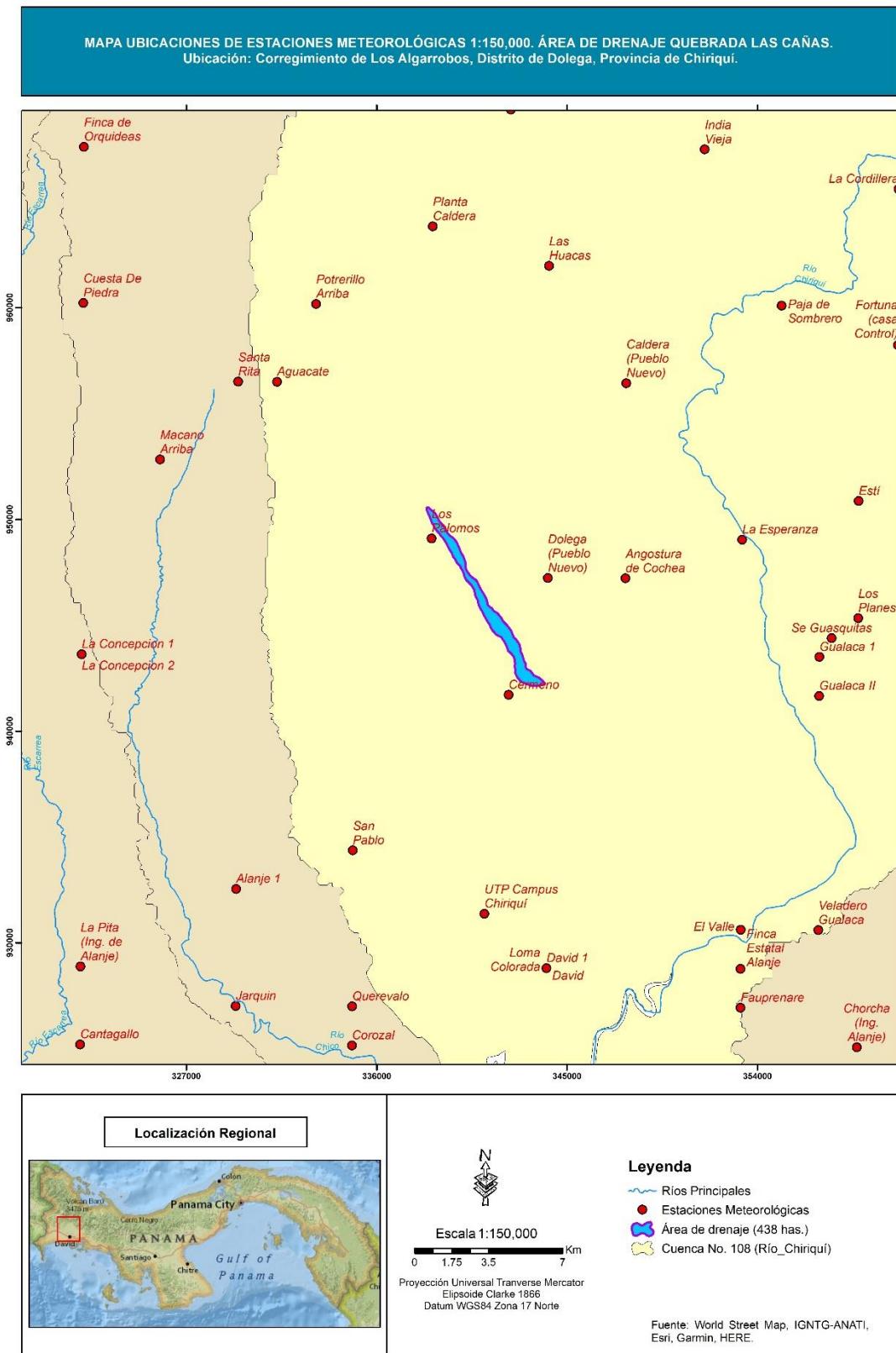
Además, se utilizó datos suministrados, por sistema de información geográfica (ARCGIS), así como para levantar polígonos de área de drenaje e isoyetas de precipitación de la cuenca y características morfométricas de la cuenca; para definir la superficie de drenaje, longitud del cauce y otras.

11.2. Información meteorológica.

El área en donde se encuentra la cuenca de la quebrada Las Cañas en donde se ubica la huella del proyecto del solicitante de este estudio, cuenta dentro de su área con estaciones de medición de precipitación, pero por estar además de ubicada dentro de la cuenca hidrográfica de Río Chiriquí (108), cuenta con información de estaciones cercanas.

La distribución espacial de las estaciones que se encuentran cercanas y cuyo comportamiento tiene influencia dentro de la superficie de drenaje de la quebrada Las Cañas y del área del proyecto objeto de este estudio hidrológico. La Estación Cermeño, Dolega y David, son las más representativa del área, operada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA).

Mapa 7. Localización de estaciones meteorológicas.



11.3. Comportamiento climático del área de estudio.

Para el presente estudio se tomó en consideración los datos meteorológicos de las Estación de Cermeño y Dolega para datos de precipitación, la cual es la más representativa del área, operada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA). La misma se encuentra localizada: Estación Cermeño 8° 31' 13" N y -82° 25' 58" O, a una altura sobre el nivel medio del mar de 170 metros. Para el estudio se consideró un período de registro de 58 años. Y la Estación Dolega 8° 34' 00" N y -82° 25' 00" O, a una altura sobre el nivel medio del mar de 270 metros.

Para el estudio se consideró un período de registro de 36 años

11.3.1. Precipitación.

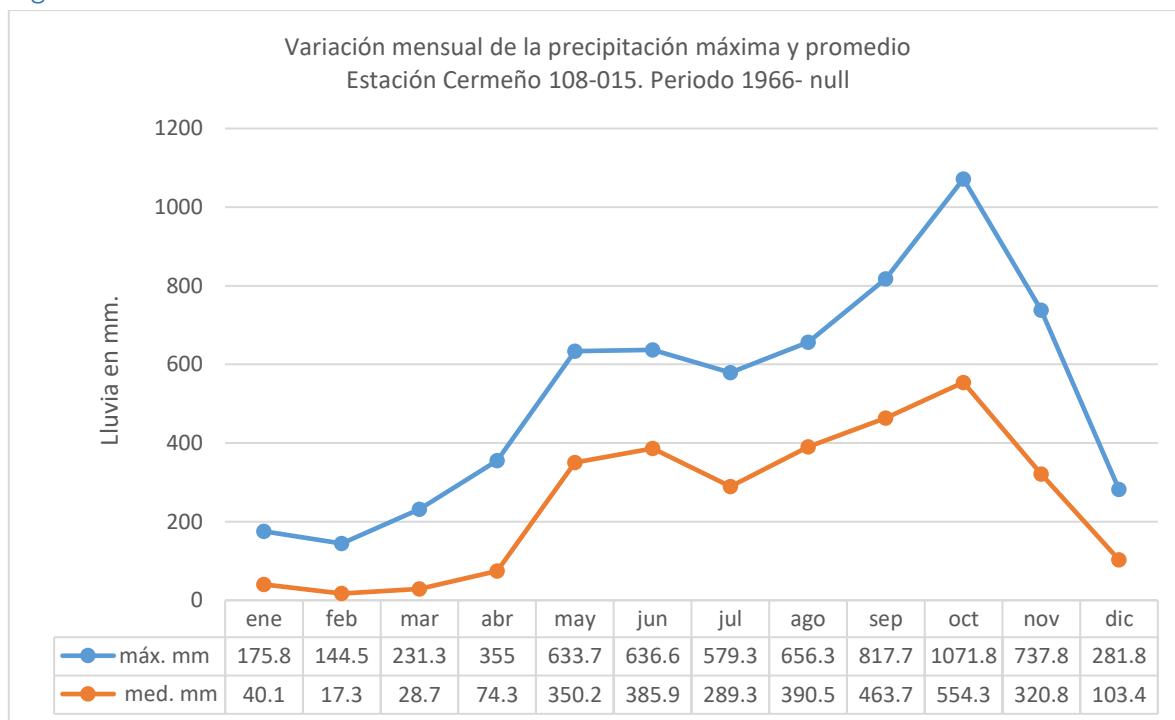
La estación meteorológica más cercana al proyecto corresponde a Cermeño registrada como 108 - 015 esta se encuentra a una elevación 170 msnm. De acuerdo a estos registros las precipitaciones anuales promedios son 277.1 mm, las precipitaciones máximas suelen registrarse en octubre con un máximo registrado de 1071.8 mm y las precipitaciones mínimas suelen registrarse en febrero con un mínimo registrado de 144.5 mm. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Registro de Precipitación.

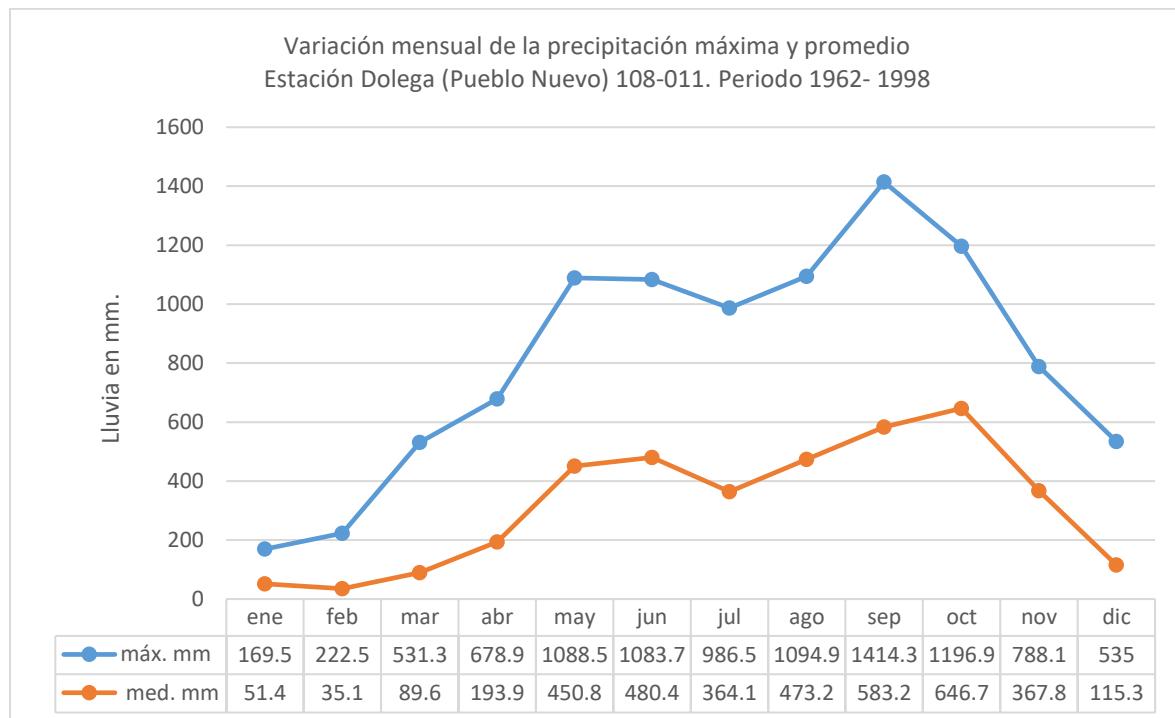
Precipitación Mensual		
Estación Cermeño		
Mes	Lluvia Promedio (mm)	Lluvia máxima (mm)
Enero	46.0	175.8
Febrero	32.8	144.5
Marzo	71.3	231.3
Abril	155.7	355.0
Mayo	411.1	633.7
Junio	389.4	636.6
Julio	322.3	579.3
Agosto	422.8	656.3
Septiembre	481.0	817.7
Octubre	535.1	1071.8
Noviembre	353.6	737.8
Diciembre	103.5	281.8
Promedio Anual	277.1	6366.8 total anual

Fuente: Tabla elaborada por el consultor, con datos de la estación Cermeño.

Figura No. 5. Histórico de Lluvias.



Fuente: Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá, con datos de estación Cermeño.



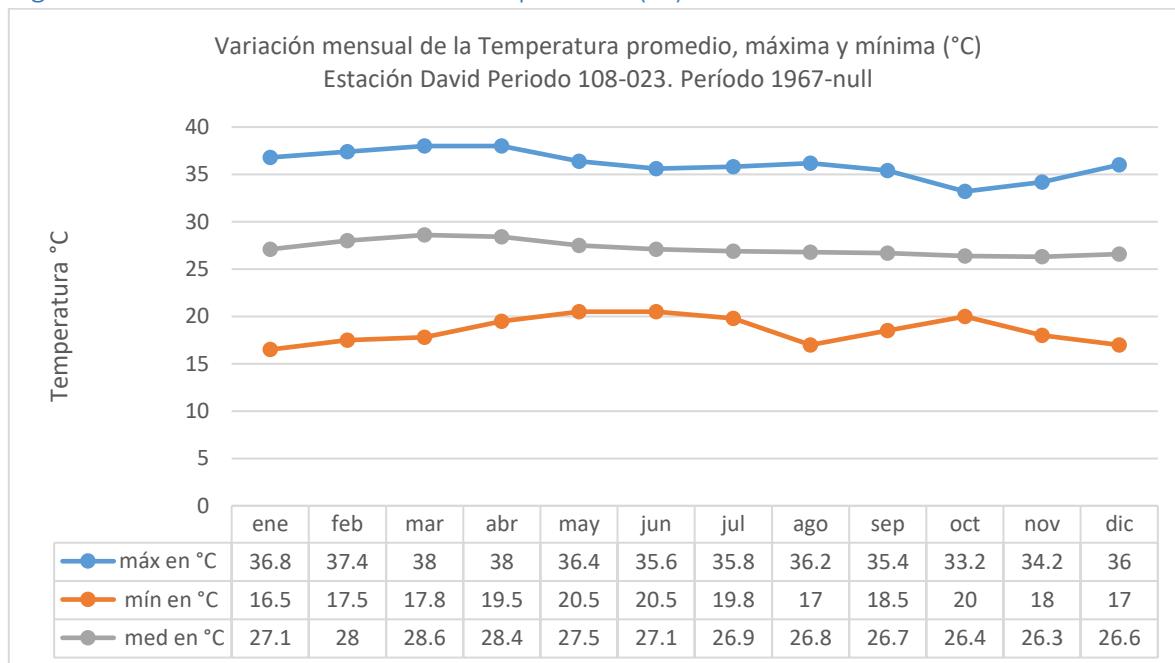
Fuente: Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá, con datos de estación Dolega (Pueblo Nuevo).

11.3.2. Temperatura Mensual.

Las temperaturas en las zonas tropicales y por consiguiente en el área de estudio, se caracterizan por su baja variabilidad a lo largo del año (menor de 0.5 °C). En el caso particular de la estación David la variabilidad de la temperatura a lo largo del año es de 2.1 °C, es decir la diferencia de temperatura entre el mes más cálido marzo (28.4 °C) y el menos cálido noviembre (26.3 °C). La variación espacial de la temperatura depende fundamentalmente de la elevación. De acuerdo a la estación David, ubicada a una elevación de 27 msnm, la temperatura media es de 27.2 °C.

En la Figura 6 se muestra la variación a lo largo del año de las temperaturas promedio, máxima y mínima y se presenta un resumen mensual de los valores normales de temperaturas medias, máximas y mínimas registradas en la estación David. Se observa que en los meses más secos (febrero y marzo) la variación entre las mínimas temperaturas y las máximas, en promedio, es aproximadamente 17.5 °C, y 17.8 °C. En el período húmedo (septiembre y octubre), el promedio de los valores normales de temperatura mínima es 18.5 °C y de las máximas, 35.4 °C.

Figura No. 6. Variación mensual de Temperatura (°C).



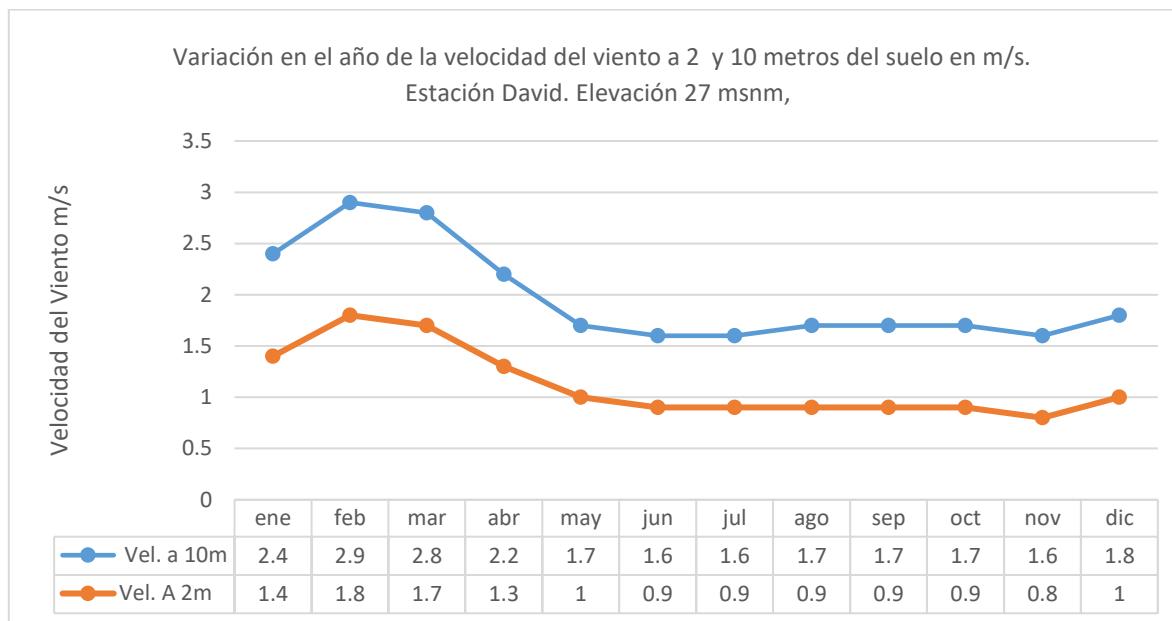
Fuente: Variación mensual de la temperatura promedio, máxima y mínima. Estación David.

11.3.3. Viento.

En nuestro país influyen tres tipos de viento a escala sinóptica, a saber: los vientos alisios, los Oeste Sinópticos, y los Oeste Ecuatoriales. Tomando en consideración la estación meteorológica de David la más cercana al sitio del proyecto con registro de viento, de 2 y 10 metros de altura de la superficie del suelo, podemos inferir que durante el período seco (febrero y marzo) los alisios son los vientos que predominan en la región de estudio, penetrando con dirección del Norte a una velocidad promedio de 2.8 m/s en los meses de marzo y abril de 10 metros de altura y una velocidad promedio de 1.7 m/s en los meses de marzo y abril de 2 metros de altura.

A continuación, se muestran la velocidad del viento en los meses lluviosos de aproximadamente 1.7 m/s, a 10 metros de la superficie del suelo y de 0.9 m/s, a 2 metros de la superficie del suelo.

Figura No. 7. Variación mensual del Viento.



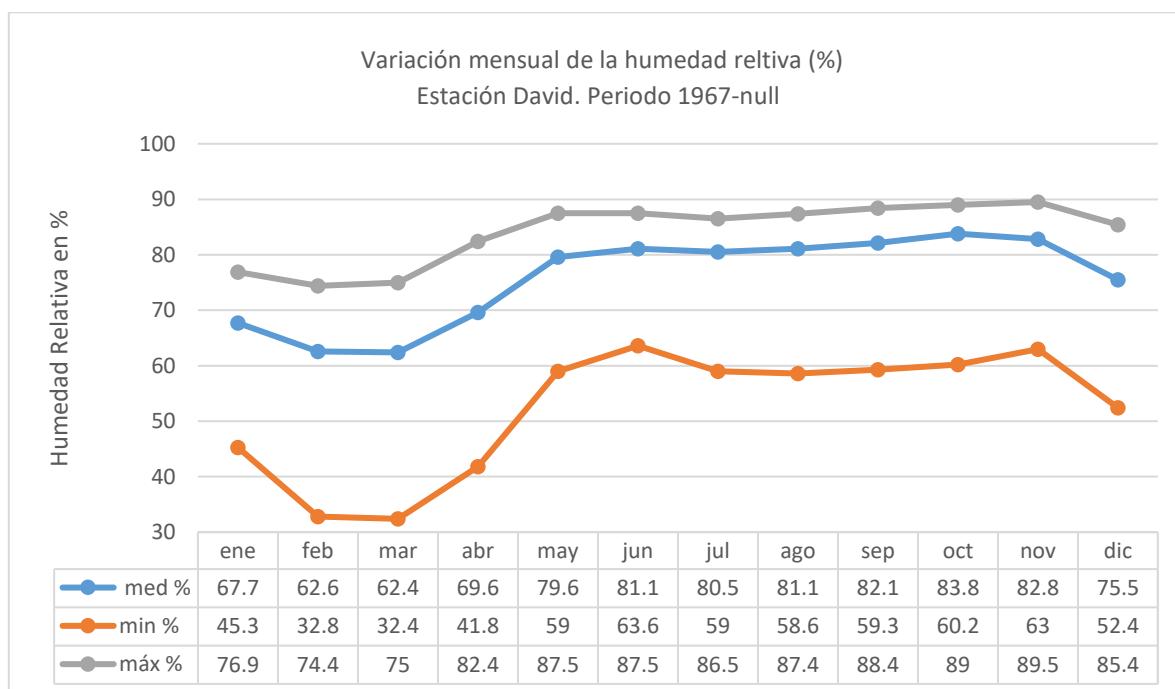
Fuente: Variación en el año de la velocidad del viento. Estación David.

11.3.4. Humedad Relativa.

La humedad relativa es una forma de medir el contenido de humedad del aire, y de esta manera es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. La humedad relativa varía proporcionalmente con el régimen de lluvia.

En la estación David, los meses secos registran los menores valores de humedad relativa. El promedio anual de la humedad relativa es de 75.7 %. En la Figura 8 se presentan los valores promedios mensuales de humedad relativa registrada en la estación David. Se observa que los valores mínimos de humedad relativa ocurren en la estación seca con un promedio de 32.4 %. Al inicio de la estación lluviosa, la humedad relativa se va incrementando hasta llegar a un máximo, en noviembre, de 89.5 %.

Figura No. 8. Variación mensual de la humedad relativa.



Fuente: Variación mensual de humedad relativa. Estación David.

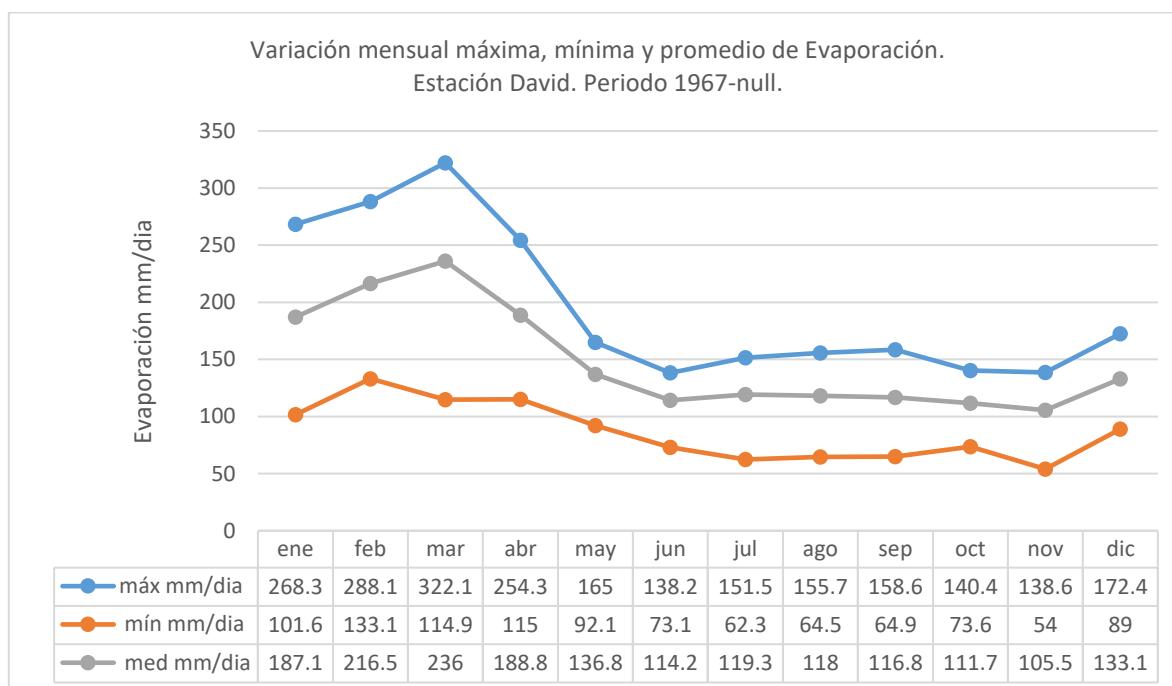
Una vez que la estación lluviosa está establecida, la humedad relativa experimenta poca variación con valores medios mensuales entre 59 % y 63 %.

11.3.5. Evaporación.

La estación meteorológica de David es la más próxima dentro de la cuenca de río Chiriquí con registros de evaporación. Se viene recopilando información desde junio de 1967. La Dirección de Hidro meteorología utiliza tanque evaporímetro tipo A estándar.

En la Figura 9 se presenta el valor mensual normal de la evaporación diaria en milímetros registrada (máx., mín. y promedio) y se puede apreciar la variación a lo largo del año de la evaporación promedio máxima y mínima.

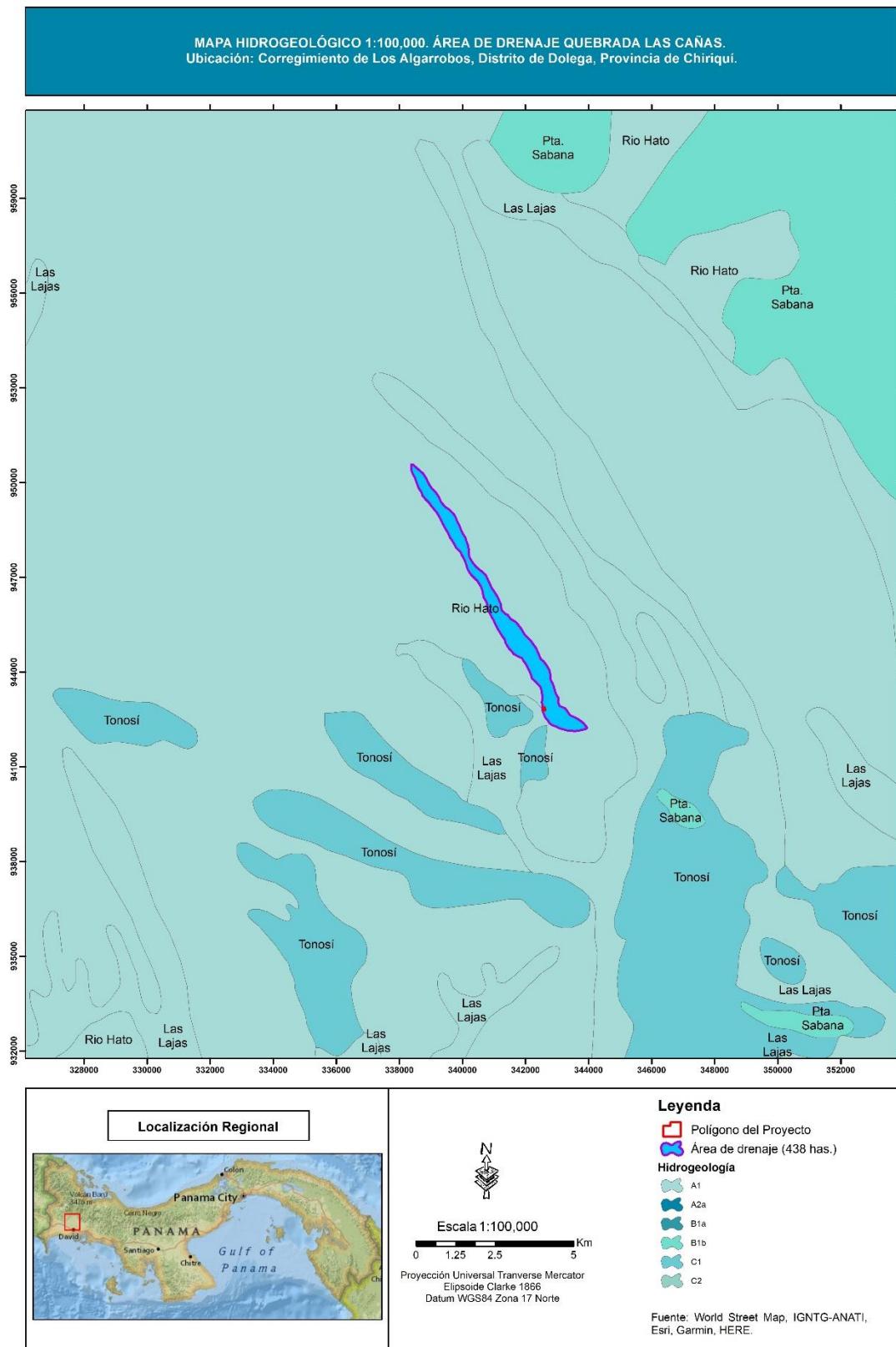
Figura No. 9. Variación mensual de evaporación.



Fuente: Variación mensual de la evaporación en mm/día. Estación David.

De acuerdo a la tabla anterior la evaporación potencial anual es aproximadamente 1783.8 mm que corresponde al promedio diario en el año, que es 4.8 mm, multiplicado por los 365 días del año.

Mapa 8. Hidrogeología.



12. HIDROGEOLOGÍA.

Según el mapa de hidrogeología los acuíferos que se encuentran en la zona son: conformada por conglomerados, areniscas, lutitas, tobas, areniscas poco consolidadas y pómex. Acuíferos de extensión variable, libres o confinados, constituidos por sedimentos clásticos, consolidados, poco consolidados y depósitos costeros. La calidad de las aguas subterráneas es generalmente buena, aunque es posible captar aguas salobres en ciertas áreas cerca de la costa. Permeabilidad variable:

- Acuíferos moderadamente productivos ($Q= 3 - 10 \text{ m}^3/\text{h}$).
- Formaciones geológicas: Rio Hato (QR-Aha).
- Acuíferos locales (A1) Acuíferos de extensión regional limitada constituidos por aluviones, sedimentos marinos no consolidados y deposiciones tipo delta de granulometría variables en los cuales predominan secciones arenosas, limosas y arcillosas.

13. GEOMORFOLOGÍA DE LA QUEBRADA LAS CAÑAS.

La caracterización morfométrica de la microcuenca hidrográfica para la quebrada sin nombre, es una de las herramientas más importantes en el análisis hídrico, y tiene como propósito determinar índices y parámetros que permiten conocer la respuesta hidrológica en esta unidad de análisis espacial (cuenca). Esta herramienta tiene gran aplicabilidad en el análisis de los diversos componentes de una cuenca hidrográfica, analizada como un sistema, y su relación con eventos hidroclimatológicos de condiciones regulares y extremas. El objetivo principal de la Guía Básica para la Caracterización Morfométrica de Cuencas Hidrográficas es dar a conocer de forma clara el cálculo de las características morfométricas más importantes en el estudio hidrológico de cuencas, así como la interpretación de los resultados obtenidos. Para cumplir lo anterior, se realizó el análisis de

las características morfométricas de una cuenca modelo (microcuenca quebrada Las Cañas) ubicada en el distrito de Dolega, Provincia de Chiriquí.

14. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA.

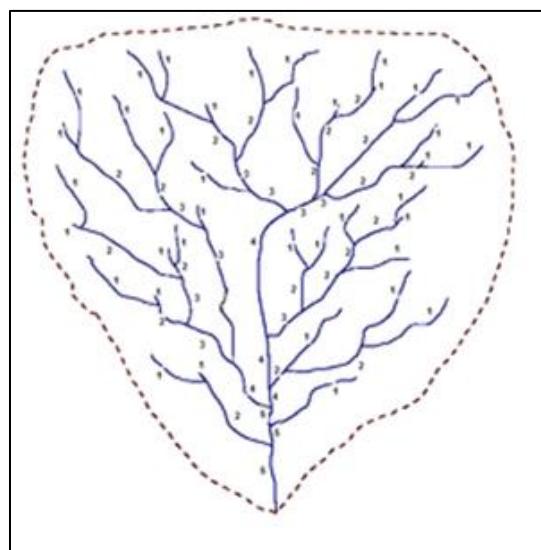
14.1. Área de drenaje de la cuenca.

Es la proyección horizontal del área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. El sitio que recoge toda la escorrentía que se produce en una cuenca hidrográfica se denomina punto de concentración o punto de cierre de la cuenca.

La delimitación de una cuenca hidrográfica se realiza a partir de restituciones cartográficas y fotogramétricas como:

- a) La divisoria de aguas pasa por los puntos más altos de las cordilleras cruzando los valles que estas delimitan.
- b) Su delimitación comienza en el punto de concentración y se continúa a cada lado de este punto con líneas siempre perpendiculares a las curvas de nivel.
- c) La divisoria de aguas nunca debe interceptar los cauces naturales.

Figura No. 10. Ilustración de un área de drenaje típica.



Fuente: Morfometría de la cuenca (Horton R. E., 1945).

14.2. Perímetro de la cuenca.

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea divisoria de la cuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P.

Cuenca	Perímetro (km)
Quebrada Las Cañas	21.24

Si bien el perímetro es una medida o parámetro que no indica nada por sí solo, se convierte en un insumo fundamental para el cálculo de los parámetros de forma de la cuenca.

14.3. Área de la cuenca.

Se define como el total de la superficie proyectada sobre un plano horizontal, que contribuye con el flujo superficial a un segmento de cauce de orden dado, incluyendo todos los tributarios de orden menor (Londoño Arango, 2001). Es el espacio delimitado por la curva del perímetro.

Cuenca	Área de la cuenca (km ²)	Unidad hidrográfica
Quebrada Las Cañas	4.38	Microcuenca (pequeña)

Figura No. 11. Unidad hidrográficas y rangos de cuencas.

Tabla 3.1 Unidades hidrográficas y rangos

Unidad hidrográfica	Área (km ²)	Nº de orden del río
Microcuenca (pequeña)	10 - 100	1º, 2º ó 3º
Subcuenca (medianas)	100 - 700	4º ó 5º
Cuenca (grande)	700 - 6000	6º a más

Fuente: DSMC-DGASI / Lima, 1983 – Metodología de Priorización de Cuencas.

14.4. Ancho de la cuenca.

Es la relación entre el área de drenaje de la cuenca y la longitud de la misma.

Cuenca	Ancho de la cuenca (km)
Quebrada Las Cañas	0.40

14.5. Longitud recta de la cuenca.

Es la longitud de una línea recta con dirección paralela al cauce principal.

Cuenca	Longitud recta de la cuenca (km)
Quebrada Las Cañas	11.05

15. PARÁMETROS DE FORMA DE LA CUENCA.

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tiene las cuencas hidrográficas.

Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente.

15.1. Índice de compacidad o índice de Gravelius.

Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

$$Kc = \frac{P_{\text{cuenca}}}{2\pi \left(\frac{A_{\text{cuenca}}}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Dónde:

P: perímetro de la cuenca (km)

A: área de la cuenca (km^2)

El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuerte volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano se a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo se Kc mayor será la concentración de agua.

Tabla 4. Índice de compacidad para la evaluación de forma.

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1 a 1,25	Forma casi redonda a oval redonda
Kc2	1,25 a 1,5	Forma ova redonda- oval oblonga
Kc3	1,5-1,75	Forma oval-oblonga a rectangular- oblonga
Kc4	Mayor 1.75	Casi rectangular (alargada).

15.2. Índice de Gravelius de la cuenca.

P: perímetro de la cuenca 21.24 (km)

A: área de la cuenca 4.38 (km²)

$$Kc = \frac{21.24 \text{ km}}{2\pi(\frac{4.38 \text{ km}^2}{\pi})^{\frac{1}{2}}}$$

$$Kc = 2.86$$

Cuenca	Índice de Gravelius	Clasificación
Quebrada Las Cañas	2.86	Casi rectangular (alargada).

15.3. Factor de Forma (Kf).

Índice propuesto por Gravelius. Es la relación entre el área (A) de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños.

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

L: largo del cauce principal (km)

A: área de la cuenca (km^2)

Tabla 6. Clasificación del factor de forma.

Kf	Característica
≤ 0.22	Muy alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
0.22 a 0.30	Alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada, baja susceptibilidad a las avenidas
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada, baja susceptibilidad a las avenidas
0.60 a 0.80	Ensanchada, media susceptibilidad a las avenidas
0.80 a 1.20	Muy ensanchada, tendencia a ocurrencia de avenidas
≥ 1.20	Rodeando el desagüe, tendencia a ocurrencia de avenidas

15.4. Factor de forma cuenca.

L: largo del cauce principal 11.05 (km)

A: área de la cuenca $4.38 (\text{km}^2)$

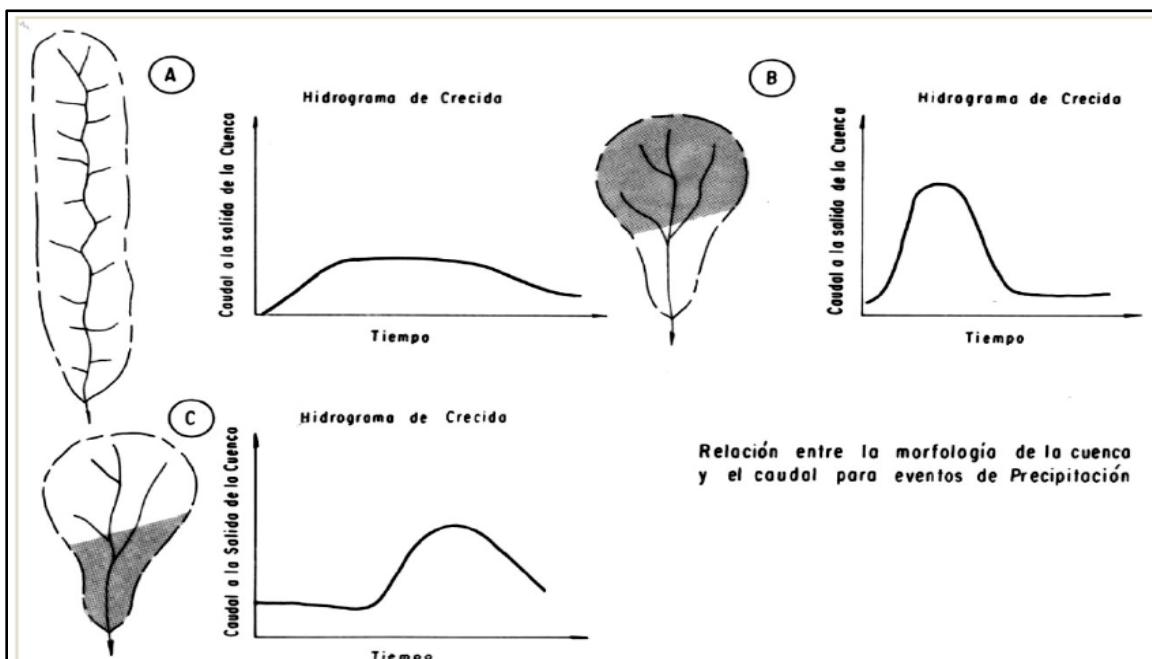
$$Kf = \frac{4.38 \text{ km}^2}{(11.05 \text{ km})^2}$$

$$Kf = 0.0359$$

Cuenca	Factor de forma	Clasificación
Quebrada Las Cañas	0.0359	Muy alargada, baja susceptibilidad a las avenidas.

El factor de forma de la microcuenca Quebrada Las Cañas es de 0.0359, el cual está indicando que la cuenca no tiende a ser circular sino alargada; por lo tanto, no es propensa a presentar crecidas súbitas cuando se presentan lluvias intensas simultáneamente en toda o en gran parte de su superficie.

Figura No. 12. Relación entre la forma de algunas cuencas y el caudal pico para eventos máximos de precipitación.



Fuente: Morfometría de la cuenca Río San Pedro, Concho, Chihuahua en Base a Bell (1999).

15.5. Índice de alargamiento.

Relaciona la longitud del cauce encontrada en la cuenca, medida en el sentido principal, y el ancho máximo de ella. Este define si la cuenca es alargada, cuando su valor es mucho mayor a la unidad, o si es muy achatada, cuando son valores menores a la unidad

$$Ia = \frac{L}{An}$$

Donde:

L: longitud del cauce de la cuenca

An: ancho de la cuenca.

Tabla 7. Clasificación de Índice de alargamiento

<i>Ia</i>	Característica
<i>Ia</i> mayor a 1	Cuenca alargada
<i>Ia</i> menor a 1	Cuenca achataada y por lo tanto el cauce principal es corto

15.6. Índice de alargamiento cuenca.

L: longitud del cauce de la cuenca 11.05 km

An: ancho de la cuenca 0.40 km

$$Ia = \frac{11.05 \text{ km}}{0.40 \text{ km}} = 1.83$$

Cuenca	Índice de alargamiento	Clasificación
Quebrada Las Cañas	27.62	Cuenca alargada

El índice de alargamiento de la microcuenca de Quebrada Las Cañas es de 27.62, relación que indica que la cuenca posee un sistema de drenaje que se asemeja a una espiga, denotando un alto grado de evolución de sistema en capacidad de absorber mejor una alta precipitación sin generar una crecida de grandes proporciones.

16. CARACTERÍSTICA DE RELIEVE DE LA CUENCA.

Son de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; con carácter general se puede decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores.

16.1. Pendiente media de la cuenca.

La pendiente es la variación de la inclinación de una cuenca; su determinación es importante para definir el comportamiento de la cuenca respecto al desplazamiento de las capas de suelo (erosión o sedimentación), puesto que, en zonas de altas pendientes, se presentan con mayor frecuencia los problemas de erosión mientras que en regiones planas

aparecen principalmente problemas de drenaje y sedimentación. La pendiente media de la cuenca se estima con base en un plano topográfico que contenga las curvas de nivel o en el modelo de elevación digital.

De acuerdo con el uso del suelo y la red de drenaje, la pendiente influye en el comportamiento de la cuenca afectando directamente el escurrimiento de las aguas lluvias; esto es, en la magnitud y en el tiempo de formación de una creciente en el cauce principal. En cuencas de pendientes fuertes existe la tendencia a la generación de crecientes en los ríos en tiempos relativamente cortos; estas cuencas se conocen como torrenciales, igual que los ríos que la drenan.

Tabla 8. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente.

Pendiente media (%)	Tipo de relieve
0-3	Plano
3-7	Suave
7-12	Medianamente accidentado
12-20	Accidentado
20-35	Fuertemente accidentado
35-50	Muy fuertemente accidentado
50-75	Escarpado
Mayor a 75	Muy escarpado

La pendiente media de la microcuenca de la Quebrada Las Cañas se calculó en base, con el modelo de elevación digital del área de drenaje de la cuenca, por medio del análisis del sistema de información geográfica ARCGIS.

Cuenca	Pendiente media (%)	Clasificación
Quebrada Las Cañas	5.46	Suave.

Mapa 9. Mapa Relieve de la cuenca.

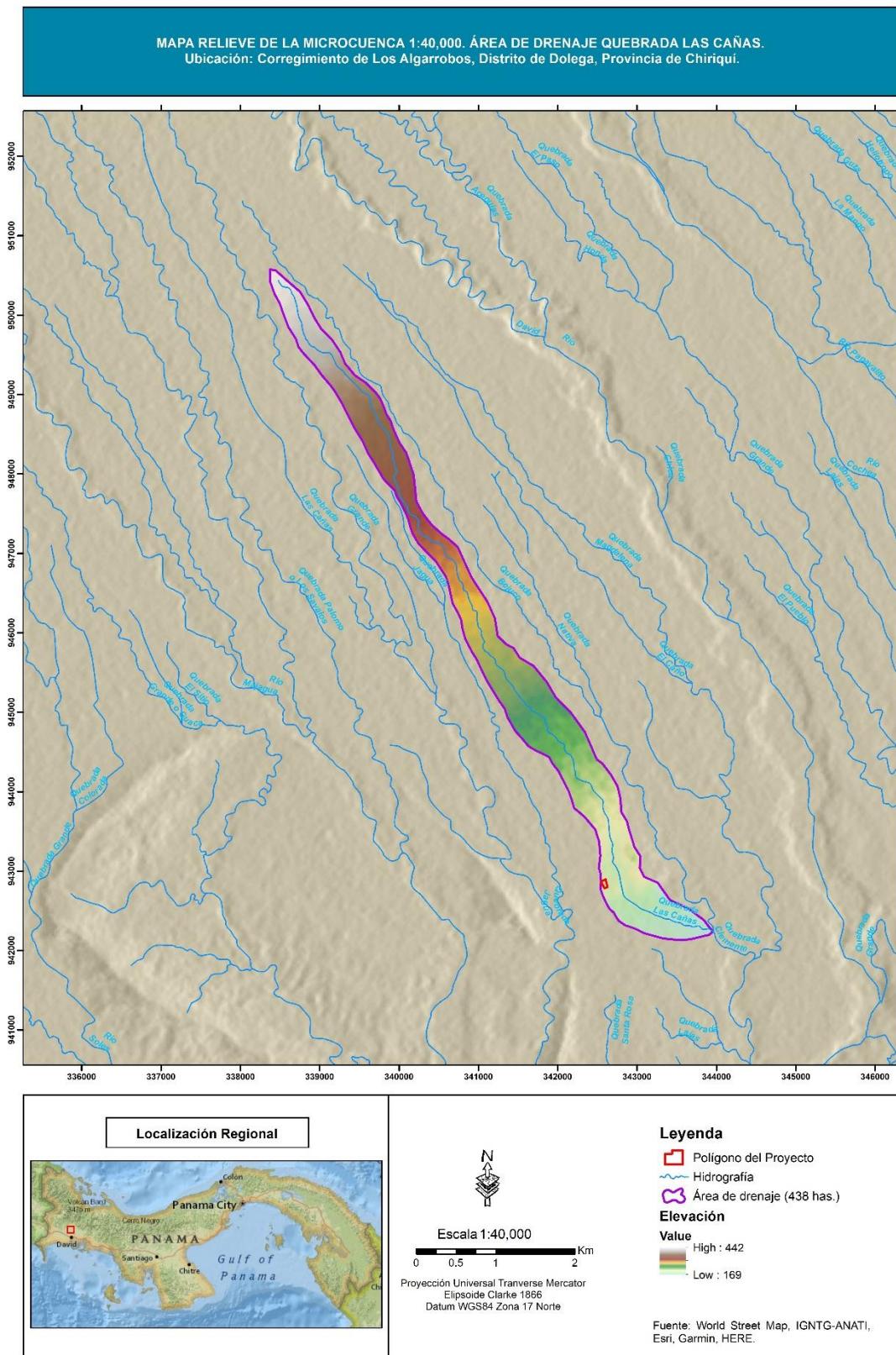


Tabla 9. Parámetros fisiográficos de la Quebrada Las Cañas.

PARÁMETROS FISIOGRÁFICOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA			
Parámetros de forma de la cuenca	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	Cuenca Hidrográfica
	Área total de la cuenca	km ²	4.3800
	Perímetro de la cuenca	km	21.24
	Longitud de río principal	km	11.05
	Centroides	Este X	341297.72
		Norte Y	945750.86
	Ancho promedio de la cuenca	km	0.40
	Coeficiente de compacidad	-	2.86
	Factor de forma	-	0.0359
	Radio de Circularidad	km	0.1220
	Pendiente media de la Cuenca	%	5.46

Fuente: Tabla elaborado por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

16.2. Curva Hipsométrica.

Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región lo que genera la base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas.

Los datos de elevación son significativos, sobre todo para considerar la acción de la altitud en el comportamiento de la temperatura y la precipitación. La curva hipsométrica refleja con precisión el comportamiento global de la altitud de la cuenca y la dinámica del ciclo de erosión. Es la representación gráfica del relieve de la cuenca en función de las superficies correspondiente (Díaz et al., 1999).

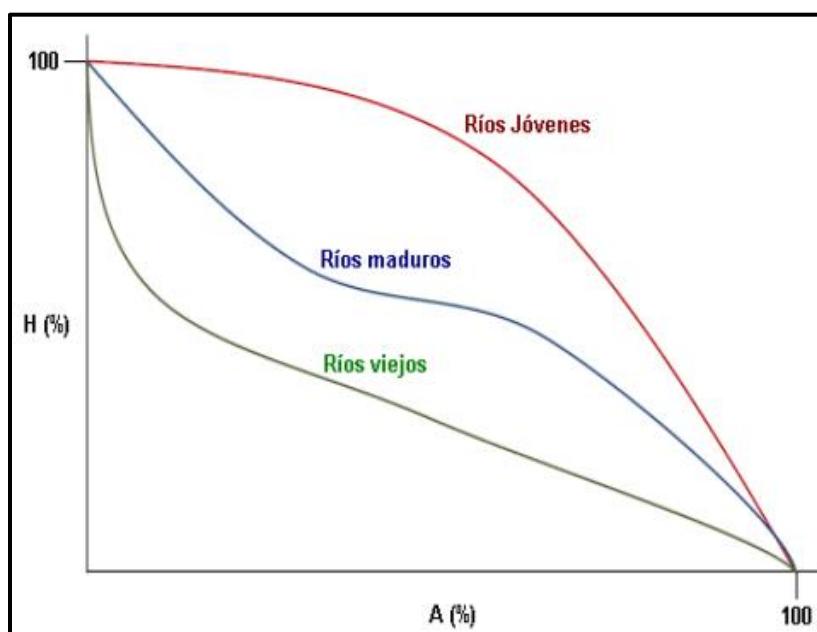
Para construir la curva se lleva a escalas convenientes la elevación dada en las ordenadas y la superficie de la cuenca en las abscisas, para la cual cada punto tiene cota al menos igual a esa altitud. Esta última se obtiene calculando la superficie correspondiente al área definida en la cuenca entre curva de nivel cuya cota se ha definido en las ordenadas y los

límites de la cuenca por encima de la citada cota, verificándose esta operación para todos los intervalos seleccionados en las ordenadas.

Se denomina elevación mediana de una cuenca hidrográfica aquella que determina la cota de la curva de nivel que divide la cuenca en dos zonas de igual área; es decir, la elevación correspondiente al 50 % del área total.

Las curvas hipsométricas también han sido asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas.

Figura No. 13. Clasificación de los ríos de acuerdo a la curva hipsométrica.



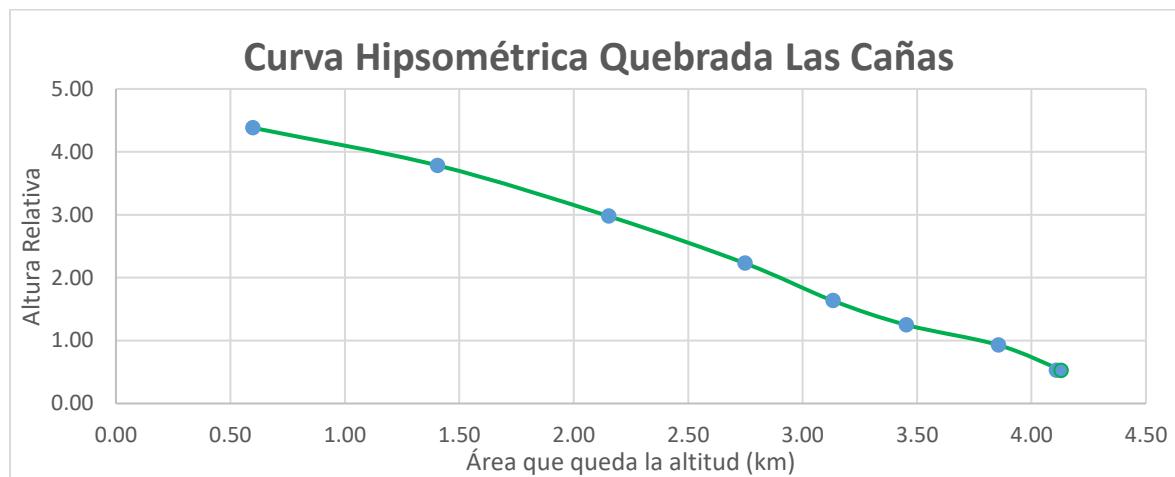
Fuente: Morfometría de la cuenca Río San Pedro, Concho, Chihuahua en Base a Bell (1999).

16.3. Curva hipsométrica de la cuenca.

Se presenta la clasificación del río de acuerdo a los resultados obtenidos de la curva hipsométrica para la cuenca de la Quebrada Las Cañas, de la cual se obtuvo, según la curva mencionada, que es un río joven. (Ver gráfica 1. Curva hipsométrica)

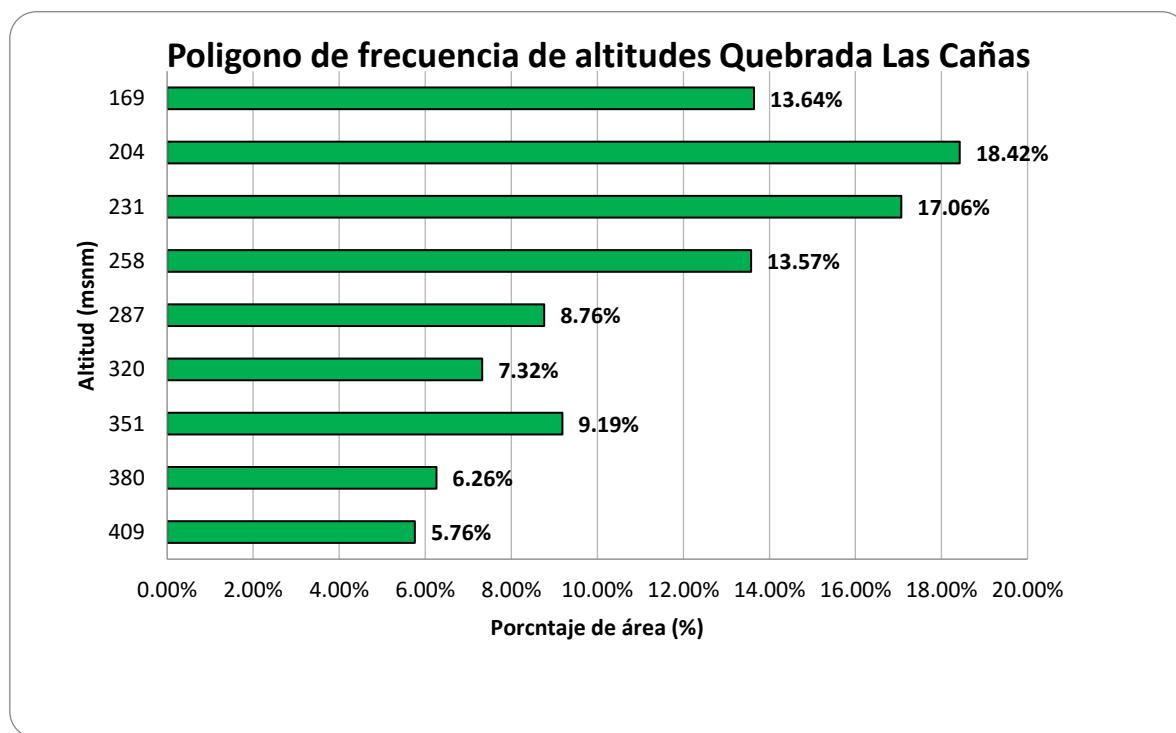
Cuenca	Clasificación
Quebrada Las Cañas	Río joven, refleja una cuenca con gran potencial erosivo.

Figura No. 14. Curva Hipsométrica de la cuenca.



Fuente: Grafica elaborada por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

Figura No. 15. Polígono de frecuencias de altitudes de la cuenca.



Fuente: Grafica elaborado por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

Tabla 10. Curvas de nivel de la cuenca.

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UNA CUENCA									
CUADRO DE ÁREAS ENTRE CURVAS DE NIVEL									
Nº	COTA (msnm)			Área (km2)					Ci*Ai
	Mínima	Máxima	Promedio "Ci"	Área Parcial (km ²) "Ai"	Área Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie (km ²)	Porcentaje de área entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.	
1	169	203	186.0	0.5978125	0.60	4.38	13.64%	100.0	111.19
2	204	230	217.0	0.80734375	1.41	3.78	18.42%	86.4	175.19
3	231	257	244.0	0.7478125	2.15	2.98	17.06%	67.9	182.47
4	258	286	272.0	0.59484375	2.75	2.23	13.57%	50.9	161.80
5	287	319	303.0	0.3840625	3.13	1.63	8.76%	37.3	116.37
6	320	350	335.0	0.3209375	3.45	1.25	7.32%	28.5	107.51
7	351	379	365.0	0.40265625	3.86	0.93	9.19%	21.2	146.97
8	380	408	394.0	0.274375	4.13	0.53	6.26%	12.0	108.10
9	409	442	425.5	0.25234375	4.11	0.53	5.76%	12.0	107.37
				4.3822			100%		1216.98

ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA (m.s.n.m.)	277.85
---------------------------------------	--------

Fuente: Tabla elaborado por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

17. CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA DE DRENAJE

17.1. Longitud del cauce (L).

Es la longitud del cauce principal, medida desde el punto de concentración hasta el tramo de mayor longitud del mismo.

Igualmente, los tiempos promedios de subida y las duraciones promedias totales de las crecientes torrenciales tendrán siempre una evidente relación con la longitud de los cauces. Una longitud mayor supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y como consecuencia de esto, mayor atenuación de las mismas, por lo que los tiempos de subida y las duraciones totales de éstas serán evidentemente mayores.

Como se denota en la siguiente tabla la longitud del cauce de la Quebrada Las Cañas es de 0.88 Km desde su nacimiento hasta el sitio de desfogue con la quebrada Clemente.

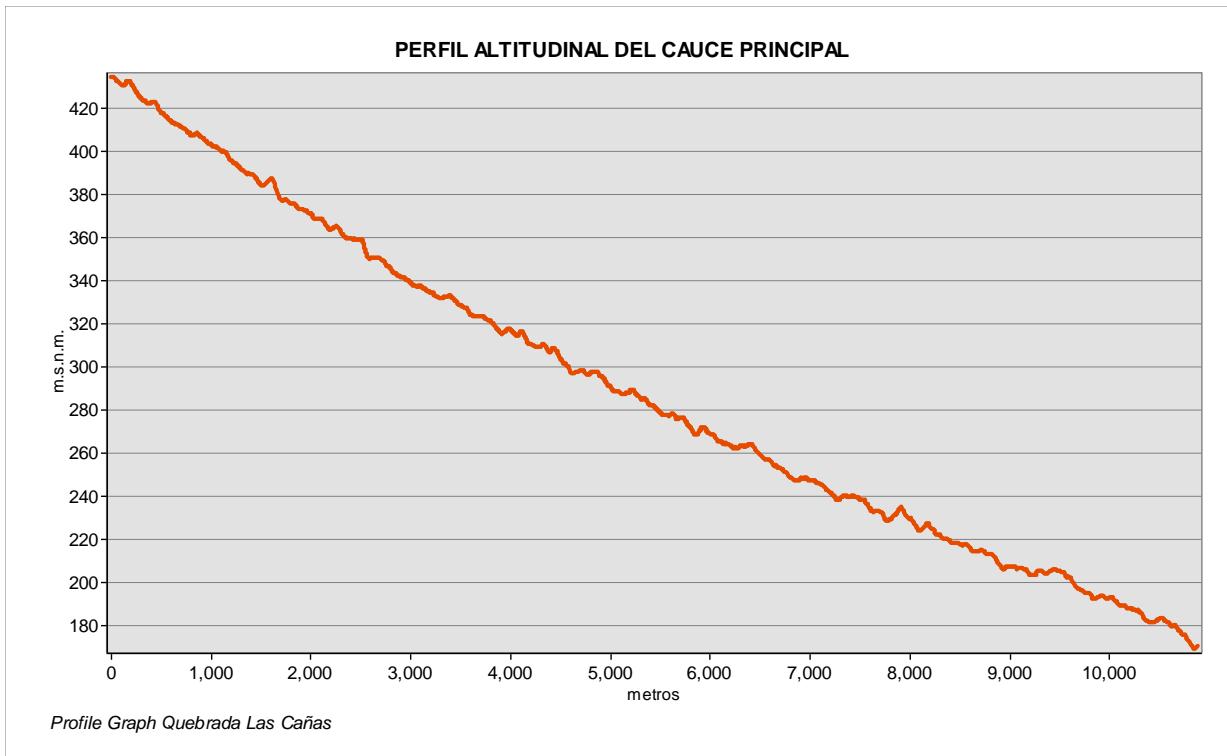
Cuenca	Longitud (km)
Quebrada Las Cañas	11.05

17.2. Perfil del cauce.

El perfil longitudinal de un río es muy característico. La línea que dibuja la quebrada desde su nacimiento hasta el sitio de estudio se representa gráficamente como una curva cuya forma ideal es la de una curva exponencial cóncava hacia arriba, en la cabecera, y a la altura del nivel de base, en la desembocadura.

La profundidad y anchura del lecho aumentan aguas abajo, en la medida que disminuye la pendiente. Esto es debido a que aguas abajo aumenta el caudal y disminuye la velocidad, por lo que la carga material transportada cambia de gruesa a fina.

Figura No. 16. Perfil Longitudinal del cauce.



Fuente: Grafica elaborado por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

Tabla 11. Parámetros red hidrográfica de una cuenca.

PARÁMETROS RED HIDROGRÁFICA DE UNA CUENCA				
Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca	PARÁMETROS		UNIDAD DE MEDIDA	Cuenca Hidrográfica
	Tipo de corriente		-	
	Orden 1	-		1
	Orden 2	-		
	Orden 3	-		
	Orden 4	-		
	Orden 5	-		
	Orden 6	-		
	Nº Total de ríos	-		1
	Grado de ramificación	-		2
	Frecuencia de densidad de los ríos (Dr)	ríos/km2	0.2283	
	Cotas del cauce principal	Altitud máxima (Hmax)	msnm	439
		Altitud mínima (Hmin)	msnm	160
Pendiente media del río principal (Sm)		m/m	0.025	
Altura media del río principal (H)		msnm	139.5	
Tiempo de concentración (Tc)		horas	1.7394	

Fuente: Cuadro elaborado por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2024.

17.3. Cota de nacimiento (m.s.n.m.)

Se muestra la cota del punto más elevado de la corriente principal. Unidad de medida metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

Cuenca	Cota de nacimiento (m.s.n.m.)
Quebrada Las Cañas	439

17.4. Cota en la confluencia con el sitio de estudio (m.s.n.m.)

Se presenta la cota del punto más bajo de la cuenca, usualmente, el punto de salida de la cuenca o en el sitio de estudio.

Cuenca	Cota en el sitio de estudio (m.s.n.m.)
Quebrada Las Cañas	160

17.5. Pendiente media del cauce.

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo.

$$Pm = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} * 100$$

$$Pm = \frac{439\text{ m} - 160\text{ m}}{11050\text{ m}} = 0.025 * 100$$

$$Pm = 2.5\%$$

Dónde:

Pm: pendiente media

Hmax: cota máxima

Hmin: cota mínima

L: longitud del cauce

Cuenca	Pendiente media de los cauces (%)
Quebrada Las Cañas	2.5

17.6. Tiempo de concentración de la cuenca

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca.

Método	Tc cuenca Río Quebrada Las Cañas
kirpich	1.7394 horas = 104.36 minutos

Donde:

T_C = Tiempo de concentración (min).
 L = Longitud del curso principal (m).
 S = Pendiente media del curso principal (m/m).

$$T_C = 0.0195 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

18. DETERMINACIÓN DE CAUDAL.

18.1. Método de Trasposición de caudales.

Debido a que se cuenta con pocas estaciones hidrométricas sobre los ríos de la cuenca hidrográfica hasta el sitio de proyecto que se estudia, con datos históricos de caudales máximos diarios, mensuales y anuales, se procede a calcular los caudales máximo y promedios, mediante la transposición de caudales esta es una relación proporcional empírica de área mediante regla de tres el cual no se estime que tenga mucha variación ya que son microcuenca de la misma zona.

$$Q_{SP} = Q_{EH} \times \left(A_{SP} / A_{EH} \right)$$

Donde:

Q_{SP} : Caudal en el sitio de proyecto, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Q_{EH} : Caudal en la estación hidrométrica, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

A_{SP} : Área cuenca hidrográfica hasta el sitio de análisis, en kilómetros cuadrados (km^2).

A_{EH} : Área cuenca hidrográfica hasta la estación hidrométrica, en kilómetros cuadrados (km^2).

Para nuestro caso se utilizaron los siguientes datos se utiliza el máximo histórico registrado de la estación hidrológica Río Majagual, para la cuenca 108 (Río Chiriquí).

$$Q_{SP} = 44.9 \text{ } m^3/s \text{ (4.38 } km^2 / 139 \text{ } km^2\text{)}$$

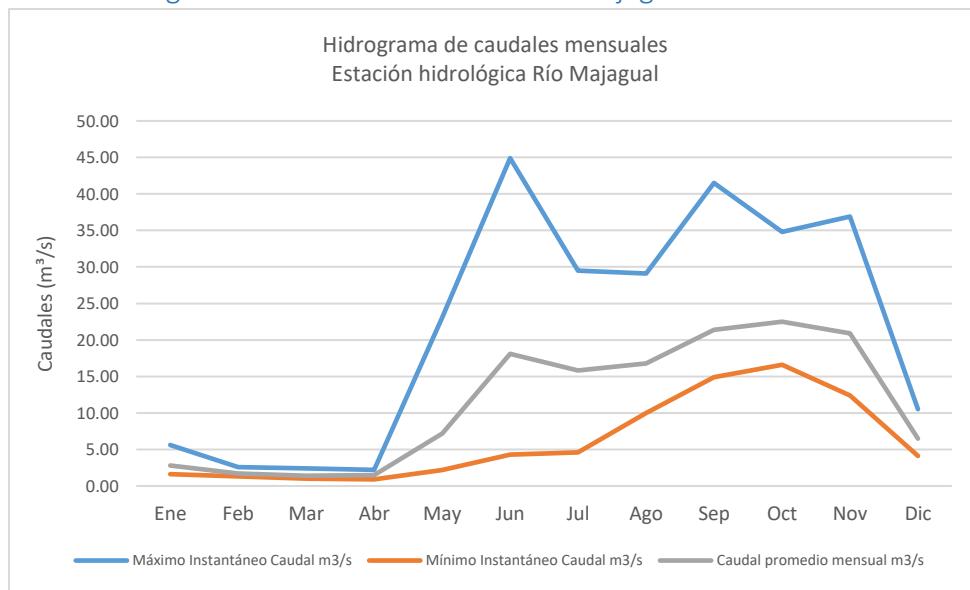
$$Q_{SP} = 1.41 \text{ } m^3/s$$

Tabla 12. Caudales promedio mensuales.

INSTITUTO DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE PANAMÁ				
ESTACIÓN RÍO MAJAGUA (Cuenca Río Chiriquí)				
Caudales en m ³ /s				
108-04-01		10 años de registro Área de drenaje: 139 km ² Elevación: 80 m		
Latitud 08° 26' 59" N Longitud 82° 25' 0" O		Elevación: 80 m		
Caudales extremos				
Mes	Máximo Instantáneo Caudal m ³ /s	Mínimo Instantáneo Caudal m ³ /s	Caudales promedios Mensuales	
Ene	5.60	1.60		
Feb	2.60	1.30		
Mar	2.40	1.00		
Abr	2.20	0.90		
May	23.10	2.20		
Jun	44.90	4.30		
Jul	29.50	4.60		
Ago	29.10	10.00		
Sep	41.50	14.90		
Oct	34.80	16.60		
Nov	36.90	12.40		
Dic	10.50	4.10		
Anual	21.93	6.158	Promedio	11.38

Fuente: IMHPA.

Figura No. 17. Hidrograma de caudales histórico río Majagual.



Fuente: Elaborado por el consultor.

De la tabla anterior se identifica un caudal máximo de 44.9 m³/s para un área de 139 km², que, al aplicar la transposición de caudales, se obtiene el caudal de 1.41 m³/s para el diseño como comportamiento normal de la Quebrada Las Cañas.

Tabla 13. Datos de la cuenca quebrada Las Cañas.

Área de drenaje	<i>Ad</i>	4.38 km ²
Caudal Max.	<i>Q</i>	1.41 m ³ /s
Punto más alejado	<i>Elev.</i>	439 m
Punto de interés	<i>Elev.</i>	160 m
Diferencia de elevación	ΔH	279 m
Pendiente	<i>S</i>	0.025 m/m

De la tabla anterior se presentan resumen de datos morfométricos y de caudal estimado por transposición de caudales de la micro cuenca quebrada Las Cañas.

19. CONCLUSIONES.

Se determinaron y definieron las características hidrográficas que interviene el área de estudio tales como la fuente hídrica, hidrometría; dentro de la hidrometría se realizó una descripción climática del sitio y una descripción geomorfológica.

Se hizo un análisis de la climatología del área objeto de estudio, determinando el comportamiento del clima; en particular del régimen de lluvias de la zona.

La demarcación del área de drenaje pluvial hasta sitio de intervención se dio de acuerdo a la topografía del sitio y el caudal de diseño se calculó mediante la trasposición de caudales máximos.

Producto de las evaluaciones técnicas hidrológicas y geomorfológicas analizadas en este estudio se considera que la Quebrada Las Cañas, no generan impactos ambientales significativos, que afecten la obras a desarrollarse sobre la huella del proyecto.

20. BIBLIOGRAFÍA.

- Ministerio de Ambiente (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá.
- Mapa hidrogeológico de Panamá. Publicado por la empresa de transmisión eléctrica (1999).
- IMHPA. Información meteorológica, operada por el Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá. (2023).
- Contraloría General de la República de Panamá. Datos de la dirección de estadística y censo de Panamá.
- Herramienta informática de sistema de información geográfica ARCGIS PRO.