

David, 05 de febrero de 2025

**Licenciado Ernesto Ponce C.
Director Regional
Ministerio de Ambiente – Chiriquí
E.S.D.**

Licenciado Ponce:

Por este medio, damos respuesta a solicitud de ampliación de información (Nota DRCH-AC-008-01-2025) referente a la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría I del proyecto “**PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PESCADO PROPIEDAD DE LAMASUR, S.A.**”,

Las respuestas a solicitud de información se presentan a continuación:

1. En el **Punto 2.2 página 11 del EsIA**, se indicó: “*las aguas residuales serán manejados a través de tanques sépticos*”. En el punto 4, página 18 del EsIA se señala que: El proyecto “**PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PESCADO PROPIEDAD DE LAMASUR. S.A.**” *consiste en la construcción de una galera de 300 metros cuadrados*”. En el punto 4.2.1., página 22 del EsIA, se menciona: “*El proyecto se ubica en el corregimiento de los Naranjos, distrito de Boquete, provincia de Chiriquí. Dentro de la propiedad definida como Folio Real N°30460874, con una superficie total de 7.29 ha, de esta superficie, se usarán 300 m²*”. En la página 31 del EsIA se describe: “*Se instalarán fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales de la planta (domésticas/planta procesadora), ya que el área no tiene sistema de alcantarillado*”. Por tal motivo, se solicita al promotor lo siguiente:
 - a. **Indicar**, si el sistema de tratamiento de aguas residuales estará dentro o fuera del polígono propuesto.
 - b. **Verificar e Indicar**, el área efectiva a impactar con el desarrollo del proyecto; de ser necesario presentar las coordenadas.

- c. **Indicar**, planes de manejo de agua residuales y posibles contaminantes derivados de calidad del agua y flujo, con mayor atención al río Caldera.
- d. **Indicar**, la distancia del sistema de tratamiento de aguas residuales, en referencia al río Caldera.
- e. **Presentar**, Informe de Percolación

RESPUESTA:

- a. El sistema de tratamiento de aguas residuales está fuera del polígono propuesto (300 m^2).
- b. El área efectiva a impactar con el desarrollo del proyecto es de 300 metros cuadrados para la planta de procesamiento de pescado y 214 metros cuadrados del sistema de tratamiento de las aguas residuales, en total, 514 metros cuadrados. Las coordenadas de ubicación del sistema de aguas residuales son las siguientes (UTM WGS84):
 - 337303 m E – 976847 m N
 - 337314 m E – 976848 m N
 - 337319 m E - 976832 m N
 - 337306 m E – 976829 m N
 - 337303 m E – 976847 m N

Ahora, presentamos las coordenadas donde se ubica la planta de procesamiento de pescado y del sistema de aguas residuales.

VÉRTICE	COORDENADA UTM WGS84	
	X (m E)	Y (m N)
PLANTA PROCESADORA DE PESCADO		
1	337296	976871
2	337314	976849
3	337308	976874
4	337303	976847

VÉRTICE	COORDENADA UTM WGS84	
	X (m E)	Y (m N)
5	337296	976871
SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES		
1	337303 m E	976847 m N
2	337314 m E	976848 m N
3	337319 m E	976832 m N
4	337306 m E	976829 m N
5	337303 m E	976847 m N

- c. El manejo de las aguas residuales es mediante filtración física. El manejo inicia dentro de la planta de procesamiento a través de cribas de tamiz curvo de 60 micras que removerá el particulado de las aguas residuales, éstas, por gravedad, permiten el paso del agua y retiene el particulado en un recipiente en la base de este, los desechos son dispuestos junto con los demás componentes orgánicos para su procesamiento en forma de hidrolizado de proteína que es un subproducto y no un desecho. De allí, el agua pasa fuera de la planta de procesamiento a una trampa de grasa donde es removida la fase lipídica que pudiese quedar siendo el principio de funcionamiento la división y flotación de estas partículas, finalmente el agua pasa a un lecho filtrante.

Con respecto al recirculado del agua, indicamos que, el agua de lavado de la línea de proceso cuenta con un sistema de recirculación, que toma el agua de un tanque de almacenamiento previo al lecho filtrante, y de allí pasa a un tambor rotatorio de 45 micras, a un tanque de 5000 litros, donde es ozonificada mediante proceso de nano burbujas de ozono, que es producido por un generador PSA y finalmente a un tanque de almacenaje mediante un sistema de desinfección UV que intercomunica las dos últimas unidades. Un sistema automático activa el llenado y vaciado de los dos tanques de almacenaje descritos anteriormente.

Por el tipo de tratamiento de las aguas residuales, no se prevé posibles contaminantes derivados de la calidad del agua y flujo, no hay descarga al Río Caldera. El sistema de tratamiento tendrá el mantenimiento oportuno, con una evaluación cada dos años para verificar el óptimo funcionamiento.

- d. La distancia del sistema de tratamiento de aguas residuales, en referencia al río Caldera es de 16 metros al borde del cauce.
 - e. En anexo, Informe de Percolación.
2. En la página 31 del EslA, **Agua Potable** se indica: "*durante /a/ase de operación el agua potable será suministrada por una fuente de agua natural dentro de la propiedad o en sus alrededores (ejemplo: quebrada, Río Caldera). Para el uso del agua de fuente natural es necesario la aprobación del Es/A para incorporar la resolución como requisito del trámite de Concesión permanente de Uso de Agua confines industriales*"; por lo que se considera necesario que el promotor debe:
- a. **Presentar**, coordenadas de ubicación del punto exacto de donde se obtendrá el agua tanto en la fase de construcción y operación.
 - b. **Indicar**, si se contempla algún método de almacenamiento de agua dentro del proyecto.
 - c. **Indicar**, el volumen de agua a utilizar en la operación de la planta y sus procesos.
 - d. **Indicar**, si se contempla algún proceso para la potabilización del agua.

RESPUESTA:

- a. A continuación, se presenta la coordenada UTM WGS84 337,267.65 m E – 977,040.49 m N que ubica del punto exacto de donde se obtendrá el agua tanto en la fase de construcción y operación. La derivación para la entrada a la planta de procesamiento de pescado se ubicará en la coordenada UTM WGS84 337,315 m E – 976,904 m N.

- b. Sí, se contempla el almacenamiento de agua dentro del proyecto. Un tanque de reserva ubicado en la Planta de Procesamiento, de tipo modular para mantener una reserva de hasta 5000 galones.
- c. El volumen de agua a utilizar en la operación de la planta y sus procesos es de 6,000 litros (1,585 galones), en recirculación.
- d. Sí, se contempla un proceso para la potabilización del agua, el cual debe cumplir con el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT- 21-2021.

Se adquirirá una máquina purificadora de agua con capacidad de 400 g.p.d. (galones por día) Marca: AQUAPRO Mod. AP800-DIR400. La planta purificadora consta de 6 etapas; este modelo incluye bomba de presión, recipiente de almacenamiento 9 a 10 litros; (3,2 G nominal). Con grifo cromado cuello de cisne. Etapa post-carbón en línea GAC, membrana de Ósmosis Inversa. Funciona con transformador: AC110V o AC220V.

Etapa 1: Filtro Polipropileno 5 μ Mod. PPS10-5. Filtro de sedimentos de alta capacidad para remover arena, polvo, residuos vegetales, materia orgánica y otras partículas en suspensión que enturbian el agua. Está hecho de 100% fibra de polipropileno de alta pureza, con 5m (micrones) de porosidad promedio.

Etapa 2: Filtro Carbón en bloque Mod. APC10-5. Este pre-filtro remueve el exceso de cloro, compuestos orgánicos e inorgánicos, pesticidas y químicos que en general afectan el sabor y olor del agua.

Etapa 3: Filtro Polipropileno 1 μ Mod. PPS10-1. Filtro de sedimentos hecho de 100% fibra de polipropileno de alta pureza, con 1m (micrón) de porosidad. Puede remover las partículas en suspensión más pequeñas que las otras etapas no retuvieron, lo que permite purificar mucho más el agua.

Etapa 4: Membrana de Ósmosis Inversa, Mod. MBAQ 400. Esta membrana semipermeable sintética enrollada en espiral, hecha en USA, tiene una capacidad de purificación de 0.0001 micrón. Altamente efectiva para remover un sinfín de contaminantes e impurezas como: bacterias, virus, metales, sales y diversas moléculas que pueden afectar la calidad del agua.

Etapa 5: Post-Filtro de carbón activado granular Mod AIC-2. Diseñado para mantener y garantizar el sabor del agua pura a la salida del sistema. Aprobado por la NSF.

Etapa 6: Filtro anti-escalante Mod AIH. La planta purificadora de agua AquaPro® Mod. AP-800 hace uso de la tecnología de ósmosis inversa utilizando la membrana Marca AQUAPRO que le proporcionará alrededor de 190 lts (con membrana de 50 GPD); 280 lts (con membrana de 75 GPD) o 375 lts (con membrana de 100 GPD) diario de agua purificada.

(GPD = Galón Por Día. 1 Galón =3,785 litros)

La ósmosis inversa es el método más conveniente y efectivo para purificar el agua y lo mejor es que no le añade ninguna sustancia química; después de recibir un pre-tratamiento pasa el agua por una membrana sintética semi-permeable con poros de 0.0001 micrón. Ningún otro sistema llega a este nivel de filtración

La bomba de diafragma silenciosa y de bajo consumo, en combinación con el recipiente de almacenamiento, certificado por la NSF, completamente hermético y presurizado; proporcionará un excelente flujo de agua cristalina para que pueda ser usada inmediatamente. Después de su instalación y puesta en marcha; se evitará largas esperas o el llenado gota a gota que es característico de los filtros convencionales.

3. En la página 42 del EsIA, en el punto **5.6.2 Estudio Hidrológico**, se indica: “*No se hizo un Estudio Hidrológico del río Caldera porque las actividades del proyecto no afectarán el cauce del río*”, sin embargo, considerando las recomendaciones de la Sección de Seguridad Hídrica, mediante Informe Técnico No. 046-2024, se solicita:
 - a. **Presentar**, el Estudio Hidrológico que contenga:
 - i. Análisis del caudal disponible en la cuenca y su relación con la demanda del proyecto.

- ii. Evaluación de los posibles impactos sobre el río Caldera, especialmente en términos de calidad de agua y flujo.

RESPUESTA:

- a. En anexo, el estudio hidrológico que contiene el análisis del caudal disponible en la cuenca y aforo instantáneo. El estudio hidrológico concluye que el río Caldera mide aproximadamente 30.4 kilómetros desde su nacimiento hasta las proximidades con la finca #30460874, es decir, el sitio del proyecto; mantiene un caudal promedio multianual de 1.7 m³/s, teniendo un promedio 1.8 m³/s en época lluviosa y 1.5 m³/s en época seca. La recurrencia probable de caudales promedios en época seca y lluviosa con un 90% de probabilidad y un periodo de retorno de 1.1 años es de 0.63 y 1.05 m³/s respectivamente hasta el sitio de estudio.

El proyecto demanda para la planta de procesamiento de pescado 3.30 galones por minuto para operar 8 horas por día. Este caudal de 3.38 galones por minutos será derivada de la actual actividad de cría de truchas cuya toma de agua es del río Caldera en la coordenada ya descrita en el punto anterior (respuesta a la pregunta 2 – a); lo que indica que el río Caldera tiene suficiente caudal para otorgar al proyecto y mantener a los otros usuarios y a la vida ecológica (silvestre), ha consideración de la autoridad.

Sobre el río Caldera no se prevé impactos en términos de calidad de agua, ya que el proyecto tendrá un sistema de recirculado del agua y tiene un sistema de tratamiento para el manejo de las aguas residuales que no descargan al Río Caldera, eso indica también, que no habrá flujo de descarga.

4. En las siguientes páginas EsIA: 254 a la 264, se presenta el Informe de Ensayo de Calidad de Aire Ambiental (1 horas). Respecto al criterio utilizado para la de partículas suspendidas PM10 donde se manifiesta que fue de 1 horas, donde señala que la norma aplicable es la Resolución No. 021 de 24 enero del 2023, sin embargo, la normativa establece un periodo de

veinticuatro horas. La Resolución No. 021 de 24 de enero del 2023. la cual adopta los valores de referencia de calidad de aire recomendado, por las Guías Global de Calidad de Aire (GCA) 2021 de la Organización Mundial de la Salud.

Esta resolución también establece los métodos de muestreo para la vigilancia del cumplimiento de dicha normativa. Conforme al Artículo Octavo de la mencionada resolución, específicamente para contaminantes como PM2.5 y PM 10, se establece que el muestreo debe llevarse a cabo en un periodo de veinticuatro (24) horas continuas por un Organismo de Evaluación de la Conformidad (OEC) acreditado por el Consejo Nacional de Acreditación de Panamá (CNA), bajo la norma ISO 17020. Este proceso debe utilizar métodos de muestreo mediciones ambientales debidamente acreditados por el CNA de Panamá. Por lo anterior, se le solicita:

- a. **Describir e indicar**, el motivo por el cual se optó por utilizar el criterio de una hora en lugar del periodo estándar de 24 horas, tal como lo establece la normativa.

RESPUESTA:

- a. En anexo, el muestreo de 24 horas para calidad de aire.

El criterio de muestreo de una hora parte del principio que en el sitio del proyecto no existe ningún tipo de industria que altere la calidad del aire del lugar; tampoco, la planta de procesamiento de pescado está en funcionamiento para justificar que ésta pueda causar alteración a la calidad el aire.

ANEXOS

1. Prueba de Percolación.
2. Estudio Hidrológico y Aforo Esporádico.
3. Informe de Calidad de Aire PM10-PM2.5.

Atentamente,
LAMASUR, S.A.

1. PRUEBA DE PERCOLACIÓN.

PRUEBA DE PERCOLACION

PROPIETARIO: LAMASUR S.A

UBICACIÓN: BAJO MONO, BOQUETE, CHIRQUI

Responsable: Tec. Evin Batista. C.I. Nº. 2010-340-011

Fecha: 03,04 DE febrero de 2025

OBJETIVO: Con la finalidad de estimar las dimensiones optimas del sistema de disposición aguas residuales (tanque séptico, línea de drenaje, trampa de grasa) y otros, se realiza la prueba de percolación en los predios del lote, propiedad de LAMASUR S.A

LOCALIZACION:

Lote s/n, Bajo Mono, Corregimiento Los Naranjos, Distrito de Boquete, Provincia de Chiriquí

Folio Real = 30460874

Código = 4307

Coordenadas UTM= E 337289; N 976839

METODOLOGIA: Referirse al informe de investigación de suelo pág. 4

DATOS:

Q dis= 20 g.p.d.

de personas = 6

Q=20(6) =120 galones / día

Q=562 + 0.75(Qdis)

Q=652 Galones

Q=2.47 m³



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los resultados encontrados podemos concluir que la fosa séptica puede llevar las siguientes dimensiones 690 GI mínimo y la longitud del sistema de drenaje debe ser de 27 mts. Tienen que construir una trampa de grasa de por lo menos 0.95 m³. Para realizar la separación de las aguas.

Se recomienda que cada 10 mts de la línea de drenaje se construya registros con dimensiones de 0.80 por 0.80 por 0.95 (sin incluir bloqueo) y de haber cambio de dirección también construir registros.

Ante lo expuesto anteriormente, certificamos que el terreno es apto para realizar el sistema de tratamiento de las aguas residuales de una oficina típica.



METODOLOGIA:

Se procede a confeccionar un hoyo con dimensiones 0.30 x 0.30 x 0.60 metros. Se le coloca agua hasta llevar al punto de saturación. En el fondo se le coloca una capa de piedra número 4. De aproximadamente 0.05 metros. Pasada 24 horas se procede a llenar nuevamente hasta su máximo nivel y se realizan lecturas de descenso del nivel de agua hasta lograr una taza de infiltración de forma constante.

Tabla 12.2 TASAS DE APLICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA SISTEMAS DE INFILTRACIÓN

TEXTURA DEL SUELO	TASA DE PERCOLACIÓN [min/cm]	TASA DE APLICACIÓN [L/m ² d]
Grava, arena gruesa	<0.40	No recomendado
Arena media a gruesa	0.4 - 2.0	48
Arena fina, arena margosa	2.1 - 6.0	32
Marga, marga arenosa	6.1 - 12.0	24
Marga, marga limosa porosa	12.1 - 24.0	18
Marga, arcillolimosa, marga arcillosa*	24.1 - 48.0	8
Arcillas, arcillas coloidales	>48	No recomendado

* Suelos sin arcillas expandida/ Fuente: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "J. ROMERO ROJAS", 2000

TABLA DE VELOCIDADES MÁXIMAS APLICABLES AL CÁLCULO DE SISTEMAS DE INFILTRACIÓN DE AGUAS NEGRAS

VALE PARA DRENES DE INFILTRACIÓN Y PARA POZOS DE ABSORCIÓN

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN (TIEMPO EN MINUTOS PARA QUE EL AGUA BAJE 2,5 CM)	VELOCIDAD MÁXIMA APLICABLE (LITROS POR M ² POR DÍA)
16 MENOS	180
2	130
3	100
4	94
5	83
10	60
15	49
20	34
45	30
60	22

DISEÑO FOSA SEPTICA.

EL VOLUMEN DE PRODUCCION ES DE 652 GAL.

SE RECOMIENDA INSTALAR UNA FOSA SEPTICA DE 690 GAL MINIMO

CALCULO DE LA LONGITUD DE DRENAJE

$$t = 30 \text{ min}/30 \text{ cm}$$

$$t = 1.00 \text{ min}/\text{cm}$$

$$q = 5/t^2$$

$$q = 5/1.00^2$$

$$q = 5.0$$

$$A_{req} = Q_{dis}/q$$

$$A_{req} = 652/5$$

$$A_{req} = 130 \text{ pies}$$

$$\% \text{ de Reducción} = (w+2)/(w+1+2*d)$$

$$\text{Donde } w = 2.132 \text{ pies, } d = 1.64 \text{ pies}$$

$$\% \text{ de reducción} = 0.64$$

Longitud del drenaje

$$W * L = A_{req}$$

$$(0.65) * (3.28) * L = 300$$

$$L = 140 \text{ Pies}$$

Longitud efectiva:

Longitud * % de reducción

$$L = 140 * (0.64)$$

$$L = 89 \text{ pies}$$

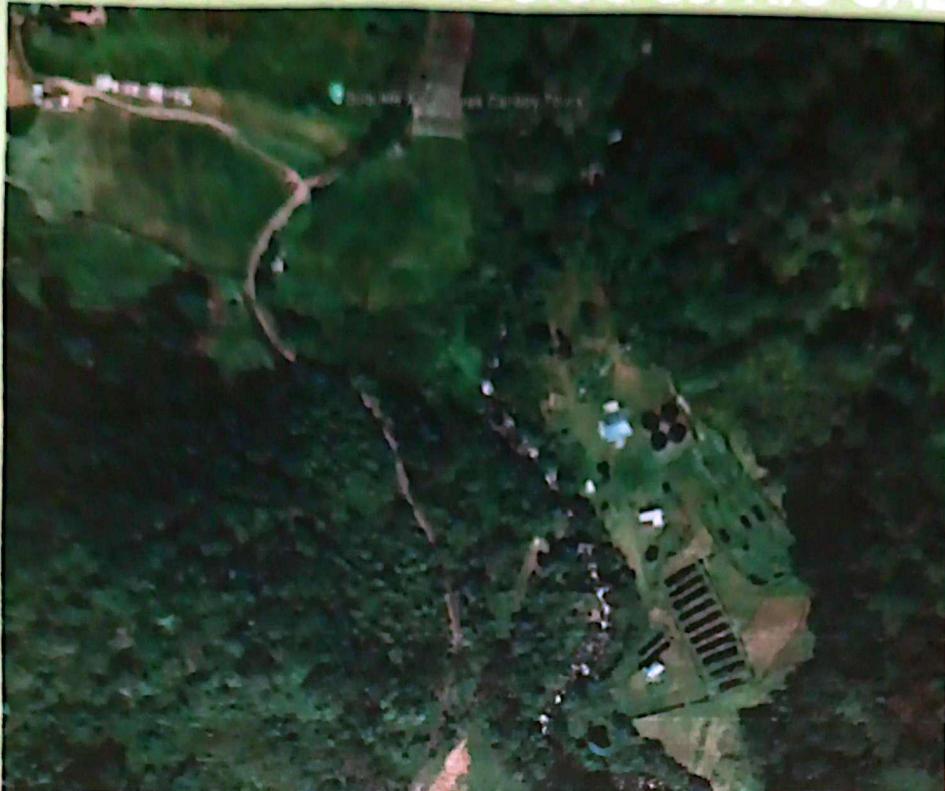
$$L = 27 \text{ mts}$$

REPERTORIO FOTOGRAFICO



2. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y AFORO ESPORÁDICO.

ESTUDIO HIDROLÓGICO del RÍO CALDERA



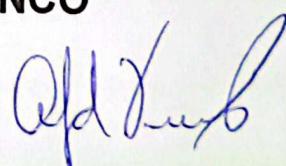
PROMOTOR: LAMASUR, S.A.

Lugar:

BAJO MONO, CORREG. DE LOS NARANJOS- DISTRITO DE BOQUETE
PROVINCIA DE CHIRQUI EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ.

ELABORADO POR: ING. ALPIDIO FRANCO

IDONEIDAD #: 5,438-06



FEBRERO 2025

INTRODUCCIÓN:

La hidrología y climatología del río Caldera se encuentra comprendida en este estudio, con el propósito de caracterizar las variables climatológicas e hidrológicas que definen el comportamiento y tendencias que se presentan durante el ciclo hidrológico para el área de la sub cuenca hasta el sitio de cercanía con la Finca #30460874 (Galera Lamasur, S.A.)

Conceptos Generales:

- Área de Drenaje:** Área en km² de la superficie terrestre drenada por un único sistema pluvial.
- Cuenca:** Para este documento se refiere a la cuenca principal o base (#108 “río Chiriquí”) en la que se ubica el Proyecto y abarca la sub cuenca de estudio
- Micro cuenca de estudio:** Se refiere al área de drenaje delimitada para el río Caldera también se le puede llamar Cuenca de Aportación.
- Proyecto:** Se refiere a Galera para procesamiento de truchas
- Traslado de Caudales:** Metodología comúnmente utilizada en hidrología para estudiar numéricamente los valores de caudales registrados por una estación cercana en un sitio o punto de interés de la misma cuenca o vecinas con características hidrológicas similares.

1. UBICACIÓN EXACTA DEL PROYECTO.

1.1 MAPA DE LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO

La ubicación político-administrativa corresponde al Corregimiento de Los Naranjos, en el Distrito de Boquete, Provincia de Chiriquí, de la República de Panamá.



Figura #1. Mapa de ubicación geo-política del proyecto.



Figura #2. Ubicación: imagen satelital del Lote – Finca #30460874

1.2 MAPA (HOJA TOPOGRÁFICA) A ESCALA 1:50.000

Hoja Topográfica: “BOQUETE” # 3742-III DEL IGNTG

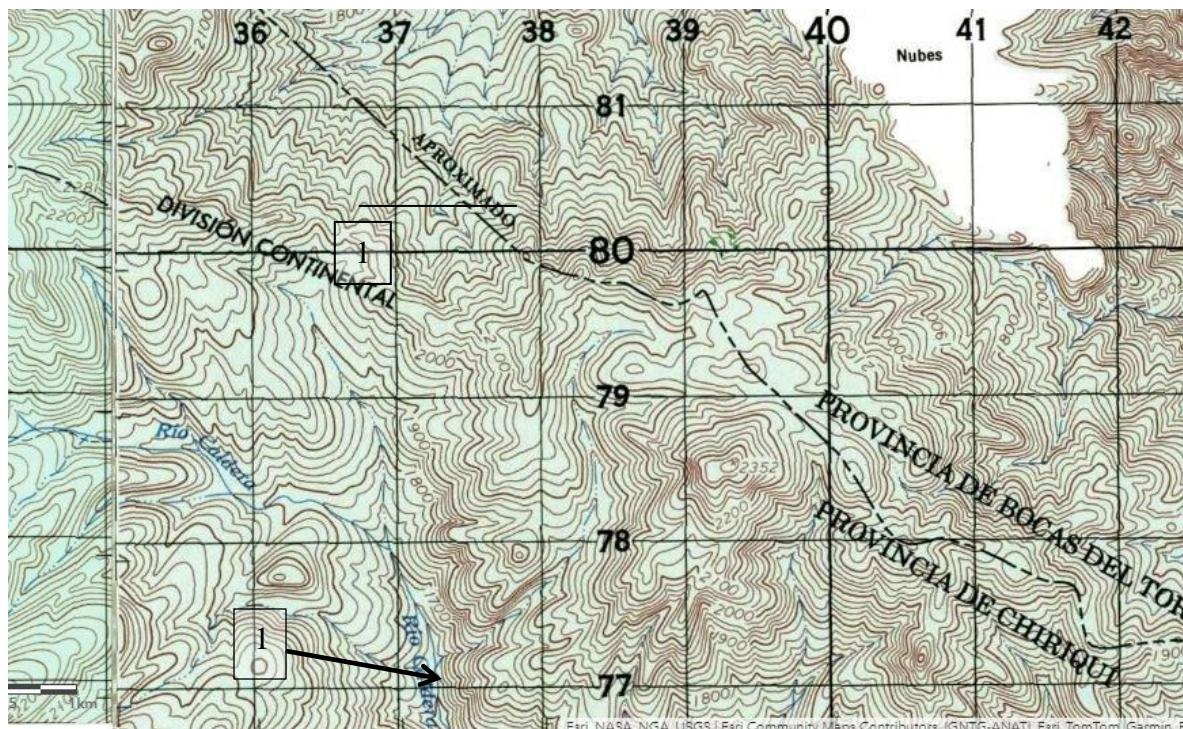


Figura #3. Mapa de localización del Proyecto (Hoja 1:50,000 de Tommy Guardia).

CUADRO 1. PUNTO DE INTERES E INFLUENCIA EN EL MAPA DE LOCALIZACIÓN 1:50,000

# en el mapa	LUGAR	COORDENADAS (UTM)	ELEVACIÓN (M.S.N.M.)
1	Punto sobre el río Caldera con influencia sobre la Finca #30469874	337259 mE 977041 mN	1605

Datum de Localización aproximada: Nad 27 Cz

1.3 Descripción General de la Cuenca en la que se ubica el Proyecto:

El Proyecto se ubica en la cuenca del río Chiriquí, que se localiza en la provincia de Chiriquí, en la parte occidental de la república de Panamá, entre las coordenadas 8°15' y 8°53' de Latitud Norte y 82°10' y 82°33' de Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca del río Chiriquí es de 1995.0 km², hasta la desembocadura al mar, y la longitud del río Principal es de 130 Km.

La elevación media de la cuenca es de 270 msnm, y el Volcán Barú, ubicado al noreste de la cuenca, con una altitud de 3474 msnm.

El río Chiriquí tiene como afluentes principales a los ríos: Caldera, Los Valles, Estí, Gualaca y los que nacen en las laderas del Volcán Barú como: Cochea, David, Majagua, Soles y Platanal.

1.4 Identificación del proyecto dentro de Áreas protegidas;

Las área protegidas según el mapa en la Cuenca # 108 denominada Río Chiriquí y elaborado por MIAMBIENTE ubica dos áreas protegidas denominadas Parque Nacional Volcán Barú. PILA y Reserva Forestal Fortuna. El Proyecto se encuentra próximo a las dos priemeras de estas áreas protegidas.

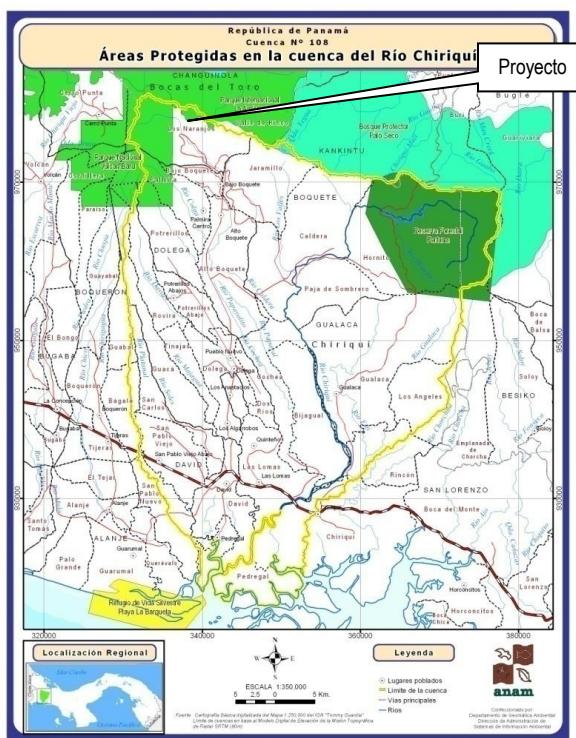


Figura #4. Mapa de ubicación de áreas protegidas en relación al proyecto

2. DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL

El cauce principal de la cuenca # 108 denominada río Chiriquí tiene como río o cauce principal el río Chiriquí y tiene una longitud aproximada de 130 km.

La fuente hídrica en estudio denominada río Caldera tiene una longitud aproximada de 49 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Chiriquí. Hasta las cercanías con el sitio en estudio tiene una longitud aproximada de 9.2 km.

El río Caldera forma parte de la red hídrica del río Chiriquí, siendo unos de los tributarios de mayor importancia en la cuenca Alta y Media del río Chiriquí, con afluentes como la río Palo Alto, Quebrada Zumbona, Quebrada Grande y Quebrada Jaramillo en la Parte Alta-Media aguas abajo del Proyecto.

2.1 Área de drenaje:

Sub Cuenca del Proyecto: Se define como la delimitación fisiográfica del área de drenaje tomando en cuenta el cauce principal y sus afluentes. El área de drenaje tiene su cierre en un punto sobre el cauce del río Caldera en las proximidades o zona de influencia sobre la Finca #30460874.

El área de drenaje del río Caldera hasta el sitio de cercanía con el Lote o Finca #30460874 es de (Sub Cuenca del Proyecto) 30,4 Km²

Mapa de área de drenaje de la Sub Cuenca: río Caldera hasta la colindancia con el Proyecto

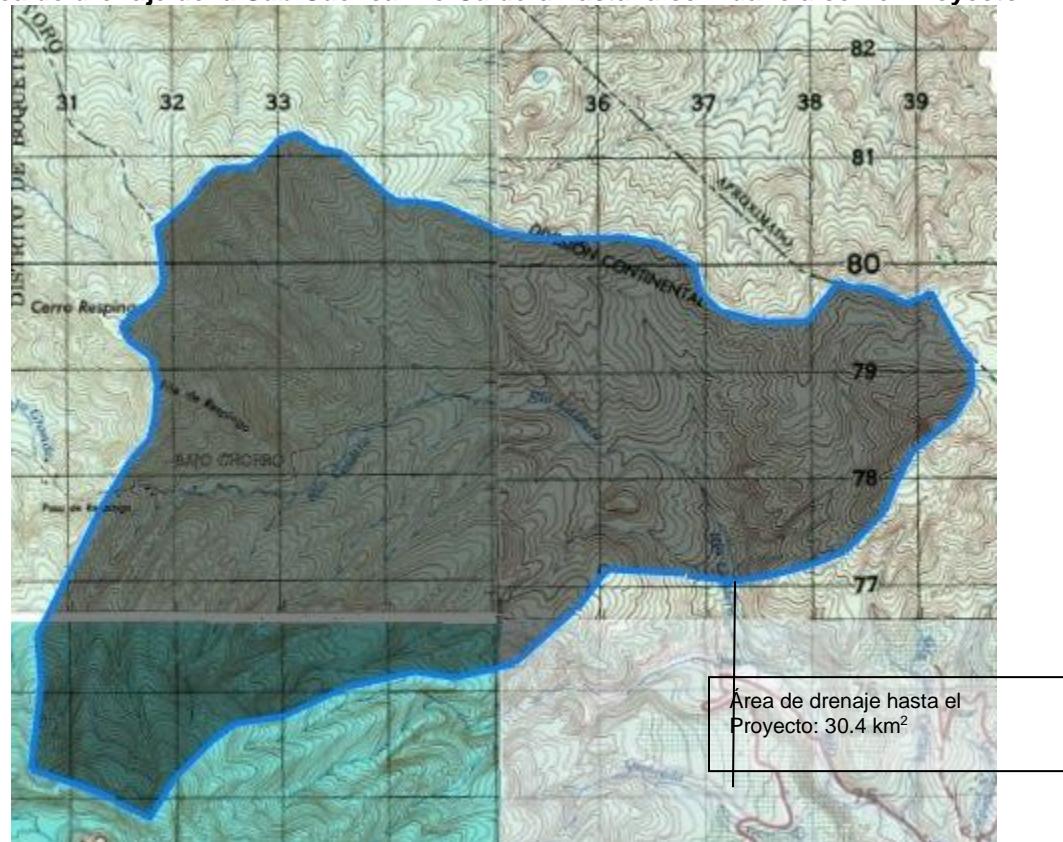


Figura #4. Mapa con el área de drenaje de la sub cuenca del proyecto.

3. CAUDALES

El caudal es el volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo. El caudal medio diario es el volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río durante el día dividido por el número de segundos del día, mientras que el caudal medio mensual es la media aritmética de los caudales medios diarios del mes.

3.1 Recopilación, verificación y validez de la información (metodología utilizada)

Según las bases técnicas y en el caso de este estudio se verificó la calidad de la estadística disponible efectuando su homogenización, relleno y extensión, utilizando los métodos hidrológicos convencionales para un período mínimo de 15 años consecutivos con una antigüedad de la estadística recopilada que no supera los últimos 20 años. A las series con datos faltantes se les denomina series originales, ya que no han sido llenadas ni alteradas desde su generación por parte del personal encargado del manejo de las estaciones hidrométricas.

Para el análisis de caudales se utilizaron una serie homologada de 34 años a partir del año 1975 hasta el año 2013 (información disponible), certificada por ETESA. (IMPHA) Para el caso del presente estudio, la información recopilada para generar los resultados objeto del análisis hidrológico, incluye:

Datos de Caudales Promedios Mensuales de Estación Caldera, Jaramillo Abajo (108-02-06)

Localizada en el río Caldera, aguas debajo de la Quebrada Jaramillo, 400 metros aguas arriba de la toma (en la entrada del túnel del Cerro Cabezón), del esquema de aprovechamiento del complejo hidroeléctrico La Estrella-Los Valles, en la provincia de Chiriquí, distrito de Boquete, corregimiento de Boquete entre las coordenadas 8°45' Latitud Norte y 82°25' Longitud Oeste. Su elevación es de 995 msnm y el área de drenaje es de 136 km²

Fue instalada en Octubre de 1974, la estación está equipada con un limnígrafo Stevens-35 y reglas limnimétricas para medir niveles hasta 2 metros.

Durante el período 1955 a enero de 1979 se estuvo desviando agua del río Caldera a través de la Planta Caldera hacia el río Cochea. Este desvío afecto la estadística de la Estación.

3.2 Variación Mensual de los Caudales en la sub cuenca de estudio. (metodología utilizada).

La variación mensual de los caudales en el sitio del Proyecto se aprecia en las dos épocas marcadas del año hidrológico para la república de Panamá, observándose que para la época seca los mayores caudales se dan en el mes de enero y que para la época lluviosa el mes de octubre registra el máximo de los caudales promedios, en esta época se tiene un caudal promedio multianual de 1.8 m³/s con el mayor pico en el mes de octubre con un valor de 2.3 m³/s y el menor valor en el mes de abril en el cual se inicia la recarga hídrica de los acuíferos. El caudal promedio multianual en el sitio de colindancia e influencia con el Proyecto para el período de 34 años analizados corresponde a 1.7 Metros Cúbicos/segundo (M³/s)

En la determinación de los caudales promedios anuales hasta el sitio del Proyecto, se utilizó el método de la Transposición o traslado de caudales, el cual considera los caudales medios registrados en una Cuenca Base con características de vegetación y forma similares. Como cuenca base se utilizó la Estación Caldera-Jaramillo con un área de drenaje: 136 km² y el área de drenaje de la sub cuenca de estudio hasta el sitio del Proyecto con un área de drenaje de 30.4 km²

$$\text{Factor de área} = \frac{\text{AreaSubCuenca de estudio}}{\text{AreaCuencaBase}} * \frac{\text{PptSubdeCuenca(en estudio)}}{\text{PptCuenca(base)}}$$

Cuadro 2. Caudales Promedios en L/s trasladados hasta el sitio de cercanía a la Finca #30460874 con el río Caldera. Período: 1975 - 2013

Año	Caudales Trasvasados al área en estudio												Promedios		
	Época Lluviosa						Época Seca						Prom.	Prom.	Prom.
	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Anual	E.Lluv	E.Seca
PRIMERA DÉCADA															
1975	1.0	1.3	1.7	1.7	2.9	2.6	4.1	4.2	1.3	1.2	0.8	0.9	1.99	2.45	1.07
1976	1.5	2.1	2.1	1.6	1.3	1.9	2.4	1.7	2.1	1.5	1.3	1.1	1.72	1.84	1.48
1977	0.9	1.5	1.6	1.7	1.5	2.0	1.4	0.9	1.2	0.9	0.9	0.8	1.26	1.43	0.94
1978	1.2	1.7	1.5	1.3	2.0	2.8	1.8	2.7	0.8	1.0	0.8	0.8	1.53	1.88	0.83
1979	1.8	1.9	1.2	1.6	2.8	3.2	3.8	1.7	1.2	0.9	1.0	1.9	1.91	2.24	1.25
1980	1.6	2.5	1.8	1.5	2.5	2.1	2.6	2.7	1.6	1.8	0.9	1.0	1.88	2.16	1.31
1981	1.7	3.2	1.8	1.9	2.5	2.9	2.8	2.2	1.7	1.4	1.6	1.6	2.11	2.37	1.59
1982	1.2	1.4	1.2	1.3	1.5	2.9	1.7	1.3	1.0	0.9	0.8	0.9	1.34	1.56	0.90
1983	0.9	1.2	1.5	1.3	1.8	1.9	1.8	1.4	1.2	0.8	0.8	0.7	1.27	1.48	0.85
1984	1.8	1.6	1.5	3.1	3.2	1.9	1.8	2.1	2.0	1.0	1.3	1.1	1.87	2.12	1.38
Prom.	1.3	1.8	1.6	1.7	2.2	2.4	2.4	2.1	1.4	1.1	1.0	1.1	1.7	2.0	1.2

SEGUNDA DÉCADA

1985	0.9	1.4	1.2	1.6	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4	1.1	1.0	0.9	1.27	1.35	1.11
1986	1.2	1.7	1.3	1.2	2.6	3.3	1.4	1.1	1.7	1.0	1.2	1.0	1.55	1.72	1.22
1987	1.0	1.0	1.2	1.7	1.7	2.7	1.6	1.6	1.1	1.1	0.7	1.1	1.37	1.56	0.98
1988	0.9	2.1	2.6	4.7	4.3	2.9	1.5	2.0	1.9	1.7	1.3	0.8	2.22	2.62	1.41
1989	1.0	1.4	1.5	1.2	2.0	1.9	1.5	2.3	1.4	1.4	1.2	0.9	1.48	1.61	1.23
1990	1.4	1.2	1.2	1.5	1.4	2.0	2.1	1.5	2.0	1.2	1.3	1.0	1.48	1.53	1.36
1991	0.8	1.0	1.1	1.3	1.2	2.2	1.7	2.0	0.7	0.8	0.7	0.7	1.19	1.42	0.72
1992	1.4	1.2	1.1	1.2	1.5	1.7	1.2	1.9	1.3	1.1	1.2	1.2	1.35	1.41	1.22
1993	1.6	1.6	1.1	1.7	2.6	2.1	1.8	2.1	1.4	1.1	1.6	1.0	1.65	1.84	1.26
1994	1.3	1.5	1.3	1.4	1.8	2.9	2.3	2.4	1.2	1.2	0.9	0.9	1.60	1.87	1.05
Prom.	1.2	1.4	1.4	1.8	2.0	2.3	1.7	1.8	1.4	1.2	1.1	0.9	1.5	1.7	1.2

TERCERA DECADA

1995	1.0	2.1	1.8	2.4	2.0	2.8	1.9	1.7	1.3	1.1	0.7	0.7	1.62	1.95	0.96
1996	1.3	1.3	2.1	2.3	1.9	2.8	2.6	2.8	2.2	2.1	1.1	0.7	1.95	2.15	1.55
1997	1.5	1.6	1.7	1.3	1.3	2.3	2.1	2.0	1.4	2.0	1.5	1.0	1.64	1.72	1.48
1998	0.9	1.6	2.0	1.7	2.8	2.7	2.3	2.5	1.2	0.8	0.8	1.0	1.69	2.06	0.96
1999	1.8	1.8	1.4	1.8	2.7	3.4	3.0	3.3	1.6	1.5	1.1	1.3	2.06	2.41	1.36
2000	1.4	2.0	1.9	1.9	2.5	2.0	2.0	1.5	3.1	2.0	1.3	1.2	1.89	1.89	1.90
2001	1.4	1.9	1.8	1.7	2.2	1.9	2.3	2.2	1.6	1.5	0.8	1.1	1.70	1.92	1.25
2002	2.0	1.9	1.7	2.1	2.7	2.2	2.0	1.6	1.8	1.3	1.2	1.1	1.81	2.04	1.36
2003	1.5	2.3	1.8	1.6	2.0	3.5	2.2	1.6	1.2	1.1	0.8	1.1	1.73	2.06	1.08
2004	2.4	1.9	2.0	1.6	1.8	2.4	2.8	1.9	2.0	1.3	2.0	1.4	1.95	2.10	1.66
Prom.	1.5	1.8	1.8	1.8	2.2	2.6	2.3	2.1	1.7	1.5	1.1	1.1	1.8	2.0	1.4

CUARTA DECADA

2005	1.2	1.3	1.5	1.5	1.7	2.6	2.5	1.5	3.9	1.7	0.9	1.1	1.79	1.73	1.91
2006	1.2	1.9	1.7	1.4	1.4	2.5	2.2	2.3	1.7	1.5	1.2	1.5	1.71	1.84	1.46
2007	1.8	0.9	0.8	0.9	1.5	1.7	1.4	1.8	2.4	3.1	3.5	2.7	1.88	1.36	2.93
2008	1.8	1.2	1.0	1.0	1.4	1.6	2.0	2.6	2.6	2.8	4.0	2.5	2.03	1.57	2.96
2009	1.8	1.9	2.1	1.1	1.2	1.9	2.1	2.0	1.4	1.7	2.6	1.8	1.80	1.77	1.86
2010	1.6	1.2	1.6	1.2	1.2	2.3	2.0	2.3	2.9	2.6	2.7	3.4	2.08	1.67	2.91
2011	2.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.9	1.9	1.6	1.8	3.0	1.9	2.3	1.79	1.56	2.24
2012	1.8	1.3	1.9	1.2	1.4	1.6	1.6	1.7	1.5	2.8	2.4	1.9	1.76	1.57	2.14
2013	1.9	1.3	1.4	1.0	1.4	1.6	1.7	1.5	2.3	2.8	1.7	2.9	1.79	1.49	2.40
Prom.	1.8	1.6	1.6	1.4	1.6	2.2	2.1	1.9	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	2.0

Multianual

Prom	1.4	1.6	1.6	1.6	2.0	2.3	2.1	2.0	1.7	1.5	1.3	1.3	1.7	1.8	1.5
Max	2.4	3.2	2.6	4.7	4.3	3.5	4.1	4.2	3.9	3.1	4.0	3.4	4.7	4.7	3.1
Min	0.8	0.9	0.8	0.9	1.1	1.5	1.2	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
Desv	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.1	0.1	0.0

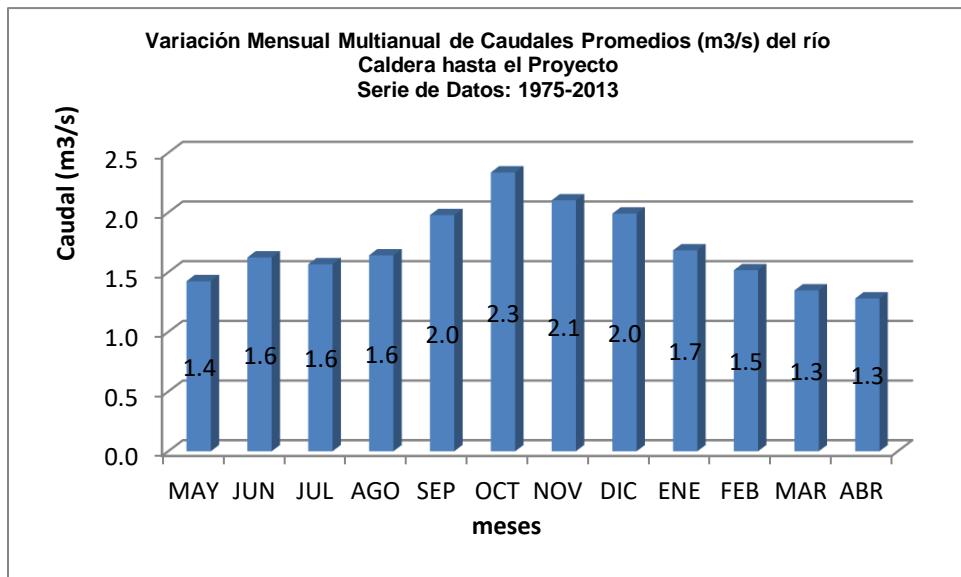


Figura #5. Gráfico de variación mensual de los caudales promedios hasta las cercanías con la Finca 30460874 (río Caldera)

En el Cuadro 2 se puede observar el resultado completo de los valores teóricos correspondientes al traslado de caudales utilizando la metodología con factores de ajustes de área y precipitación utilizando datos confiables certificados por Etesa. (IMHPA)

El promedio multianual de caudales promedios para 39 años de registros corresponde a **1.7 M³/s**, con una marcada distinción de las dos estaciones características del año hidrológico en la república de Panamá: época seca (enero a abril) y época lluviosa (mayo a diciembre)

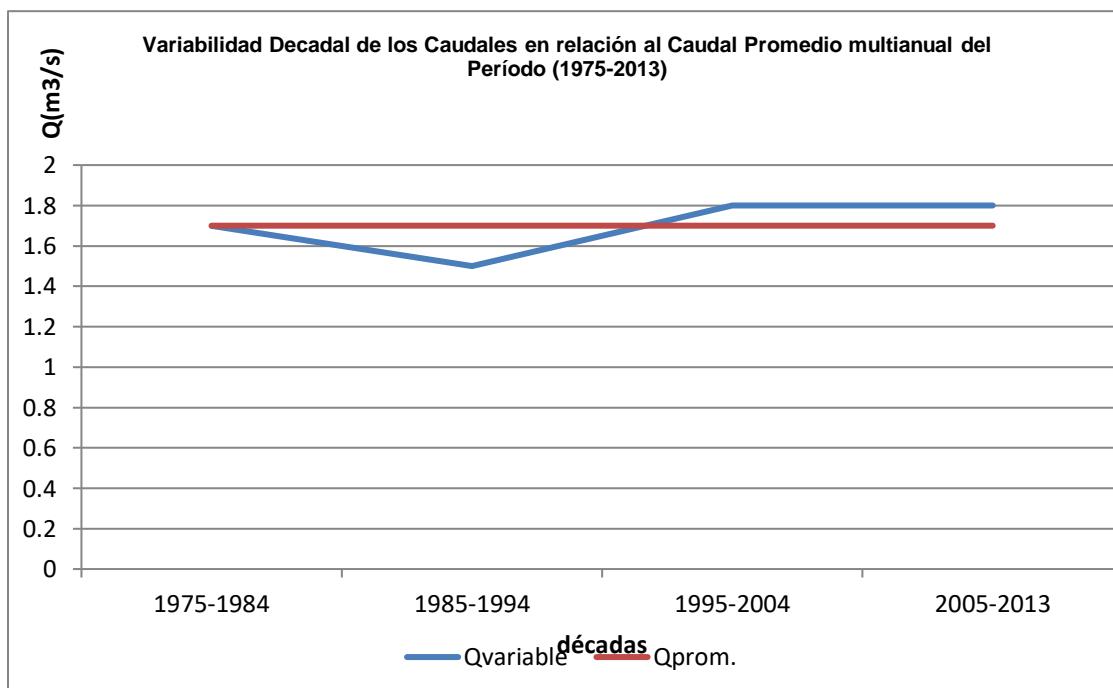


Figura #6. Gráfico de comparación de la variabilidad del caudal decadal vs el caudal promedio multianual hasta el sitio de colindancia con el Proyecto

3.3 Curva de duración de caudales aprovechables por el proyecto.

Por medio de esta curva se selecciona el caudal adecuado para el diseño de infraestructuras anexas a proyectos de desarrollo, es una presentación gráfica en la que se ubican en la ordenada los caudales medios de mayor a menor y en las abscisas se ubican los porcentajes de ocurrencia; se gráfica sobre este plano el caudal contra su probabilidad de ocurrencia. El mayor Caudal registrado tiene la menor probabilidad de ocurrencia y el mínimo registrado la mayor probabilidad de ocurrencia

Año Hidrológico completo (Enero a Diciembre)

La curva de duración de caudales medios para el año hidrológico completo de enero a diciembre para el río Caldera hasta el sitio de la obra en cauce corresponde a los valores totales mensuales para la serie de los años 1975 a 2013, observándose en la Figura #7 que los caudales más probables de entre un 75 y 90% de probabilidad corresponde a caudales medios por el orden de los **1.22 y 0.96 m³/s respectivamente**

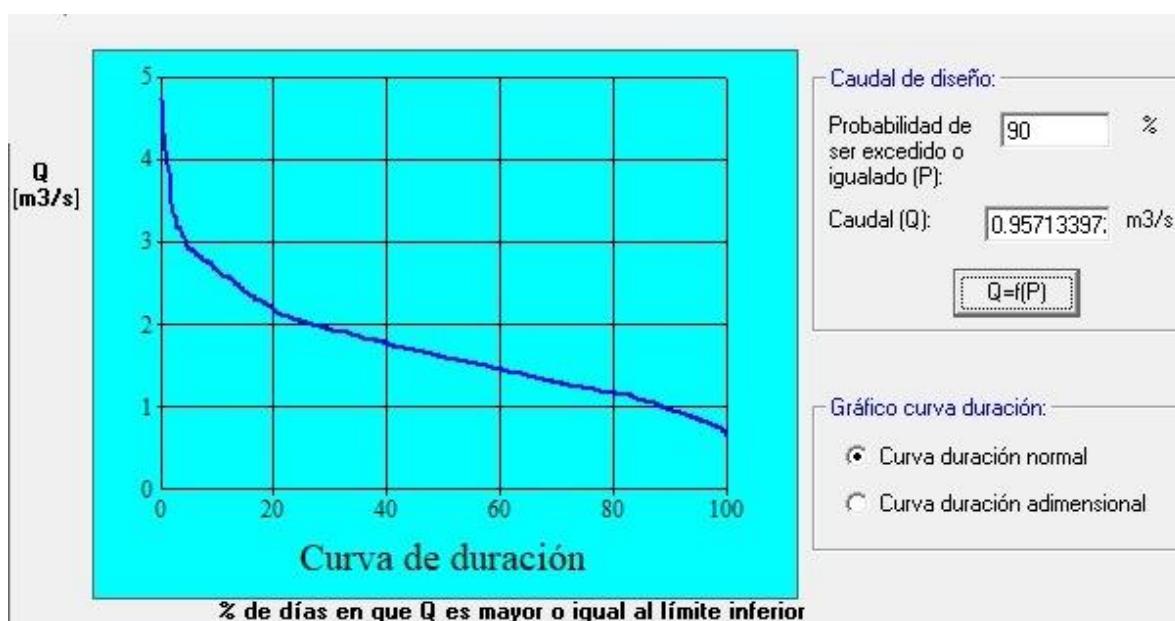


Figura #7. Curva de duración para año hidrológico (ene-dic) en el Proyecto (río Caldera).

Época Seca (Enero a Abril)

En la curva de duración (Figura #8) de caudales medios para época seca que va de enero a abril para el río Caldera hasta el sitio de obra en cauce se puede observar que los caudales más probables de entre un 75 y 90% de probabilidad corresponde a caudales medios por el orden de los **0.98 y 0.80 m³/s respectivamente**.

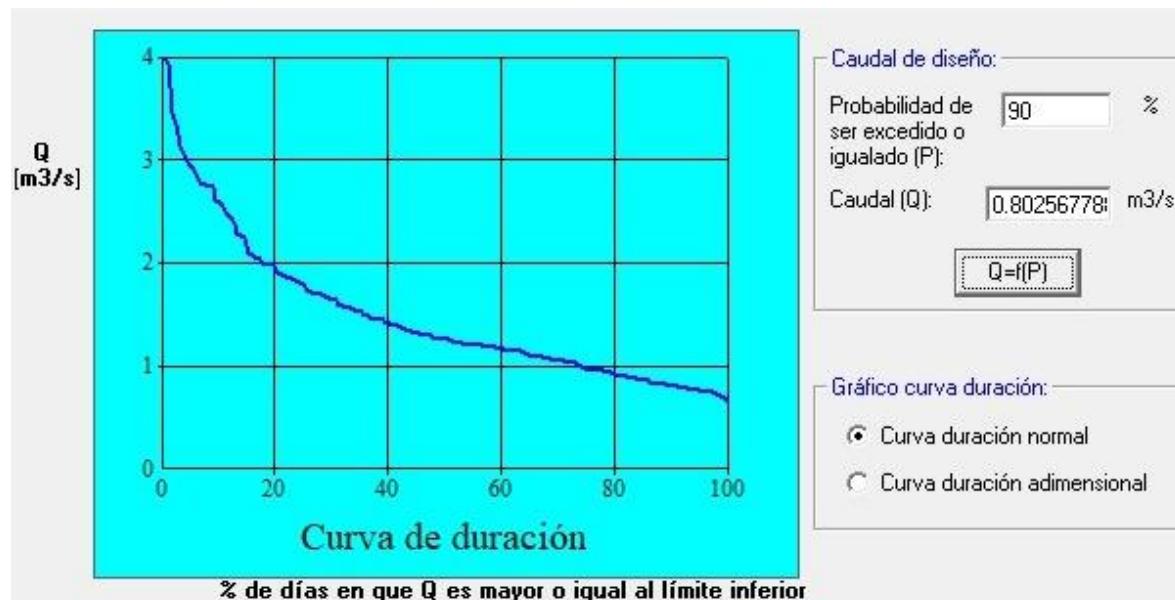


Figura #8. Curva de duración para época seca (ene-abr) en el Proyecto (río Caldera)

Época Lluviosa (Mayo a Diciembre)

En la curva de duración (Figura #9) de caudales medios para época lluviosa que va de mayo a diciembre para el río Caldera hasta el sitio de la obra en cauce se puede observar que los caudales más probables de entre un 75 y 90% de probabilidad corresponde a caudales medios por el orden de los **1.40 y 1.17 m³/s respectivamente**.

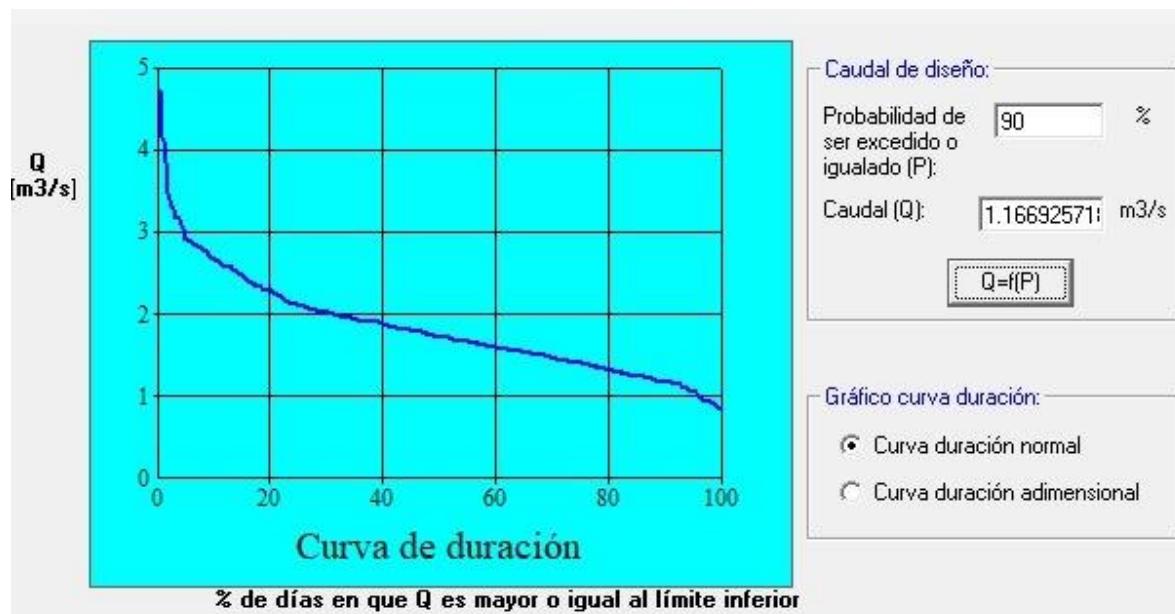


Figura #9. Curva de duración para época lluviosa (may-dic) en el Proyecto (río Caldera)

3.4 Análisis de Frecuencia.

El diseño y la planificación de obras hidráulicas están siempre relacionados con eventos hidrológicos futuros. El análisis de frecuencia de información hidrológica relaciona los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad.

Para el análisis de Frecuencia de Caudales en el Proyecto se dividió el año hidrológico en sus marcadas estaciones características: época seca y época lluviosa.

Época Seca:

En el Cuadro 3 se presentan las probabilidades de ocurrencia de caudales promedios para la época seca producto del análisis de frecuencia, mediante el cual se compararon tres métodos comúnmente utilizados, como lo son: la Distribución Normal y Gumbel;

Se tiene que para una probabilidad de excedencia del 90% de ocurrencia segura de que ocurra un evento cada 1.33 año; los valores de los caudales promedios para este período de retorno es de $0.63 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Caldera en época seca

Cuadro 3. Períodos de Recurrencia con Probabilidades, para los Caudales Promedios de época seca (ene-abr) en el Proyecto.

Probabilidad de Ocurrencia (%)	Periodo de Retorno en años	Distribución Normal $Q = \text{m}^3/\text{s}$	Gumbel $Q = \text{m}^3/\text{s}$
0.50	200	3.3	4.0
1.0	100	3.1	3.7
2.0	50	2.9	3.3
4.0	25	2.7	2.9
10.0	10	2.4	2.4
20.0	5	2.1	2.0
25.0	4	1.9	1.8
33.3	3	1.8	1.7
50.0	2	1.5	1.4
66.7	1.5	1.2	1.1
75.0	1.33	1.0	1.0
80.0	1.30	0.97	0.96
90.0	1.1	0.55	0.70

Época Lluviosa:

En el Cuadro 4 se presentan las probabilidades de ocurrencia de caudales promedios para la época lluviosa producto del análisis de frecuencia, mediante el cual se compararon tres métodos comúnmente utilizados, como lo son: la Distribución Normal y Gumbel;

Se tiene que para una probabilidad de excedencia del 90% de ocurrencia segura de que ocurra un evento cada 1.33 año; los valores de los caudales promedios para este período de retorno es de 1.05 m³/s para el río Caldera en época lluviosa.

Cuadro 4. Períodos de Recurrencia con Probabilidades, para los Caudales Promedios de época lluviosa (may-dic) en el Proyecto

Probabilidad de Ocurrencia (%)	Periodo de Retorno en años	Distribución Normal Q = m ³ /s	Gumbel Q = m ³ /s
0.50	200	3.4	4.1
1.0	100	3.3	3.8
2.0	50	3.1	3.5
4.0	25	2.9	3.1
10.0	10	2.6	2.6
20.0	5	2.4	2.3
25.0	4	2.3	2.2
33.3	3	2.1	2.0
50.0	2	1.8	1.7
66.7	1.5	1.6	1.5
75.0	1.33	1.4	1.4
80.0	1.30	1.4	1.4
90.0	1.1	1.0	1.1

3.5 Análisis Regional de Crecidas Máximas

Metodología que permite estimar la frecuencia de crecidas máximas que pueden ocurrir en un sitio determinado de un río. Su uso es adecuado especialmente para aquellas cuencas no controladas, ya que sólo se requiere conocer el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio en estudio (punto de control) y su ubicación en el país (región o zona hidrológicamente homogéneas). Este análisis se basó fundamentalmente en la información de 58 estaciones limnigráficas o de registro continuo de nivel, de las cuales 49 eran operadas por el entonces IRHE y 6 por la ACP.

Caudal Máximo Promedio. (Según zona hidrológica)

$$'Q_{\text{máx.}} = K^* A^{0.59}$$

'Q_{máx.} = Caudal máximo promedio en m³/s.

K = Constante (depende de la región o zona)

A = Área de drenaje de la cuenca en Km² (30.4)

Cuadro 5. Ecuaciones para determinar crecidas máximas según zonas hidrológicamente homogéneas

ZONA (VER MAPA)	ECUACIÓN	TABLA A USAR PARA FACTOR SEGÚN Tr
1	'Q _{máx.} = 34*A ^{0.59}	Tabla #1
2	'Q _{máx.} = 34*A ^{0.59}	Tabla #3
3	'Q _{máx.} = 25*A ^{0.59}	Tabla #1
4	'Q _{máx.} = 25*A ^{0.59}	Tabla #4
5	'Q _{máx.} = 14*A ^{0.59}	Tabla #3
6	'Q _{máx.} = 14*A ^{0.59}	Tabla #1
7	'Q _{máx.} = 9*A ^{0.59}	Tabla #3
8	'Q _{máx.} = 4.5*A ^{0.59}	Tabla #3
9	'Q _{máx.} = 25*A ^{0.59}	Tabla #3

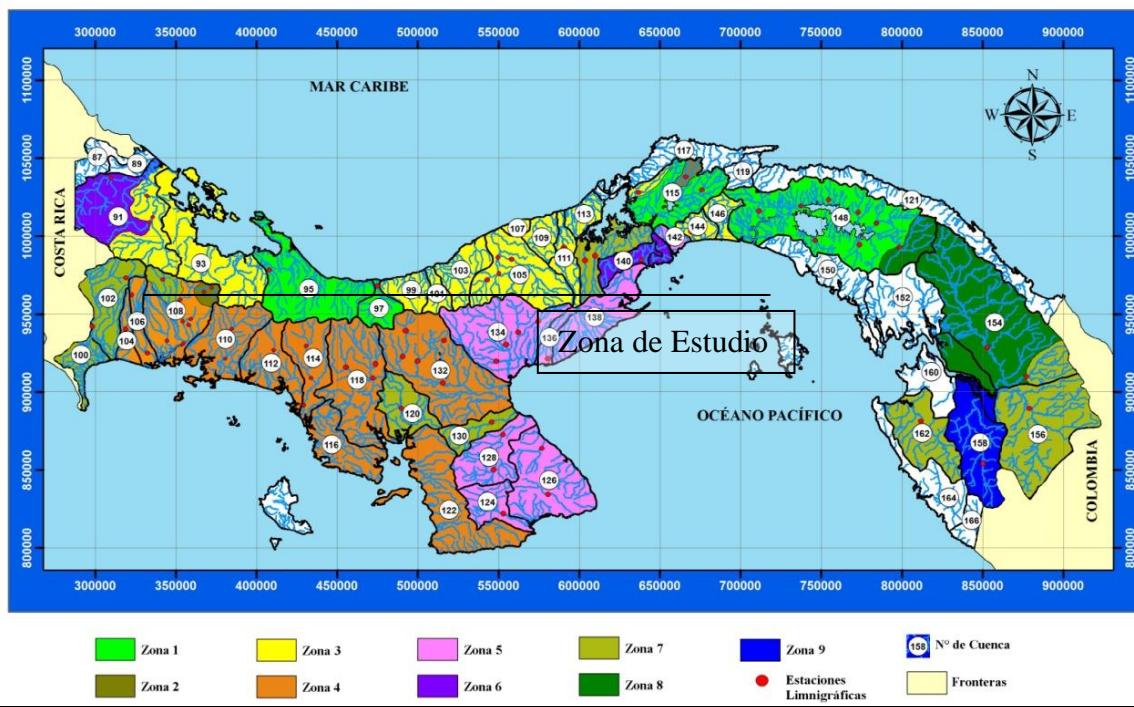


Figura #11. Mapa de Zonas Hidrológicas de Panamá

Zona Hidrológica 4 (Zona en la que se ubica la sub cuenca de estudio)

$$'Q_{máx.} = 25 * A^{0.59} = 25 * 30.4^{0.59} = 187 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal Máximo.

$$Q_{máx.} = \text{Índice ('}Q_{máx.})$$

$Q_{máx.}$ = Caudal máximo en m^3/s

Factor = Constante (depende del período de retorno) ver Cuadro 5.

$'Q_{máx.}$ = Caudal máximo promedio en m^3/s

Cuadro 6. Índices $Q_{máx.}'/Q_{máx}$ para distintos períodos de retorno (Tr)

TR (AÑOS)	TABLA #1	TABLA #2	TABLA #3	TABLA #4
1.005	0.28	0.29	0.30	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.60	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.60	4.00

Utilizando el factor según períodos de retorno de la Tabla #4 del Cuadro 6 se tiene:

Cuadro 7. Caudales máximos según período de retorno para la Subcuenca de estudio hasta el sitio del Proyecto.

Factor K (Cuadro 6 – Tabla #4)	0.34	0.49	0.67	0.93	1.30	1.55	1.78	2.10	2.33	3.14	4.00
Tr (período de retorno)(años)	1.005	1.05	1.25	2	5	10	20	50	100	1000	10000
Caudal máximo promedio (m^3/s)	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187
($Q_{máx.}$) en m^3/s	64	92	125	174	243	290	333	393	436	587	748

4 ANÁLISIS CLIMÁTICO

El sitio del proyecto se localiza en la región baja de la cuenca del río Chiriquí. La cuenca alta está influenciada por el clima producido por la presencia y altitud del Volcán Barú.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el proyecto se encuentra influenciado por tipo de climas, el clima tropical húmedo (Ami) y el clima tropical muy húmedo (Afi).

Clima tropical húmedo (Ami): la precipitación anual es mayor de 2500 mm, uno o más meses con precipitación menor de 60 mm; la temperatura media del mes más frío es inferior a 18 °C. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más frío es menor de 5 °C.

Clima tropical muy húmedo (Afi): abundantes lluvias todo el año, el mes más seco precipitaciones menores de 60 mm; temperatura media del mes más frío menor de 18 °C. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más frío es menor de 5 °C.

Micro Clima:

La Sub cuenca de estudio en la cual se ubica el proyecto se encuentra en la ciudad de David la cual está asentada en una llanura costera, llamada la Llanura cerca de la laguna de Chiriquí, donde predomina un clima típico tropical de sabana con veranos secos (diciembre a abril) y inviernos lluviosos (abril a diciembre) con una temperatura promedio anual de 31 °C durante el día y 26 °C durante la noche.

4.1 Precipitación (Definición del régimen de lluvias)

La cuenca registra una precipitación media anual de 3,642 mm, oscila entre 2,500 mm cerca de las costas y 8,000 mm en la cuenca alta del Río Chiriquí. El 90% de las lluvias ocurren entre los meses de Mayo a Noviembre y el 10% restante entre los meses de Diciembre a Abril.

Información Meteorológica

En la cuenca N° 108 del río Chiriquí, existe una red de estaciones climatológicas instaladas y operadas por el departamento de Hidrometeorología de ETESA. Dicha red se compone de un total de 21 estaciones, 15 pluviométricas que se encargan de medir la cantidad de lluvia ocurrida en todos los días a las 07:00 horas, 3 estaciones donde se registra la lluvia en su cantidad, duración e intensidad, temperaturas extremas y humedad

relativa a las 07:00, 13:00 y 18:00 horas y 2 estaciones pluviográficas que indican la distribución temporal de la lluvia, además de proporcionar un registro continuo que permite el cálculo de la intensidad de la misma. Además a esto, se cuenta con una estación ubicada en David donde se registra: lluvia (cantidad, duración e intensidad), temperatura (máxima y mínima), humedad relativa, presión, viento (dirección, recorrido y ráfaga mínima) radiación, horas de sol en registro gráfico continuo y observaciones directas de la evaporación y la temperatura del suelo.

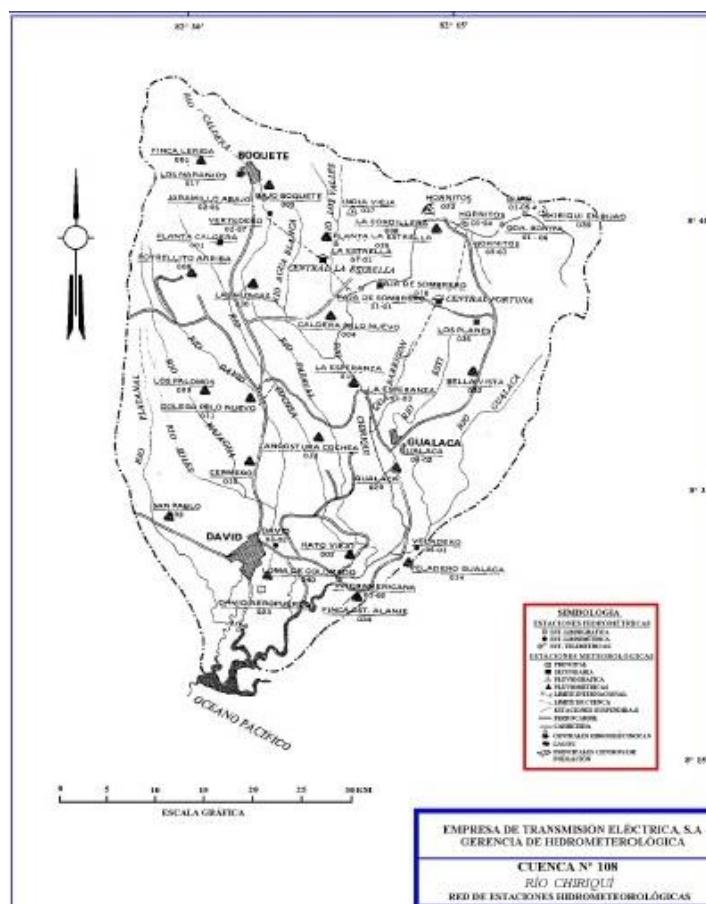


Figura #7. Mapa de red de estaciones Hidrometeorologicas de la Cuenca #108

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS DE REFERENCIA:

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A

GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA

TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACIÓN - mm

LATITUD : 08°47' N

Nº ESTACIÓN: 108-017

LONGITUD : 82°27' N

PROVINCIA : CHIRIQUÍ

ELEVACIÓN : 1200 msnm

DISTRITO : BOQUETE

FECHA DE INICIO: DIC-1971

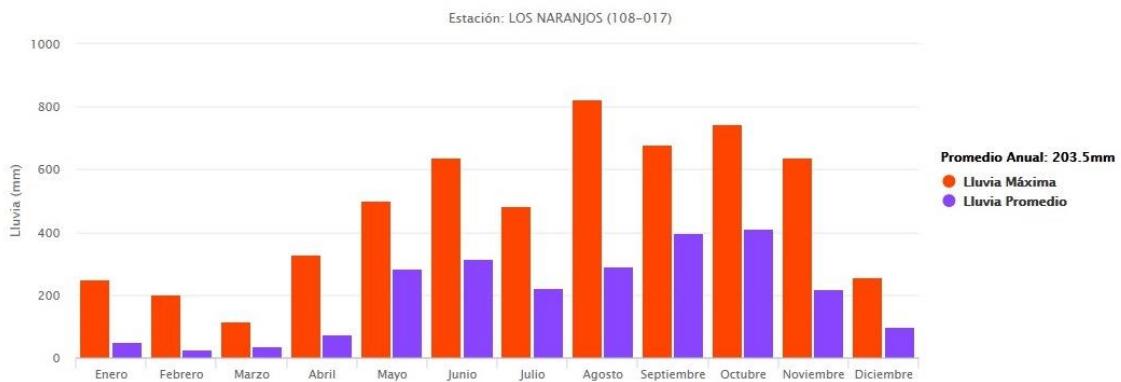
ESTACIÓN LOS NARANJOS

CORREGIMIENTO: LOS NARANJOS

TIPO DE ESTACIÓN: BC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970													3348.4
1971													2503.7
1972	49.9	47.1	12.7	83.3	176.2	290.2	101.5	259.3	352.6	297.3	142.9	59.8	1872.8
1973	81.1	20.5	22.7	112.6	392.5	489.6	334.5	366.9	326.6	619.7	459.0	132.6	3358.3
1974	44.2	6.1	10.6	22.5	417.9	427.5	177.7	238.9	532.7	431.2	44.3	57.8	2411.4
1975	29.3	6.2	2.7	13.6	267.5	228.3	381.0	243.6	681.0	402.5	657.5	209.4	3122.6
1976	54.1	11.4	5.2	59.4	241.6	398.0	195.8	197.7	190.1	341.8	156.7	70.3	1922.1
1977	0.4	2.2	0.0	8.8	312.2	286.4	76.5	341.7	253.0	291.8	151.7	1.9	1726.6
1978	5.2	5.3	69.3	54.5	389.7	232.0	329.3	180.1	479.4	398.4	160.2	205.7	2509.1
1979	11.8	3.8	82.9	328.7	308.0	383.9	198.9	337.6	436.5	492.1	256.7	88.6	2929.5
1980	47.1	42.1	36.5	42.6	404.3	347.4	258.8	314.3	352.1	284.3	370.4	110.2	2610.1
1981	23.3	59.6	41.9	127.0	357.1	478.7	136.6	328.1	351.3	484.3	170.3	83.4	2641.6
1982	17.6	9.2	11.2	72.1	380.3	285.0	103.8	109.8	442.8	471.6	80.0	9.3	1992.7
1983	2.5	19.7	24.8	40.6	106.9	298.0	291.5	213.5	335.5	388.3	172.4	28.8	1922.5
1984	36.2	21.4	21.1	67.1	186.6	366.6	396.6	470.5	533.9	433.8	163.3	134.8	2831.9
1985	31.8	6.3	17.9	128.4	126.4	311.5	209.4	336.5	239.8	280.8	97.1	67.1	1853.0
1986	55.9	37.9	89.5	7.3	223.0	348.2	64.0	215.3	560.9	709.7	72.4	8.3	2392.4
1987	18.3	5.6	63.2	24.2	209.6	199.8	209.8	350.6	387.7	424.2	59.8	81.1	2033.9
1988	140.9	13.6	79.0	29.3	176.3	383.3	296.6	823.7	587.0	544.0	122.1	54.7	3250.5
1989	15.2	55.1	8.1	24.1	159.4	331.1	239.2	185.5	508.8	214.3	149.5	181.9	2072.2
1990	44.4	14.7	23.8	0.0	331.6	117.6	162.8	239.8	234.7	410.7	559.0	155.5	2294.6
1991	2.5	17.7	60.2	83.3	348.4	339.9	198.0	218.8	394.3	409.0	81.9	64.8	2218.8
1992	2.5	3.6	24.0	190.9	140.1	219.8	171.2	177.7	300.3	258.3	139.1	146.4	1773.9
1993	84.5	7.8	46.5	82.7	399.3	269.8	78.4	309.1	470.5	370.1	195.4	99.9	2414.0
1994	10.3	5.7	13.8	92.4	334.2	223.9	120.4	250.5	406.1	489.2	299.4	112.4	2358.3
1995	18.2	16.4	29.5	123.8	176.1	641.5	259.0	439.0	373.8	550.6	98.6	89.7	2816.2
1996	134.4	77.7	28.3	54.5	327.1	331.8	344.6	304.7	257.1	416.5	257.1	134.6	2668.4
1997	82.0	46.5	58.4	185.6	147.7	223.7	184.8	111.9	308.3	440.6	248.5	56.2	2094.2

1998	0.0	42.5	14.1	16.2	187.8	358.4	417.7	388.3	465.0	506.3	168.9	257.0	2822.2
1999	64.5	46.7	9.0	227.1	225.1	385.5	84.9	493.1	670.4	745.8	270.1	248.0	3470.2
2000	200.6	32.5	5.6	77.8	387.1	379.7	278.2	243.7	540.6	202.2	177.4	71.3	2596.7
2001	75.6	19.9	57.3	33.4	294.5	210.3	158.6	205.3	479.8	294.8	234.8	108.1	2172.4
2002	36.2	13.5	6.1	27.4	316.4	252.6	170.1	433.5	545.3	413.4	201.8	23.0	2439.3
2003	7.3	3.2	68.3	193.9	381.5	478.9	232.0	135.4	381.8	460.2	193.8	115.2	2651.5
2004	62.4	22.9	42.1	30.2	356.2	132.7	270.9	167.7	353.0	425.7	247.4	90.0	2201.2
2005	250.7	11.1	118.3	36.1	274.7	369.2	240.9	373.3	268.5	598.4	205.8	48.7	2795.7
2006	187.7	21.3	20.7	65.2	134.2	382.1	286.3	207.0	156.6	414.2	245.9	97.1	2218.3
2007	31.4	2.1	21.8	117.3	503.3	187.6	210.6	340.2	382.5	490.0	215.0	213.0	2714.8
2008	34.5	29.0	21.2	19.6	478.1	230.1	485.7	556.2	406.7	450.3	503.3	128.4	3343.1
2009	25.7	201.3	108.7	11.5	216.6	408.4	161.4	189.0	125.9	419.2	305.3	58.4	2231.4
2010	78.6	68.1	47.9	226.2	260.8	469.8	415.0	760.8	630.9	359.6	248.8	230.5	3797.0
Prom.	53.8	27.6	36.5	80.5	283.5	325.6	229.1	309.2	402.7	426.5	220.1	106.0	2501.2

**EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A****GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA****TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACIÓN - mm**

LATITUD : 08°48' N

Nº ESTACIÓN: 108-001

LONGITUD : 82°29' N

PROVINCIA : CHIRIQUÍ

ELEVACIÓN : 1700 msnm

DISTRITO : BOQUETE

FECHA DE INICIO: MAR-1963

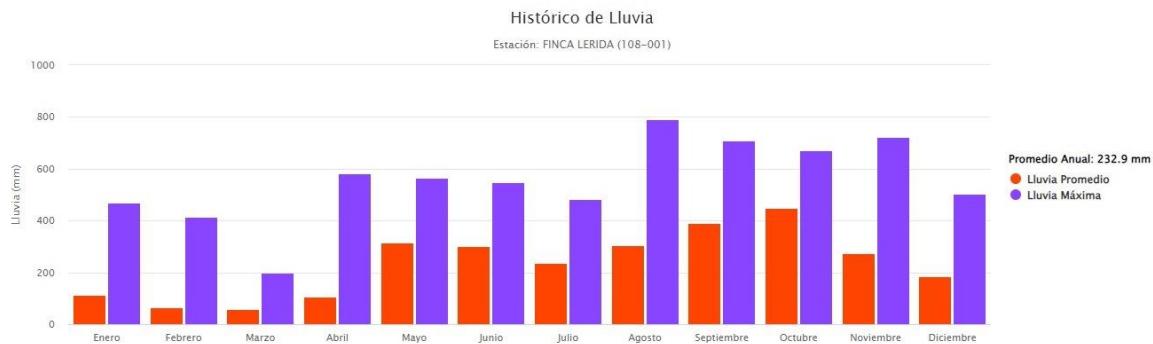
ESTACIÓN FINCA LÉRIDA

CORREGIMIENTO: LOS NARANJOS

TIPO DE ESTACIÓN: CC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970	165.8	111.5	60.0	580.5	230.0	156.0	327.1	361.5	470.6	384.5	483.1	502.0	3832.6
1971	99.5	49.0	57.0	71.5	304.5	179.5	234.5	245.5	507.0	499.5	276.5	93.5	2617.5
1972	71.0	52.5	16.5	132.5	224.5	352.5	117.5	303.5	315.5	364.0	193.0	129.0	2272.0
1973	124.0	40.5	5.5	122.5	412.0	453.5	369.5	414.0	380.5	520.0	429.5	228.5	3500.0

1974	111.5	28.5	20.5	24.5	427.6	383.1	170.0	301.3	375.1	616.8	56.5	81.5	2596.9
1975	62.5	10.0	12.5	27.5	379.3	231.0	271.0	295.0	708.3	482.6	522.1	278.1	3279.9
1976	110.0	35.0	16.0	107.5	316.8	429.9	258.5	220.0	161.5	403.6	231.1	85.0	2374.9
1977	15.5	14.0	7.0	23.5	376.8	236.0	107.5	262.0	278.0	309.3	194.5	18.0	1842.1
1978	36.0	30.0	44.0	87.5	360.0	179.5	320.1	169.0	418.6	410.9	165.0	244.8	2465.4
1979	26.5	14.0	38.5	345.1	254.3	273.3	187.0	405.3	602.2	586.3	385.7	148.0	3266.2
1980	114.0	105.0	37.5	39.0	370.1	396.7	267.8	275.4	302.5	327.5	436.3	194.6	2866.4
1981	67.5	141.0	53.5	200.0	350.0	488.6	122.0	350.6	274.8	552.3	239.5	126.5	2966.3
1982	45.0	53.4	18.0	118.0	441.3	220.0	148.5	135.0	368.4	464.6	146.3	59.0	2217.5
1983	24.5	29.0	29.0	28.0	196.5	246.8	317.3	240.5	345.3	336.0	208.5	51.0	2052.4
1984	114.0	52.0	40.7	74.5	294.6	290.8	336.8	395.4	437.4	422.6	244.5	285.0	2988.3
1985	46.5	45.5	64.0	81.0	154.0	274.1	243.3	238.0	219.5	373.6	124.8	129.5	1993.8
1986	144.3	13.5	200.1	29.0	338.1	350.1	77.5	279.5	473.6	587.8	67.5	51.0	2612.0
1987	75.0	26.0	38.5	68.0	248.0	220.5	284.3	300.1	423.9	469.3	151.5	148.0	2453.1
1988	122.9	69.0	82.5	43.0	183.5	374.8	344.1	792.1	484.2	605.0	154.0	157.5	3412.6
1989	61.0	133.3	58.0	50.5	171.5	338.4	333.6	189.8	404.3	215.0	186.0	314.6	2456.0
1990	150.5	28.5	90.0	15.0	313.3	121.5	172.5	264.0	225.0	447.3	454.2	252.0	2533.8
1991	17.5	58.5	38.0	64.5	400.3	320.1	235.3	293.8	307.0	496.2	92.0	147.0	2470.2
1992	25.0	27.5	48.0	187.3	136.5	215.0	195.5	153.5	313.0	223.3	105.5	232.5	1862.6
1993	170.0	36.0	197.0	89.0	444.5	256.0	88.5	306.0	471.4	342.3	236.8	201.1	2838.6
1994	36.5	27.5	26.5	32.0	236.0	214.8	175.8	234.5	397.1	472.4	296.5	207.0	2356.6
1995	25.5	42.5	57.0	169.5	270.8	504.9	296.5	490.3	387.0	610.1	136.0	94.5	3084.6
1996	312.4	180.8	56.5	38.0	345.3	307.8	309.3	271.8	328.8	507.6	334.8	236.8	3229.9
1997	120.8	125.5	38.5	179.8	195.0	318.0	208.0	161.0	312.5	427.4	360.3	202.9	2649.7
1998	7.0	42.5	73.5	53.0	227.0	354.5	388.9	249.0	427.5	621.4	256.3	329.8	3030.4
1999	116.5	60.5	74.0	301.4	266.0	387.1	108.0	481.1	689.9	610.6	313.0	465.1	3873.2
2000	356.6	107.5	27.0	106.3	279.5	348.3	234.5	224.5	460.6	246.5	205.8	110.5	2707.6
2001	152.0	85.5	44.5	84.5	235.8	192.5	52.5	238.8	451.5	259.3	259.0	191.1	2247.0
2002	127.0	70.5	48.5	79.0	444.4	239.5	214.5	381.1	469.3	346.5	322.8	52.5	2795.6
2003	47.0	20.0	130.5	109.3	323.6	546.4	238.5	170.5	486.1	493.8	415.4	266.0	3247.1
2004	104.0	74.0	166.0	89.0	452.7	222.0	270.5	221.3	508.1	360.1	361.3	165.0	2994.0
2005	469.4	44.5	59.5	103.5	376.9	369.0	220.5	365.8	318.5	672.2	247.0	96.3	3343.1
2006	302.1	71.2	74.9	74.0	393.0	368.5	236.9	244.3	137.6	413.5	288.9	152.0	2756.9
2007	120.2	19.8	50.3	118.3	566.6	144.3	299.9	512.6	421.8	601.4	381.3	337.7	3574.2
2008	86.8	67.0	41.9	36.9	457.0	181.8	483.1	567.2	437.6	439.6	723.4	197.7	3720
2009	91.6	414.6	147.5	21.7	202.6	305.8	225.0	207.3	101.5	374.9	259.8	71.8	2424.1
2010	190.5	97.2	132.5	192.2	234.7	410.4	336.7	689.6	853.8	313.6	335.6	437.5	4224.3
Prom.	113.8	67.2	61.5	107.3	313.0	302.5	239.7	314.7	401.4	444.2	275.2	189.6	2830.0



4.2 ISOYETAS

Variación espacial de la precipitación en el Proyecto. Mapa de Isoyetas.

El mapa general de isoyetas para la República de Panamá presenta las líneas que unen puntos de igual precipitación, la precipitación media anual en la sub cuenca de estudio, oscila entre 210 y 230 mm mensual ó 2619 mm promedio anual

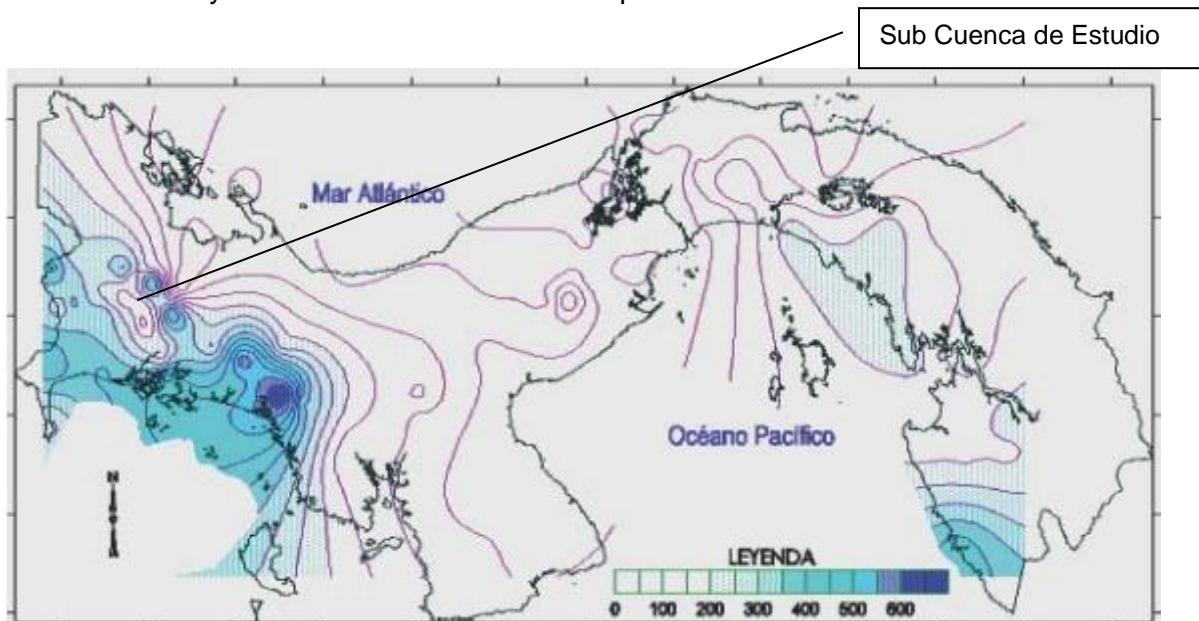


Figura #8. Mapa de isoyetas para la Sub Cuenca de estudio con influencia en el proyecto.

5. BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL (de la Sub cuenca de estudio)

5.1 Estimación de la Temperatura:

El cálculo de la temperatura se hace en base a la ecuación altotérmica, la cual en base a ecuaciones estimadas por mes utiliza la elevación en el sitio de estudio

TEMPERATURAS PROMEDIO EN LA SUB CUENCA DE ESTUDIO

Elevación Promedio: 1608 m.s.n.m.

Meses	Temp. Media °C	T.Máx Prom °C	T.Min. Prom °C
ENERO	17.31	21.80	12.82
FEBRERO	17.33	22.22	12.59
MARZO	18.19	23.20	13.59
ABRIL	18.35	23.12	13.66
MAYO	18.41	23.17	13.95
JUNIO	18.41	22.55	14.23
JULIO	18.24	22.27	14.22
AGOSTO	18.34	22.47	15.17
SEPTIEMBRE	17.97	22.56	13.74
OCTUBRE	17.87	22.25	13.70
NOVIEMBRE	17.85	21.85	14.00
DICIEMBRE	17.45	21.62	13.24
Promedio	17.98	22.42	13.74

* En base a las ecuaciones altotérmicas.

5.2 Estimación de la Evapotranspiración Potencial (ETP) y Evapotranspiración Real (ETR)

En el sistema de Zonas de Vida la Evapotranspiración Potencial es una función de la Bio-temperatura (T_{bio}) y una constante (58.93) definida en el sistema, de acuerdo a la relación siguiente: $ETP = 58.93 * T_{bio}$

Por lo tanto se hace necesario definir la bio-temperatura así como una manera práctica para estimarla. Por consiguiente el concepto de bio-temperatura en el sistema de Zonas de Vida se refiere al rango de temperaturas en las que el ecosistema está efectivamente fotosintetizando.

El mismo sistema de zonas de vida propone los valores de cero y treinta grados para ese rango. La lógica de estos valores es que a temperaturas por debajo de cero la actividad fotosintética está paralizada y para valores por encima de treinta la eficiencia neta de la fotosíntesis es negativa. Esto último es especialmente cierto para las especies con un sistema de fijación de carbono C3, el cual incluye a la mayoría de las especies forestales en el trópico húmedo.

Para el cálculo de la bio-temperatura los valores por encima o por debajo del rango tienen valores de cero. Por lo tanto para estimar la bio-temperatura se requiere información detallada (horaria) de la localidad o localidades de interés. Dicha información no está normalmente disponible y para poder aproximarla el mismo sistema de Zonas de Vida propone una ecuación empírica que estima una corrección para la temperatura media, mensual o anual, basada en la latitud a la que está ubicada la localidad de interés. Dicha relación se incluye a continuación:

$$T_{bio} = T - (3 * \text{Latitud}/100) * (T - 24)^2$$

Dónde T es la temperatura en grados centígrados y la latitud se expresa en formato decimal. La relación debe aplicarse solamente a temperaturas mayores de 24 grados centígrados.

$$T^{bio} = T - (3 * Latitud/100) * (T - 24)^2 \quad N/A$$

Estimación de la Evapotranspiración real anual media.

En la estimación de la **evapotranspiración potencial** anual media para la sub cuenca de estudio, se obtuvo a partir de la siguiente fórmula propuesta por Holdridge:

$$ETP = 58.93 * T^{bio}$$

Donde,

T^{bio} = Biotemperatura anual media en °C. (Entre 0 y 30)

Para el cálculo de la relación de la evapotranspiración potencial (RE) se utilizó la siguiente expresión:

$$RE = ETP / Ppt$$

Donde,

RE = Relación de Evapotranspiración potencial (mm)

ETP = Evapotranspiración potencial anual media (mm)

Ppt = Precipitación Anual media.(mm)

El valor de RE entra al nomograma para el cálculo del movimiento de agua en las asociaciones climáticas y se obtiene el factor F que es la relación entre la ETR y la ETP. Del nomograma de Holdridge (ICE, Costa Rica) se obtienen las siguientes expresiones analíticas para el factor F.

$$F = ETR/ETP$$

$$F = 7.4617 (RE)^3 - 10.46 (RE)^2 + 4.63 (RE) + 0.273; \text{ para } RE = (0.026 < RE < 0.45)$$

Finalmente se obtiene la ETR, de la la siguiente expresión:

$$ETR = F * ETP$$

Donde,

F = Factor de relación ETp y ETR

ETP = Evapotranspiración potencial anual media (mm)

ETR = Evapotranspiración real anual media (mm)

Cuadro 8. Estimación de la Evapotranspiración Real anual media en la micro cuenca de estudio.

Variable Climática	Sub Cuenca de estudio
	$T = 17.98 \text{ } ^\circ\text{C}$
T bio	17.98
Ppt	2619 mm
ETP	1059 mm
RE	0.40
F	0.93
ETR	1985 mm

Llamamos escorrentía a la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real. Para el cálculo del balance hídrico medio de la sub Cuenca de Estudio (hasta el Proyecto), se utilizó la siguiente ecuación simplificada:

$$\langle Q \rangle = \langle P \rangle - \langle ETR \rangle$$

Donde,

Q = Escorrentía anual media (mm/año)

P = Precipitación Anual promedio (mm/año)

ETR = Evapotranspiración real media (mm/año))

$$\langle Q \rangle = 2619 \text{ mm/año} - 985 \text{ mm/año}$$

$$\langle Q \rangle = 1634 \text{ mm/año}$$

Q promedio Multianual: $0.143 \text{ m}^3/\text{s} = 1764 \text{ mm}$ para un área de 30.4 km^2 (sub cuenca de estudio)

Coeficiente de escorrentía de la micro cuenca de estudio: entre 11.9

Rendimiento: 56 L/s/Km²

CONCLUSIONES

- El río Caldera mide aproximadamente 30.4 kilómetros desde su nacimiento hasta las proximidades con el Lote o finca #30460874 (Proyecto), y mantiene un caudal promedio multianual de 1.7 m³/seg, teniendo un promedio 1.8 m³/seg en época lluviosa y 1.5 m³/seg en época seca.
- La recurrencia probable de caudales promedios en época seca y lluviosa con un 90% de probabilidad y un periodo de retorno de 1.1 años es de 0.63 y 1.05 m³/seg respectivamente hasta el sitio de estudio.
- La sub cuenca del río Caldera hasta el sitio de estudio presenta una precipitación promedio multianual de 2619 mm/año, con un escurrimiento entre los 210 y 230 mm/mes en promedio.
- Para un periodo de retorno de 50 años el río Caldera hasta el Proyecto mantiene un caudal extraordinario teórico máximo de 393 m³/s.
- Para un periodo de retorno de 2 años el río Caldera hasta el Proyecto mantiene un caudal extraordinario teórico máximo de 174 m³/s

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CHOW. V. 1994. Hidrología Aplicada. Mac Graw-Hill. Bogota, Colombia. 584 Págs.

ETESA. 2012. Datos de Caudales promedios de la estación Chiriquí Caldera, Jaramillo Abajo. Serie: 1975-2013

PANAMÁ. 1998-1999. Estadística Panameña. Situación Física Meteorológica. Sección 121, Clima. 57 p.

US ARMY. 2012. Hydrologic Engineering Center. HEC-RAS. River Analysis System. 600p

VILLÓN, MÁXIMO. Software de Hidrología: Hidroesta. Cartago – Costa Rica

ANEXOS

REGISTROS DE CAUDALES

(DATOS ORIGINALES)



**EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A.
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍ
CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m^3/s)**

CALDERA, JARAMILLO ABAJO

Latitud: 08°44'50" N

Longitud: 82°25'22" O

Elevación: 995 m.s.n.m.

Datos desde: Oct-1974

Número: 108-02-06

Provincia: Chiriquí

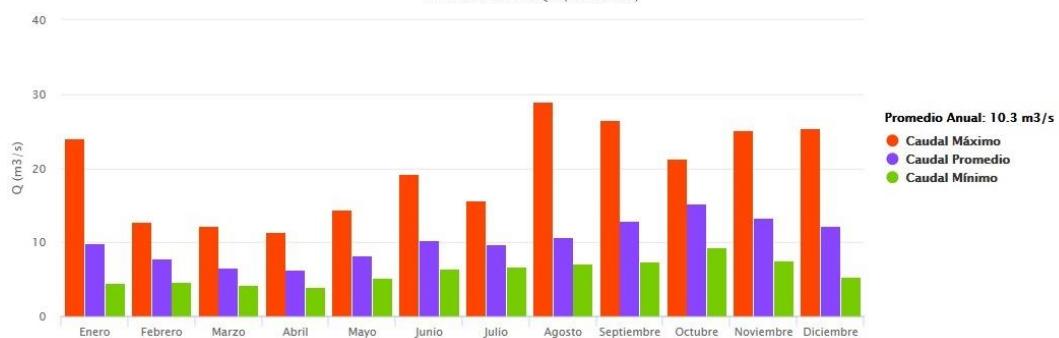
Área de Drenaje: 136 km²

Año	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Prom
1975	6.12	8.16	10.64	10.48	17.85	15.89	25.23	25.41	8.20	7.37	4.90	5.77	12.17
1976	9.36	13.08	12.80	10.03	7.80	11.72	14.67	10.50	12.86	9.06	7.72	6.57	10.51
1977	5.75	9.01	9.75	10.14	8.91	12.34	8.65	5.28	7.33	5.53	5.24	4.85	7.73
1978	7.04	10.41	9.47	7.82	12.39	17.15	11.30	16.43	5.00	5.86	4.79	4.64	9.36
1979	10.72	11.50	7.47	9.70	16.90	19.30	23.54	10.48	7.47	5.78	5.82	11.43	11.68
1980	9.83	15.06	10.91	9.33	15.30	12.72	16.09	16.76	9.69	11.32	5.26	5.83	11.51
1981	10.19	19.34	11.18	11.58	15.11	17.67	17.44	13.68	10.64	8.87	9.54	9.99	12.94
1982	7.07	8.81	7.05	8.12	9.22	17.73	10.26	8.06	6.30	5.30	5.01	5.38	8.19
1983	5.53	7.59	9.16	8.12	11.05	11.71	11.10	8.44	7.35	4.75	4.75	4.00	7.80
1984	10.93	9.62	9.30	18.94	19.36	11.90	10.95	12.87	12.14	6.42	8.21	6.96	11.47
1985	5.56	8.29	7.64	9.96	8.63	9.43	8.89	7.90	8.57	6.95	6.33	5.33	7.79
1986	7.41	10.53	7.73	7.53	15.74	20.03	8.28	6.96	10.38	6.05	7.17	6.34	9.51
1987	6.42	6.38	7.12	10.26	10.26	16.23	10.08	9.76	6.59	6.45	4.56	6.46	8.38
1988	5.44	12.75	15.67	29.01	26.51	17.54	9.46	12.09	11.58	10.31	7.97	4.68	13.58
1989	6.16	8.71	9.12	7.17	12.22	11.88	9.43	14.28	8.65	8.85	7.07	5.51	9.09
1990	8.36	7.20	7.48	9.23	8.43	11.97	13.02	9.45	12.09	7.40	7.90	5.88	9.03
1991	5.17	6.37	6.78	7.85	7.38	13.34	10.48	12.40	4.54	4.70	4.27	4.22	7.29
1992	8.65	7.14	6.73	7.59	9.01	10.38	7.62	11.79	8.09	7.00	7.22	7.58	8.23
1993	9.87	9.77	6.93	10.69	15.95	12.89	11.25	12.60	8.49	6.46	9.99	6.00	10.07
1994	7.94	9.14	8.23	8.58	11.25	17.77	13.97	14.78	7.49	7.18	5.58	5.37	9.77
1995	5.98	12.83	10.96	14.61	11.96	17.35	11.68	10.19	7.82	6.71	4.44	4.59	9.93
1996	8.26	8.20	13.13	13.87	11.73	16.88	15.72	17.33	13.77	12.75	7.03	4.50	11.93
1997	9.05	9.57	10.17	8.03	7.93	14.24	12.72	12.50	8.34	12.49	9.38	6.11	10.04
1998	5.67	9.69	12.54	10.34	16.99	16.22	13.99	15.21	7.48	4.98	5.08	5.85	10.34
1999	11.17	10.79	8.56	11.15	16.55	20.81	18.63	20.24	9.72	9.38	6.62	7.66	12.61
2000	8.60	11.97	11.38	11.56	15.45	12.18	12.03	9.13	18.72	12.47	7.93	7.35	11.56
2001	8.74	11.52	10.92	10.20	13.57	11.37	14.24	13.52	9.61	9.46	4.92	6.62	10.39
2002	12.52	11.58	10.46	12.74	16.28	13.70	12.46	9.93	10.98	8.04	7.21	6.95	11.07
2003	9.21	14.03	11.03	10.05	12.18	21.28	13.54	9.65	7.64	6.90	5.04	6.80	10.61
2004	14.41	11.63	12.33	10.07	10.93	14.39	17.25	11.62	12.19	7.68	12.16	8.55	11.93
2005	7.61	7.98	9.24	9.29	10.51	15.75	15.47	8.90	24.11	10.54	5.47	6.58	10.95
2006	7.15	11.75	10.56	8.80	8.77	15.51	13.26	14.24	10.42	9.14	7.16	8.91	10.47
2007	11.07	5.62	5.08	5.70	9.37	10.11	8.60	11.14	14.55	19.18	21.24	16.77	11.54
2008	10.76	7.29	5.88	6.39	8.42	9.93	12.3	15.68	15.65	17.36	24.33	15.2	12.43
2009	11.02	11.9	13.02	6.74	7.48	11.58	12.97	12.1	8.37	10.15	15.99	11.12	11.04
2010	9.54	7.64	9.59	7.21	7.65	13.96	12.35	13.93	18.04	15.79	16.76	20.55	12.75
2011	14.5	7.74	7.24	7.1	7.02	11.62	11.67	9.69	11.15	18.3	11.33	13.96	10.94
2012	11.11	7.75	11.84	7.1	8.64	9.74	9.85	10.63	8.92	16.9	14.88	11.65	10.75
2017	11.77	7.99	8.42	6.42	8.72	9.52	10.6	9.4	13.84	16.84	10.3	17.81	10.97

Prom	10.10	7.90	6.99	6.41	8.18	10.43	10.02	10.91	12.89	15.23	13.78	12.81	10.47
Max	24.11	12.75	13.02	11.43	14.41	19.34	15.67	29.01	26.51	21.28	24.33	20.55	29.01
Min	4.54	4.70	4.27	4.00	5.17	6.37	6.73	7.17	7.38	9.43	7.62	5.28	4.00
Desv	4.26	2.36	2.42	1.74	2.28	2.96	2.34	4.85	4.51	3.33	4.33	3.74	

Histórico de Caudales

Estación: RÍO CHIRQUI (108-02-06)



CONSULTOR: ING. ALPIDIO FRANCO

AFORO ESPORÁDICO

RIO CALDERA PROYECTO PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE PESCADO PROPIEDAD
DE LAMASUR, S.A

PARA: LAMASUR, S.A.

01/02/2025



Alpidio Franco

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL AFORO:

Para determinar el caudal en las fuentes hídricas se utilizó el método de Vadeo, mediante un correntómetro o molinete.

Se escogió la sección de Medición o sección transversal del curso de agua, tratando de ubicar en el cauce las siguientes características:

1. Velocidades constantes, para una misma altura del tirante de agua.
2. Un tramo recto de cauce, que sus márgenes sean rectas y paralelas.
3. Un tramo de la fuente hídrica estable.
4. Una sección transversal de flujo relativamente constante a lo largo del tramo recto.
5. Un tramo libre de obstáculos.

Una vez ubicada la sección a medir, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Se orientó bien el molinete.
- Se determinó con cuidado las distancias horizontales (se controló la tensión de la cinta métrica).
- Se controló la barra para que no se hundiera en el fondo y se mantuvo la verticalidad.
- El aforador se situó lo más lejos posible del molinete (hacia aguas abajo y a un costado de la hélice) para no distorsionar la corriente de agua.

Metodología: Para realizar la medición del caudal se utilizó el siguiente procedimiento:

1. La sección transversal de la fuente hídrica se dividió en varias subsecciones.
2. El número de subsecciones se escogió en función del ancho del cauce. Cada sección no pasó más del 10% del ancho del caudal.
3. El ancho superior de la sección transversal (superficie libre del agua) se dividió en tramos iguales, cuya longitud es igual al ancho superior de la sección transversal dividido por el número de subsecciones calculadas.
4. En los límites de cada tramo del ancho superior del cauce, se trazó verticales, hasta alcanzar el lecho o fondo. La profundidad de cada vertical se pudo medir con la misma varilla del correntómetro que está graduada. Las verticales se trazaron en el mismo momento en que se midió las velocidades.
5. Con el correntómetro se midió la velocidad media a 0.6 de la profundidad de la vertical, para lo cual se tomó cuatro (4) lecturas.
6. Se aforó desde la margen izquierda (M.I.) hacia la margen derecha (M.D.).
7. Se obtuvo la velocidad promedio del agua en cada vertical. La velocidad promedio del agua en cada subsección es el promedio de las velocidades promedio de las verticales, que encierran la subsección.
8. El área de cada subsección se calculó fácilmente considerándola como un paralelogramo, cuya base (ancho del tramo) se multiplica por el promedio de las profundidades que delimitan dicha subsección.
9. El caudal de agua que pasa por una subsección se obtuvo multiplicando su área por el promedio de las velocidades medias registradas, en cada extremo de dicha subsección.
10. El caudal de agua que pasa por el río es la suma de los caudales que pasan por todas las subsecciones. (Se determinó en Escritorio).
11. Se determinó el caudal mediante la siguiente fórmula:

$Q = A \times V$ donde: Q = Caudal (m^3/s) A = Área de la sección transversal (m^2) V = Velocidad media del agua en la sección hidráulica (m/s)		Esquema de Medición
--	--	---------------------

RESULTADO DE AFORO:

Usuario:	Lamasur, S.A.					Fuente Hídrica:	Rio Caldera Cuenca #108		
Coordenadas de Localización:	337259 mE 977041 mN (WGS84)					Elev.:	1630 msnm		
Fecha de Aforo:	23-ene-25					Molinete Tipo:	Price		
Ancho de la sección de aforo:	2.30 m					Lámina Máx. de Agua:	0.98 m.		
Lugar:Bajo Mono, Boquete									
Canal (Entrada)									
Distancia (m)	Velocidad (m/s)					Profundidad (m)		Área	Caudal
	1	2	3	4	Prom.	Lámina	Obs.	m ²	m ³ /s
0	0.25	0.17	0.17	0.17	0.42	0.98	0.20	0.010	0.004
	0.67	0.67	0.67	0.59			0.78		
1	0.42	0.42	0.34	0.34	0.49	0.98	0.20	0.196	0.095
	0.59	0.59	0.59	0.59			0.78		
2	0.40	0.17	0.25	0.34	0.25	0.42	0.98	0.20	0.196
	0.59	0.59	0.59	0.59			0.78		
3	0.60	0.42	0.42	0.34	0.25	0.47	0.98	0.20	0.196
	0.59	0.59	0.59	0.59			0.78		
4	0.80	0.50	0.50	0.50	0.51	0.98	0.20	0.196	0.100
	0.59	0.50	0.50	0.50			0.78		
5	1.00	0.84	0.84	0.84	0.79	0.98	0.20	0.196	0.154
	0.75	0.67	0.75	0.75			0.78		
6	1.20	1.09	1.09	0.92	0.93	0.98	0.20	0.196	0.183
	0.75	1.01	0.75	0.75			0.78		
7	1.40	0.67	0.67	1.17	1.17	0.96	0.98	0.20	0.196
	0.92	0.92	1.09	1.09			0.78		
8	1.60	0.42	0.34	0.59	0.59	0.67	0.98	0.20	0.196
	0.92	0.92	0.75	0.84			0.78		
9	1.80	0.34	0.34	0.34	0.34	0.53	0.98	0.20	0.196
	0.75	0.75	0.67	0.67			0.78		
10	2.00	0.42	0.42	0.42	0.42	0.47	0.98	0.20	0.196
	0.50	0.50	0.50	0.59			0.78		
11	2.20	0.25	0.25	0.34	0.34	0.37	0.98	0.20	0.010
	0.42	0.42	0.42	0.50			0.78		
				0.59			1.980	1.23	m ³ /s

Coordenadas de Localización:	337269 mE 976845 mN (WGS84)	Elev.:	1595 msnm
Fecha de Aforo:	23-ene-25	Molinete Tipo:	Price
Ancho de la sección de aforo:	9.90 m	Lámina Máx. de Agua:	1.30 m.
Lugar:Bajo Mono, Boquete			

Rio (Cauce Principal)										
0	0.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.78	0.16	0.200	0.014
1	0.50	0.34	0.17	0.17	0.17	0.17	0.80	0.16	0.400	0.068
2	1.00	0.34	0.34	0.34	0.34	0.40	1.00	0.20	0.500	0.200
3	1.50	0.50	0.34	0.34	0.50			0.80		
4	2.00	0.34	0.34	0.34	0.17	0.44	1.20	0.24	0.600	0.266
5	2.50	0.75	0.75	0.50	0.59	0.55	1.30	0.26	0.650	0.360
6	3.00	0.25	0.34	0.34	0.42	0.35	1.10	0.22	0.550	0.192
7	3.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	0.90	0.18	0.450	0.133
8	4.00	0.08	0.08	0.08	0.17	0.14	0.88	0.18	0.440	0.060
9	4.50	0.08	0.08	0.08	0.17	0.17	1.10	0.22	0.550	0.091
10	5.00	0.17	0.17	0.25	0.25	0.20	0.90	0.18	0.450	0.090
11	5.50	0.34	0.34	0.34	0.25	0.25	1.10	0.22	0.550	0.139
12	6.00	0.25	0.25	0.25	0.17			0.88		
13	6.50	0.17	0.17	0.25	0.25			0.88		
14	7.00	0.17	0.08	0.08	0.08	0.18	1.30	0.26	0.650	0.115
15	7.50	0.17	0.17	0.25	0.25	0.25	1.30	0.26	0.650	0.164
16	8.00	0.08	0.17	0.17	0.25	0.17	1.20	0.24	0.600	0.101
17	8.50	0.17	0.17	0.17	0.34	0.26	1.10	0.22	0.550	0.140
18	9.00	0.34	0.34	0.34	0.17			0.88		
19	9.50	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.90	0.18	0.450	0.032
20	9.90	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.50	0.20	0.200	0.016

Promedio: 0.37 1.01 Área Total: 14.52 5.2 m3/s

TOTAL RIO CALDERA 6.4 m3/s

Observación: Hora de Aforo: Inicio 10:10 a.m. - Final 11:00 a.m.

Aforador: Anthony Torres Calculado por: Alpidio Franco

(*) corresponde a la sumatoria de las secciones parciales de aforo (área x velocidad parcial de cada sección)



CONCLUSIONES:

- El aforo esporádico corresponde a una medición puntual e instantánea y no refleja el comportamiento recurrente y normal del río Caldera que puede estar influenciado por algún frente frío y continuidad del fenómeno de la niña, sin embargo se tiene una idea de los caudales máximos de los promedios que puede fluir por el río en el sitio de toma del proyecto.
- Se aforo en la derivación del río Caldera hacia Lamasur y en el cauce del río aguas debajo de la mencionada derivación, por lo que la suma de ambos aforo correspondería al caudal disponible en el sitio del Proyecto.

3. INFORME DE CALIDAD DE AIRE PM10-PM2.5.



INFORME DE INSPECCIÓN DE CALIDAD DE AIRE. MEDICIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM 10 – PM 2.5

**PROYECTO: “PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE TRUCHAS LAMASUR”**

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03 DE ENERO DE 2025

FECHA DE INSPECCIÓN: 26 AL 27 DE ENERO DE 2025

TIPO DE PROYECTO: CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACIÓN: CALIDAD DE AIRE

IDENTIFICACIÓN DEL INFORME: 25-23-01-SC-02-LMA-V0



A PROBADO POR:
ING. INDUSTRIAL ALIS SAMANIEGO

CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL	3
2. MÉTODO	3
3. NORMA APLICABLE	3
4. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO	4
5. DATOS DE LA MEDICIÓN:	4
6. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN	4
6.1 TABLAS DE RESULTADOS.....	4
6.2 GRÁFICOS OBTENIDOS.....	7
6.3 RESULTADO DE LA MEDICIÓN	8
6.4 TÉCNICO QUE REALIZÓ LA INSPECCIÓN	8
7. ANEXOS.....	8

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Tipo de Servicio: INSPECCIÓN DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTAL – MEDICIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM 10, PM 2.5.

1.2 Identificación de la aprobación del Servicio: 25-01-SC-02-LMA-V0

1.3 Datos Generales de la Empresa

Nombre del Proyecto	PLANTA DE PROCESAMIENTO DE TRUCHAS LAMASUR
Persona de contacto	ING. GILBERTO SAMANIEGO
Fecha de la Inspección	26 AL 27 DE ENERO DE 2025
Localización del proyecto:	BAJO MONO, CORREGIMIENTO DE LOS NARANJOS, DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ
Coordenadas:	PUNTO 1: 976847 N, 337275 E

1.4 Descripción del trabajo de Inspección

Se realizó la Inspección de Calidad de Aire Ambiental, realizando la Medición de Partículas suspendidas PM10 y PM 2.5, Bajo Mono, corregimiento de Los Naranjos, Distrito de Boquete, Provincia Chiriquí, los días 26 al 27 de enero de 2025.

La descripción cualitativa durante la medición corresponde: Día soleado. Humedad Relativa: 76.4 %RH, Velocidad del Viento: 1.01 m/s, Temperatura: 25.8 °C Dentro del proyecto.

2. MÉTODO

De acuerdo a la Medición en tiempo real, con memoria de almacenaje de datos (Datalogger).

UNE-EN 16450:2017 Sistemas automáticos de medida para la medición de la concentración de materia particulada PM 10, PM 2.5.

Los tiempos de inspección son definidos por el cliente. El Laboratorio de Mediciones Ambientales, S.A. no propone, ni define los tiempos de medición de los parámetros solicitados.

3. NORMA APLICABLE

Resolución No. 021 de 24 de enero del 2023. Por la cual se adoptan como valores de referencia de calidad de aire para todo el territorio nacional, los niveles recomendados en las Guías Global de Calidad de aire (GCA) 2021 de la Organización Mundial de la Salud y se establece los métodos de muestreo para vigilancia del cumplimiento de esta norma.

“Los valores Guía de la OMS, son percentiles para mediciones anuales”. Para el cumplimiento de los valores límite se requieren mediciones anuales en el punto de inspección.

Niveles recomendados en las Guías de Calidad de Aire (GCA) 2021 OMS.

Contaminante	Tiempo	Resolución No. 021 de 24 de enero del 2023
PM _{2.5} µg/m³	Anual	15
	24 horas	37.5
PM ₁₀ µg/m³	Anual	30
	24 horas	75

4. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

MEDIDOR DE PARTÍCULAS	PM 10
Instrumento utilizado	EQ-23-04
Marca del equipo	AEROQUAL
Modelo	SERIE 500
Rango	0.0001 – 1.000 mg/m ³
Fecha de calibración	12 DE JUNIO DE 2024

5. DATOS DE LA MEDICIÓN:

Las mediciones se realizaron en el horario diurno/nocturno utilizando el **Medidor de partículas** calibrado, Tomando lecturas de (5 minutos) durante (24 horas) en cada punto, grafica de resultados.

6. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

6.1 TABLAS DE RESULTADOS

Punto N°1

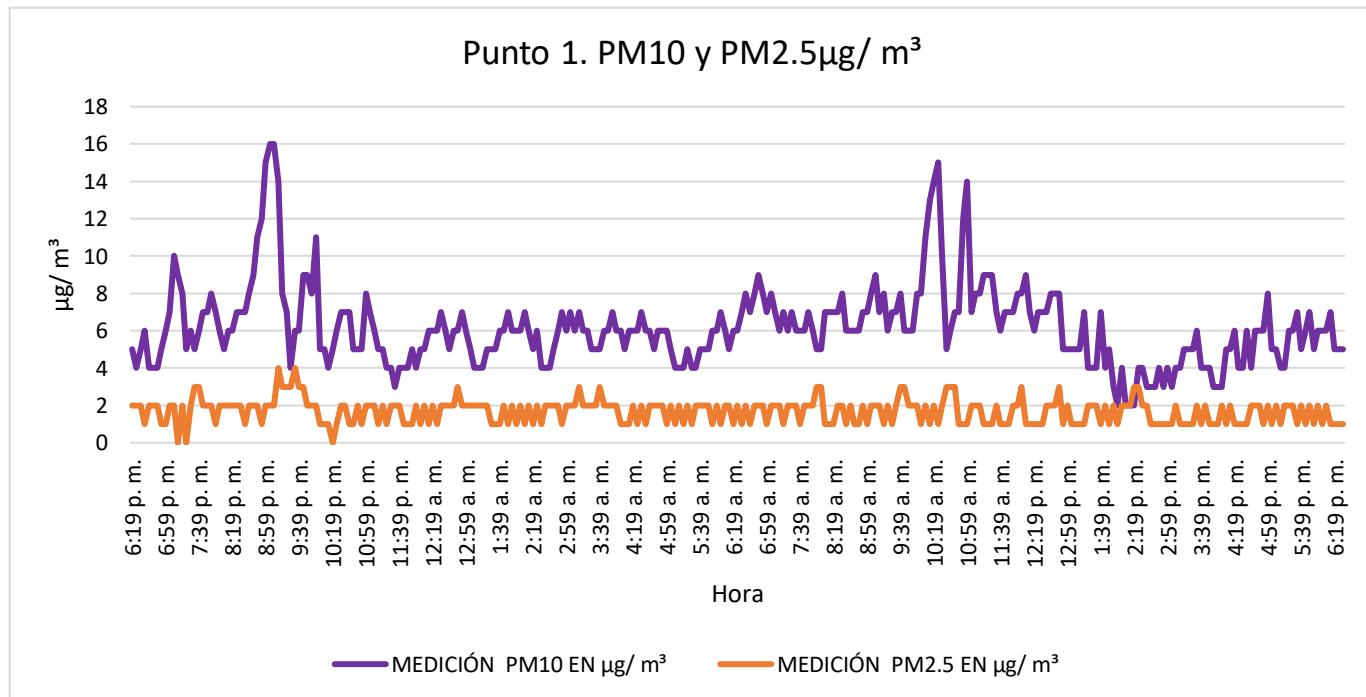
HORA	MEDICIÓN PM10 EN μg/ m³	MEDICIÓN PM2.5 EN μg/ m³	HORA	MEDICIÓN N PM10 EN μg/ m³	MEDICIÓN PM2.5 EN μg/ m³	HORA	MEDICIÓN N PM10 EN μg/ m³	MEDICIÓN PM2.5 EN μg/ m³
6:19 p. m.	5	2	2:24 a. m.	6	2	10:29 a. m.	10	2
6:24 p. m.	4	2	2:29 a. m.	4	1	10:34 a. m.	5	3
6:29 p. m.	5	2	2:34 a. m.	4	2	10:39 a. m.	6	3
6:34 p. m.	6	1	2:39 a. m.	4	2	10:44 a. m.	7	3
6:39 p. m.	4	2	2:44 a. m.	5	2	10:49 a. m.	7	1
6:44 p. m.	4	2	2:49 a. m.	6	2	10:54 a. m.	12	1
6:49 p. m.	4	2	2:54 a. m.	7	1	10:59 a. m.	14	1
6:54 p. m.	5	1	2:59 a. m.	6	2	11:04 a. m.	7	2
6:59 p. m.	6	1	3:04 a. m.	7	2	11:09 a. m.	8	2
7:04 p. m.	7	2	3:09 a. m.	6	2	11:14 a. m.	8	2
7:09 p. m.	10	2	3:14 a. m.	7	3	11:19 a. m.	9	1
7:14 p. m.	9	0	3:19 a. m.	6	2	11:24 a. m.	9	1
7:19 p. m.	8	2	3:24 a. m.	6	2	11:29 a. m.	9	1
7:24 p. m.	5	0	3:29 a. m.	5	2	11:34 a. m.	7	2
7:29 p. m.	6	2	3:34 a. m.	5	2	11:39 a. m.	6	1
7:34 p. m.	5	3	3:39 a. m.	5	3	11:44 a. m.	7	1
7:39 p. m.	6	3	3:44 a. m.	6	2	11:49 a. m.	7	1
7:44 p. m.	7	2	3:49 a. m.	6	2	11:54 a. m.	7	2
7:49 p. m.	7	2	3:54 a. m.	7	2	11:59 a. m.	8	2
7:54 p. m.	8	2	3:59 a. m.	6	2	12:04 p. m.	8	3
7:59 p. m.	7	1	4:04 a. m.	6	1	12:09 p. m.	9	1
8:04 p. m.	6	2	4:09 a. m.	5	1	12:14 p. m.	7	1
8:09 p. m.	5	2	4:14 a. m.	6	1	12:19 p. m.	6	1
8:14 p. m.	6	2	4:19 a. m.	6	2	12:24 p. m.	7	1
8:19 p. m.	6	2	4:24 a. m.	6	1	12:29 p. m.	7	1
8:24 p. m.	7	2	4:29 a. m.	7	2	12:34 p. m.	7	2
8:29 p. m.	7	2	4:34 a. m.	6	1	12:39 p. m.	8	2
8:34 p. m.	7	1	4:39 a. m.	6	2	12:44 p. m.	8	2
8:39 p. m.	8	2	4:44 a. m.	5	2	12:49 p. m.	8	3
8:44 p. m.	9	2	4:49 a. m.	6	2	12:54 p. m.	5	1
8:49 p. m.	11	2	4:54 a. m.	6	2	12:59 p. m.	5	2
8:54 p. m.	12	1	4:59 a. m.	6	1	1:04 p. m.	5	1
8:59 p. m.	15	2	5:04 a. m.	5	2	1:09 p. m.	5	1
9:04 p. m.	16	2	5:09 a. m.	4	1	1:14 p. m.	5	1
9:09 p. m.	16	2	5:14 a. m.	4	2	1:19 p. m.	7	1
9:14 p. m.	14	4	5:19 a. m.	4	1	1:24 p. m.	4	2
9:19 p. m.	8	3	5:24 a. m.	5	2	1:29 p. m.	4	2

9:24 p. m.	7	3	5:29 a. m.	4	1	1:34 p. m.	4	2
9:29 p. m.	4	3	5:34 a. m.	4	2	1:39 p. m.	7	1
9:34 p. m.	6	4	5:39 a. m.	5	2	1:44 p. m.	4	2
9:39 p. m.	6	3	5:44 a. m.	5	2	1:49 p. m.	5	1
9:44 p. m.	9	3	5:49 a. m.	5	2	1:54 p. m.	3	2
9:49 p. m.	9	2	5:54 a. m.	6	1	1:59 p. m.	2	1
9:54 p. m.	8	2	5:59 a. m.	6	2	2:04 p. m.	4	2
9:59 p. m.	11	2	6:04 a. m.	7	1	2:09 p. m.	2	2
10:04 p. m.	5	1	6:09 a. m.	6	2	2:14 p. m.	2	2
10:09 p. m.	5	1	6:14 a. m.	5	2	2:19 p. m.	2	3
10:14 p. m.	4	1	6:19 a. m.	6	1	2:24 p. m.	4	3
10:19 p. m.	5	0	6:24 a. m.	6	2	2:29 p. m.	4	2
10:24 p. m.	6	1	6:29 a. m.	7	1	2:34 p. m.	3	2
10:29 p. m.	7	2	6:34 a. m.	8	2	2:39 p. m.	3	1
10:34 p. m.	7	2	6:39 a. m.	7	1	2:44 p. m.	3	1
10:39 p. m.	7	1	6:44 a. m.	8	2	2:49 p. m.	4	1
10:44 p. m.	5	1	6:49 a. m.	9	2	2:54 p. m.	3	1
10:49 p. m.	5	2	6:54 a. m.	8	2	2:59 p. m.	4	1
10:54 p. m.	5	1	6:59 a. m.	7	1	3:04 p. m.	3	1
10:59 p. m.	8	2	7:04 a. m.	8	2	3:09 p. m.	4	2
11:04 p. m.	7	2	7:09 a. m.	7	2	3:14 p. m.	4	1
11:09 p. m.	6	2	7:14 a. m.	6	2	3:19 p. m.	5	1
11:14 p. m.	5	1	7:19 a. m.	7	1	3:24 p. m.	5	1
11:19 p. m.	5	2	7:24 a. m.	6	2	3:29 p. m.	5	1
11:24 p. m.	4	1	7:29 a. m.	7	2	3:34 p. m.	6	2
11:29 p. m.	4	2	7:34 a. m.	6	2	3:39 p. m.	4	1
11:34 p. m.	3	2	7:39 a. m.	6	1	3:44 p. m.	4	2
11:39 p. m.	4	2	7:44 a. m.	6	2	3:49 p. m.	4	1
11:44 p. m.	4	1	7:49 a. m.	7	2	3:54 p. m.	3	1
11:49 p. m.	4	1	7:54 a. m.	6	2	3:59 p. m.	3	1
11:54 p. m.	5	1	7:59 a. m.	5	3	4:04 p. m.	3	2
11:59 p. m.	4	2	8:04 a. m.	5	3	4:09 p. m.	5	1
12:04 a. m.	5	1	8:09 a. m.	7	1	4:14 p. m.	5	2
12:09 a. m.	5	2	8:14 a. m.	7	1	4:19 p. m.	6	1
12:14 a. m.	6	1	8:19 a. m.	7	1	4:24 p. m.	4	1
12:19 a. m.	6	2	8:24 a. m.	7	2	4:29 p. m.	4	1
12:24 a. m.	6	1	8:29 a. m.	8	2	4:34 p. m.	6	1
12:29 a. m.	7	2	8:34 a. m.	6	1	4:39 p. m.	4	2
12:34 a. m.	6	2	8:39 a. m.	6	2	4:44 p. m.	6	2
12:39 a. m.	5	2	8:44 a. m.	6	1	4:49 p. m.	6	2

12:44 a. m.	6	2	8:49 a. m.	6	1	4:54 p. m.	6	1
12:49 a. m.	6	3	8:54 a. m.	7	2	4:59 p. m.	8	2
12:54 a. m.	7	2	8:59 a. m.	7	1	5:04 p. m.	5	1
12:59 a. m.	6	2	9:04 a. m.	8	2	5:09 p. m.	5	2
1:04 a. m.	5	2	9:09 a. m.	9	2	5:14 p. m.	4	1
1:09 a. m.	4	2	9:14 a. m.	7	2	5:19 p. m.	4	2
1:14 a. m.	4	2	9:19 a. m.	8	1	5:24 p. m.	6	2
1:19 a. m.	4	2	9:24 a. m.	6	2	5:29 p. m.	6	2
1:24 a. m.	5	2	9:29 a. m.	7	1	5:34 p. m.	7	1
1:29 a. m.	5	1	9:34 a. m.	7	2	5:39 p. m.	5	2
1:34 a. m.	5	1	9:39 a. m.	8	3	5:44 p. m.	6	1
1:39 a. m.	6	1	9:44 a. m.	6	3	5:49 p. m.	7	2
1:44 a. m.	6	2	9:49 a. m.	6	2	5:54 p. m.	5	1
1:49 a. m.	7	1	9:54 a. m.	6	2	5:59 p. m.	6	2
1:54 a. m.	6	2	9:59 a. m.	8	2	6:04 p. m.	6	1
1:59 a. m.	6	1	10:04 a. m.	8	1	6:09 p. m.	6	2
2:04 a. m.	6	2	10:09 a. m.	11	2	6:14 p. m.	7	1
2:09 a. m.	7	1	10:14 a. m.	13	1	6:19 p. m.	5	1
2:14 a. m.	6	2	10:19 a. m.	14	2	6:24 p. m.	5	1
2:19 a. m.	5	1	10:24 a. m.	15	1	promedio	6.2	1.68

6.2 GRÁFICOS OBTENIDOS

Punto 1



6.3 RESULTADO DE LA MEDICIÓN

PUNTO 1- PM 10 24 -hours Average: 6.2 µg/m³

PUNTO 1- PM 2.5 24 -hours Average: 1.68 µg/m³

Para el proyecto “PLANTA DE PROCESAMIENTO DE TRUCHAS LAMASUR” el promedio de partículas suspendidas en un periodo de 24 horas fue de 6.2 µg/m³ para PM10 y 1.68 µg/m³ para PM2.5 en el punto 1.

De acuerdo a las recomendaciones sobre contaminantes atmosféricos de la Resolución No. 021 de 24 de enero del 2023 los niveles promedios para partículas suspendidas PM 10 no debe superar 75 µg/m³ en 24 horas, para partículas suspendidas PM 2.5 no debe superar 37.5 µg/m³ en 24 horas, de acuerdo a las Guías de la OMS, estos valores de referencia son percentiles, solo pueden ser aplicados para mediciones anuales, se hace referencia que las mediciones realizadas son para línea base, a solicitud del cliente.

Los tiempos de inspección son definidos por el cliente. El Laboratorio de Mediciones Ambientales, S.A. no propone, ni define los tiempos de medición de los parámetros solicitados.

6.4 TÉCNICO QUE REALIZÓ LA INSPECCIÓN

NOMBRE: Alis Samaniego

CEDULA: 6-710-920

CARGO: Inspectoría

FIRMA



7. ANEXOS

- REGISTRO FOTOGRÁFICO
- UBICACIÓN DEL PROYECTO
- CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO





UBICACIÓN DEL PROYECTO



**BAJO MONO, CORREGIMIENTO DE LOS NARANJOS, DISTRITO DE BOQUETE,
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

PUNTO 1: 976847 N, 337275 E

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO



Certificado de calibración (Calibration certificate)

Página 1 de 3

DATOS GENERALES

Dimensional <i>Dimentional Laboratory</i>	Distribución por tamaño de partículas <i>disueltas en aire</i>	No. de certificado <i>Report number</i>	CE-QEM-3060
Magnitud o Área: <i>Measure or Genenerate</i>		Fecha de calibración: <i>Calibration date</i>	2024-06-12

DATOS DEL CLIENTE

Cliente/Usuario: <i>Customer/User</i>	Laboratorio de Mediciones Ambientales, S.A. de C.V. Plaza Copeve, Local No. 7, David Chiriquí / David Chiriquí / República de Panamá. CP s/CP
--	--

DATOS EQUIPO DE MEDICIÓN

Descripción: <i>Item</i>	Contador de Partículas	Modelo: <i>Model</i>	series 500
Fabricante: <i>Manufacturer</i>	aeroqual	Identificación: <i>ID</i>	EQ-23-04 (sensor) EQ-29-01 (monitor)
No. de serie: <i>Serial Number</i>	2411201-7022		
Especificación: <i>Specification</i>	Cabezal de conteo de partículas láser (LPC) para Conteo de Material Particular: PM 2,5 y PM 10.		

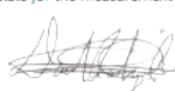
DATOS DE CALIBRACIÓN

Resultado(s) de la medición(es): <i>Measurement result</i>	Ver tabla de resultados (See results table)				
Lugar donde se realizaron las mediciones: <i>Place where the calibration was carried out</i>	Laboratorio de Calibración QEM (Salamanca, Gto.)				
Condiciones ambientales <i>Environmental conditions of measurement</i>	U(k=2)	Inicial	a	Final	U(k=2)
Temperatura: <i>Temperature</i>	± 0,5	22,9	°C	23,1	°C
Humedad relativa: <i>Relative humidity</i>	± 1,7	42,0	%HR	43,0	%HR

OBSERVACIONES

- Los resultados presentados en este informe tienen TRAZABILIDAD a patrones nacionales del Centro Nacional de Metrología (CENAM) y/o internacionales.
- Este documento es válido únicamente en formato digital y con las firmas correspondientes del personal autorizado. Queda prohibida la reproducción parcial de este documento sin permiso del laboratorio que lo emite.
- La incertidumbre de medición se expresa a un nivel de confianza de aproximadamente 95%, con un factor de cobertura $k = 2$ y considera la heredada por los patrones más la que adiciona el ítem durante la medición.
- La incertidumbre presentada para cada patrón utilizado (en la tabla de la siguiente hoja) es la mejor que se alcanza para el ítem al momento de su calibración. La incertidumbre estándar combinada fue estimada de acuerdo al documento: "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAP, OIML (1995)".

Responsable de la medición:
Responsible for the measurement



Dr. David Rodriguez Carrera
Dto. Técnico

Revisó y aprobó:
Approved by



Ing. Aidee Arteaga Diaz
Dto. Calidad

Acreditación ISO/IEC 17025:2017



QEM - QUALITY INGNEERING IN METROLOGY S DE RL DE CV -
Calle Arbol grande 703-C, Colonia Bellavista, Salamanca, Guanajuato.
calidad@qem.mx www.qem.mx

Certificado de calibración (Calibration certificate)

Página 2 de 3

Cert. No. CE-QEM-3060

PATRÓN/MATERIAL DE REFERENCIA

Patrones utilizados
Standard used

MR-QEM-019_D. MRC Particle (Polystyrene), Thermo Scientific, No. catalog: PD3000, Batch (NIST): 3495-008, June 30 (2022).

EQ-QEM-087 Particle Counter, Marca CEM Meters, Modelo CM-DT9880r, Trazable al NIST.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Procedimiento(s) utilizado(s)
Procedure

Procedimiento interno basado en ISO 21501-4:2018.

Norma(s) y/o standard(s) utilizado(s)
Norm & standard

ISO 21501-4 - Determination of particle size distribution — Single particle light interaction methods — Part 4: Light scattering airborne particle counter for clean spaces 2018

JIS B 9921:1997 - Light scattering airborne particle counter for clean spaces JSA - 2012

MÉTODO(S) DE CALIBRACIÓN Y NOTAS

Se calibra por método indirecto por sustitución. La eficiencia de conteo se calcula con la concentración indicada en el instrumento(C) y la concentración de referencia(C_0) para el canal de materia particular (PM). Los valores son el promedio para 3 mediciones repetidas. Se presentan el intervalo establecido por la norma para este parámetro y la incertidumbre se calculan conforme a la norma ISO 21501-4 (E). El equipo fué ajustado acorde al manual de instrucciones del fabricante para el factor de spam (K) mostrado en la tabla de resultados. El equipo se encuentra dentro de las especificaciones del fabricante.



QEM - QUALITY INGINEERING IN METROLOGY S DE RL DE CV -
Calle Arbol grande 703-C, Colonia Bellavista, Salamanca, Guanajuato.
calidad@qem.mx www.qem.mx



Certificado de calibración (Calibration certificate)

Página 3 de 3

Cert. No. CE-QEM-3060

TABLAS DE RESULTADOS

TABLA. Prueba de Exactitud. Especificación para exactitud: +/- (0,005 mg/m³ + 15%)

Particle	Reading (L)					Reference (P)	Desviación	Esp.	Uncertainty
Nominal Size (μm)	Range [mg/m ³]	Rate sample (m ³ /min)	Time record (min)	Gain span (K)	C ₁ [mg/m ³]	C ₀ [mg/m ³]	E [mg/m ³]	± [mg/m ³]	Ur [mg/m ³]
2.5	0.001 a 1,000	-	-	1,097	0.489	0.5000	-0.011	0.080	0.026
10	0.001 a 1,000	-	-	1,258	0.495	0.5000	-0.005	0.080	0.026

