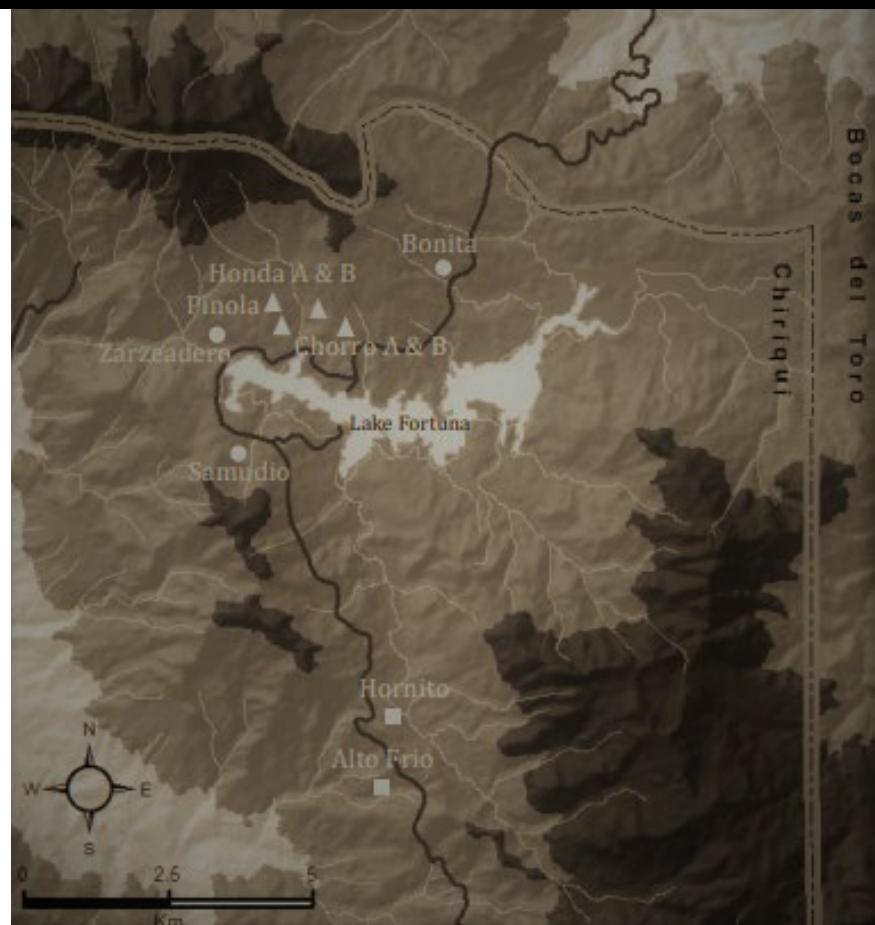


ESTUDIO HIDROLÓGICO  
EN LA CUENCA ALTA  
DEL RÍO CHIRIQUÍ  
HASTA LA ESPERANZA  
1970-2019

AREA DE UBICACIÓN DEL FUTURO PARQUE EÓLICO TRAMONTANA POWER



## Contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	4
2	CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS Y BIOGEOGRÁFICAS.....	5
2.1	Clima en general.....	5
2.2	Clasificación climática de Köppen.....	6
2.3	Zonas de Vida.....	8
2.4	Temperatura Mensual.....	10
2.4.1	Temperatura media anual del aire superficial.....	14
2.5	Viento .....	17
2.6	Evapotranspiración .....	18
2.7	Precipitación .....	26
2.7.1	Metodología .....	26
2.7.2	Mapa de Isoyetas o mapa de distribución espacial de la precipitación en el área en estudio.....	27
2.7.3	Distribución mensual de la precipitación .....	33
2.8	Caudal .....	34
2.8.1	Mapa de Caudales específicos (litros/segundo/km <sup>2</sup> ) .....	36
2.8.2	Ánálisis de Crecidas Máximas .....	39
3	Sedimentos.....	42
4	Conclusiones .....	44
5	Bibliografía.....	46
6	ANEXOS.....	47
6.1	ANEXO A: RESUMEN MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (cuadros A1 al A9).....	47
6.2	ANEXO B: VERIFICACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE DOBLES ACUMULADAS. FIGURAS B-1 A LA FIGURA B-8.....	57
6.3	ANEXO C. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA PARA ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIANTE EL MÉTODO DE PENMAN (cuadros C1 al C19).....	62

## Lista de cuadros

Cuadro. 1 Promedio Mensual de Temperaturas en °C. (Tmáx + Tmín)/2. Estación Paja Sombrero (1980-2019).....	11
Cuadro. 2 Temperatura Promedio cada 5 años a partir de 1995, en Paja Sombrero .....	13
Cuadro. 3 Ecuaciones Alto-Térmicas de la República de Panamá.....	15
Cuadro. 4 velocidad del viento a 2 metros de la superficie en m/s, estación Paja Sombrero.....	17
Cuadro. 5 Coeficiente de la velocidad – método de Penman.....	20
Cuadro. 6 Evapotranspiración Potencial en la Estación Los Santos (128-001) – Método Penman .....	20
Cuadro. 7 Evapotranspiración Potencial en la Estación Santiago (120-002) – Método Penman .....	21
Cuadro. 8 Evapotranspiración Potencial en Bajo Grande (102-009) – Método Penman .....	22
Cuadro. 9 Evapotranspiración Potencial en David (108-023) - Método Penman .....	22
Cuadro. 10 Evapotranspiración Potencial en Paja de Sombrero (108-018) - Método Penman .....	22
Cuadro. 11 Resumen de los resultados del cálculo de la ETP utilizando Penman .....	23
Cuadro. 12 Evapotranspiración potencial y real anual estimada en cada subcuenca (mm) .....	24
Cuadro. 13 Lista de estaciones meteorológicas consideradas para el trazado de las isoyetas ..	28
Cuadro. 14 Precipitación anual en milímetros. Estaciones consideradas para el trazado de isoyetas.....	29
Cuadro. 15 Precipitación multianual en milímetros.....	30
Cuadro. 16 Precipitación media anual en la subcuenca del río Chiriquí (mm) .....	32
Cuadro. 17 Características más importantes de las estaciones de aforo.....	35
Cuadro. 18 Caudales promedio anuales en m <sup>3</sup> /s, estaciones de aforo en la subcuenca del río Chiriquí...	36
Cuadro. 19 Balance hídrico superficial en la cuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza .....	37
Cuadro. 20Análisis Regional de Crecidas Máximas. Zonas hidrológicamente homogéneas .....	40
Cuadro. 21 Factores para diferentes periodos de retorno en años .....	41
Cuadro. 22 Registro de sedimentos suspendidos en la cuenca del río Chiriquí .....	42

## **Lista de Figuras**

Figura. 1 Clasificación climática de Köppen. Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero.....	7
Figura. 2 Clasificación Zonas de Vida. Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero.....	9
Figura. 3 Variación de la Temperatura Media Mensual en °C. Estación Paja Sombrero (1980-2019) .....	12
Figura. 4 Variación mensual de la temperatura en °C. – Estación Paja Sombrero (1980-2019).....	13
Figura. 5 Relación entre la temperatura media anual y el tiempo en años – estación Paja Sombrero. ....	14
Figura. 6 Mapa de isotermas medias anuales en la cuenca hidrográfica del río Chiriquí. .....	16
Figura. 7 Variación mensual de la velocidad del viento a 2 metros del suelo. Estación Paja Sombrero....	18
Figura. 8 Correlación entre la ETP anual estimada mediante el método de Penman y la elevación. ....	23
Figura. 9 Mapa de Evapotranspiración Potencial (Penman) – Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero. ....	25
Figura. 10 Isoyetas medias anuales en la subcuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza .....	31
Figura. 11 Distribución mensual de la precipitación y de la escorrentía de la estación Hornitos. ....	34
Figura. 12 Mapa de caudales específicos (litros/s/km2). Cuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza. ....	38
Figura. 13 Regiones hidrológicamente homogéneas. ....	40

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe expone los resultados de las tareas realizadas en el marco del “Estudio hidrológico en el área del futuro Parque Eólico Tramontana Power”, situado en el corregimiento de Hornitos, distrito de Gualaca, provincia de Chiriquí, con una capacidad instalada de 160 MW. Dicho estudio pretende describir las características físicas, climáticas e hidrológicas de la subcuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza, específicamente en los predios donde se prevé la construcción del parque eólico.

Las tareas desarrolladas incluyeron identificación de la red hidrometeorológica, delimitación de subcuencas, la recopilación de información cartográfica, meteorológica e hidrológica, datos necesarios para determinación de los parámetros hidrológicos necesarios para conocer mejor la variación espacial de la lluvia, temperatura y los recursos hídricos en la subcuenca en estudio, para el cual fue necesario evaluar los principales parámetros del balance hídrico superficial.

Para establecer ese balance fue considerada el agua que llega anualmente a las cuencas a través de las precipitaciones y la pérdida de ésta por la influencia de la evapotranspiración. El periodo de estudio es de 50 años, 1970-2019, el cual se considera representativo porque es una serie muy larga y, además, comprende años muy húmedos como: 1970 y 1996 y muy secos: (Años NIÑO) tales como 1976, 1997 y 2015.

Se utilizaron los registros de caudales de 6 estaciones hidrológicas ubicadas en los alrededores del área en estudio, para verificar la consistencia del mapa de isoyetas. Para el trazado del mapa de isoyetas se consideraron los datos de 9 estaciones de precipitación, ubicadas dentro y en los alrededores de la subcuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza.

Para estimar la evapotranspiración potencial se utilizó la fórmula de Penman tomando como base los registros meteorológicos de las estaciones tipo A de Bajo Grande, ubicada en la parte alta del río Chiriquí Viejo a una elevación de 2300 msnm y la de David, la cual se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Chiriquí, a una elevación de 27 msnm. Estas dos estaciones nos permiten estimar una ecuación lineal que relacione la evapotranspiración potencial con la altura, con la cual, se obtiene un valor aproximado de la evapotranspiración potencial en cada una las subcuencas de las estaciones hidrológicas ubicadas en la cuenca del Río Chiriquí, cerca del área de interés, a través de la altura media de las subcuencas, las cuales fueron determinadas mediante el método de Curvas Hipsométricas.

Para el trazado del mapa de isotermas se utilizaron las ecuaciones altotérmicas desarrolladas por la Dirección de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) y publicadas en el Atlas Nacional de 2016.

Los objetivos generales del Estudio Hidrológico son los siguientes:

1. Identificar las cuencas, subcuencas y red de drenaje y posterior análisis de escorrentía superficial y crecidas.
2. Describir las características físicas, climáticas e hidrológicas de la subcuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza.
3. Elaborar mapas climáticos (precipitación, temperatura, evapotranspiración) e hidrológicos (caudales específicos)

## 2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS Y BIOGEOGRÁFICAS

### 2.1 Clima en general

Diversos factores contribuyen a determinar el clima de una región. Según el Atlas Nacional de Panamá del 2007, en Panamá son tres factores: geográficos, oceanográficos y meteorológicos.

Dentro de las características geográficas podemos mencionar su posición geográfica, es decir, Panamá se localiza dentro de la Zona Intertropical. Otra de su característica es su continentalidad, ya que es una franja angosta, de poca extensión territorial orientada de Este a Oeste, entre el Océano Atlántico y el Pacífico. Dentro de la característica geográfica la más determinante es su relieve, que no solo afecta el régimen térmico, sino que afecta la circulación atmosférica de la región definiendo su régimen pluviométrico.

En cuanto al factor oceanográfico es el hecho de estar rodeada de las dos grandes masas oceánicas, el del Atlántico y del Pacífico, los cuales son nuestras principales fuentes de humedad en nuestra atmósfera y debido a lo angosto de la franja que separa estos océanos, el clima panameño tiene una gran influencia marítima.

El factor meteorológico está relacionado con el Anticiclón Semi-Permanente del Atlántico Norte, que contribuye a caracterizar las condiciones climáticas de nuestro país. La posición y la intensidad de este sistema determinan el impacto que los vientos alisios (del noreste y sureste) tienen en un momento determinado sobre el régimen de lluvias, estableciendo la estacionalidad de las mismas. El encuentro de los vientos alisios del noreste con los del Sureste origina el sistema meteorológico conocido como Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Esta Zona se mueve siguiendo el desplazamiento del sol a través del año, en el verano del hemisferio norte se desplaza hacia el norte y en el invierno hacia el sur. Este movimiento norte-sur y viceversa determina el régimen de lluvias del pacífico panameño y la duración de la estación seca en esta vertiente.

La cuenca alta del río Chiriquí, en donde se ubica el Polígono de los aerogeneradores, situada entre 7 y 9 grados de latitud Norte, está bajo la influencia de los desplazamientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). El Atlas Nacional de Panamá del 2007, antes mencionado, también menciona que cuando esta Zona se encuentra en su posición Sur (Sur de Colombia hasta Perú), se presenta la estación seca en la provincia

de Chiriquí (diciembre hasta abril). En su traslado hacia el Norte, la ZCIT llega a Panamá a finales de abril o principio de mayo, dando inicio al periodo lluvioso. Una vez ubicada en su posición Norte (sobre México) se da el receso de julio y agosto, llamado “Veranillo de San Juan”. Cuando la ZCIT se traslada hacia el Sur del sistema, al pasar por Panamá durante los meses de septiembre a noviembre, ocurre la época más lluviosa del año.

El mismo Atlas también señala que las migraciones estacionales de las masas de aire tropical del Pacífico y del Atlántico en Panamá definen dos regímenes de lluvia: “El régimen del Pacífico y el del Atlántico”. El régimen del Pacífico descansa al sur de la división continental y hay cierto traslape hacia el lado Atlántico, tanto como lo hay también del régimen Atlántico sobre la división hacia la cuenca del Pacífico. A pesar de que la cuenca superior de río Chiriquí hasta Fortuna descarga sus aguas hacia el Pacífico, el régimen de las lluvias está influenciado por el Atlántico, en donde llueve durante todo el año, sin que exista un periodo seco muy marcado, además, el “Veranillo de San Juan” no se aprecia. La subcuenca del río Chiriquí hasta la presa Fortuna tiene forma de un embudo incrustado en la cordillera, con elevaciones más bajas (1600 metros) al norte y más altas hacia el sur (2100 metros) por lo que los vientos del Atlántico cargados de humedad entran por esa depresión y al chocar con las montañas ubicadas hacia el sur ocasionan grandes descargas de lluvias sobre la subcuenca, entre 4000 y 8000 milímetros.

## 2.2 Clasificación climática de Köppen

Según la clasificación de climas de Köppen, ver **Figura 1**, en la subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero se presentan tres tipos de clima<sup>1</sup>:

- **Clima Tropical muy húmedo (Afi):** Todos los meses con lluvias mayores de 60 mm. Temperatura media del mes más fresco es mayor de 18 °C.
- **Clima Tropical húmedo (Ami):** con influencia del monzón (régimen de vientos). Lluvia anual mayor de 2250 mm con 60% concentrada en los 4 meses más lluviosos en forma consecutiva, algún mes con lluvia menor de 60 mm. Temperatura media del mes más fresco mayor de 18 °C.
- **Clima Templado muy húmedo (Cfi):** Todos los meses con lluvias mayores de 60 mm. Temperatura media del mes más fresco menor de 18 °C.

En la figura se aprecia que el 40% del área del Polígono Eólico es de Clima Tropical húmedo y el 60% restante es de Clima Templado muy húmedo, esto quiere decir que esta zona es la más crítica en cuanto a que recibe lluvias mayores de 60 mm durante todos los meses del año y la temperatura del mes más fresco es menor de 18 °C.

---

<sup>1</sup> Atlas Nacional de la República de Panamá, 2007

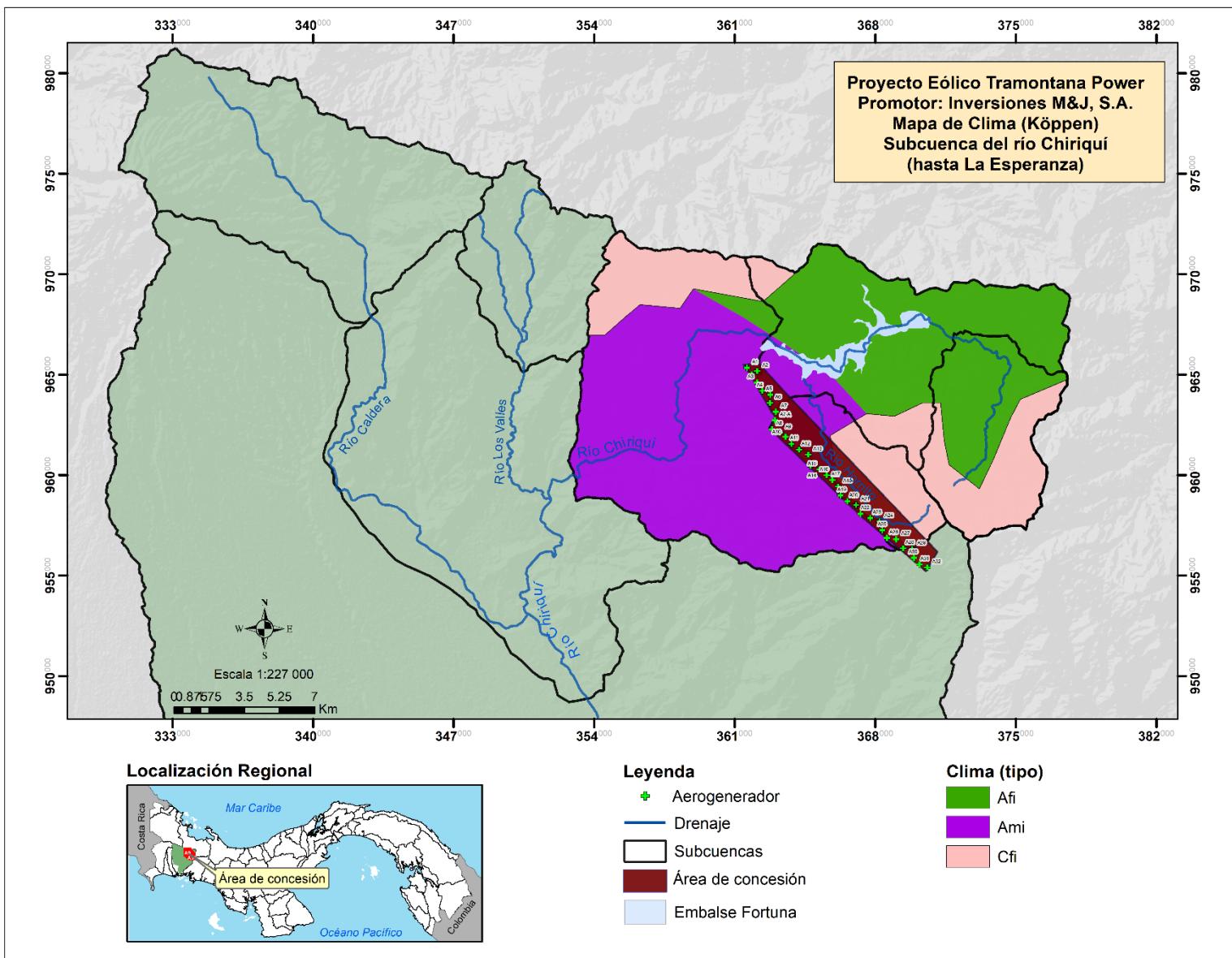


Figura. 1 Clasificación climática de Köppen. Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero.

## 2.3 Zonas de Vida

Según la distribución de zonas de vida llevada a cabo por Holdridge en nuestro país, el área de estudio, ubicada en la subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero, se identifican las siguientes Zona de Vida<sup>2</sup>: Ver **Figura 2**.

- **Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB)**. Esta zona presenta muy pocas oportunidades para el uso forestal en cualquier escala. Tienen como límites climáticos generales una temperatura aproximada entre 12 y 18 °C y un promedio anual de lluvias entre 2000 y 4000 mm. Normalmente se extienden en una faja altimétrica de 1800 a 2800 msnm.
- **Bosque muy húmedo premontano (bmh-P)**: Los límites de elevación superior varían entre 1300 a 1600 metros. La línea superior corresponde a una biotemperatura media anual de unos 17.5 °C. En este límite superior el rango de valores de precipitación anual fluctúa entre 2,000 y 4,000 mm.
- **Bosque pluvial montano bajo (bp-MB)**: Esta zona de vida se desarrolla por encima de los 1300 metros sobre el nivel del mar (msnm) y reemplaza la flora del Bosque Pluvial Premontano. La accesibilidad tanto física como legal es prácticamente nula, dado que son muy pocas o prácticamente no existen carreteras o vías de comunicación en las mismas. Ocupa las laderas superiores de los picos más altos de la provincia de Chiriquí (2400 a 2700 metros).
- **Bosque pluvial premontano (bp-P)**. Esta zona es de difícil acceso y de poco asentamiento humano. De bosque natural y probablemente virgen, incluye una a cuantas asociaciones de tierras elevadas, con una altura intermedia con árboles de dosel que alcanzan 30 y ocasionalmente 40 metros, con troncos generalmente rectos, relativamente delgados, pero con longitudes y diámetros comerciales bastante comunes.

El 90% del área del Polígono Eólico se encuentra dentro de la Zona de Vida “Bosque pluvial premontano” y el resto, en el “Bosque pluvial montano bajo”, son todas demasiadas húmedas y ocupan sitios muy empinados y edáficamente empobrecidos para dedicarlas a la agricultura y al pastoreo y solo en áreas muy limitadas son apropiadas para la producción forestal<sup>3</sup>. Se caracteriza por una precipitación superior a los 4.000 mm en promedio anual. De acuerdo al mapa de isoyetas elaborado en este estudio, la precipitación media anual en el Polígono Eólico oscila entre 4000 y 5500 milímetros.

---

<sup>2</sup> <http://www.fao.org/3/ad395s/AD395s10.htm>

<sup>3</sup> Atlas Nacional de la República de Panamá 2007.

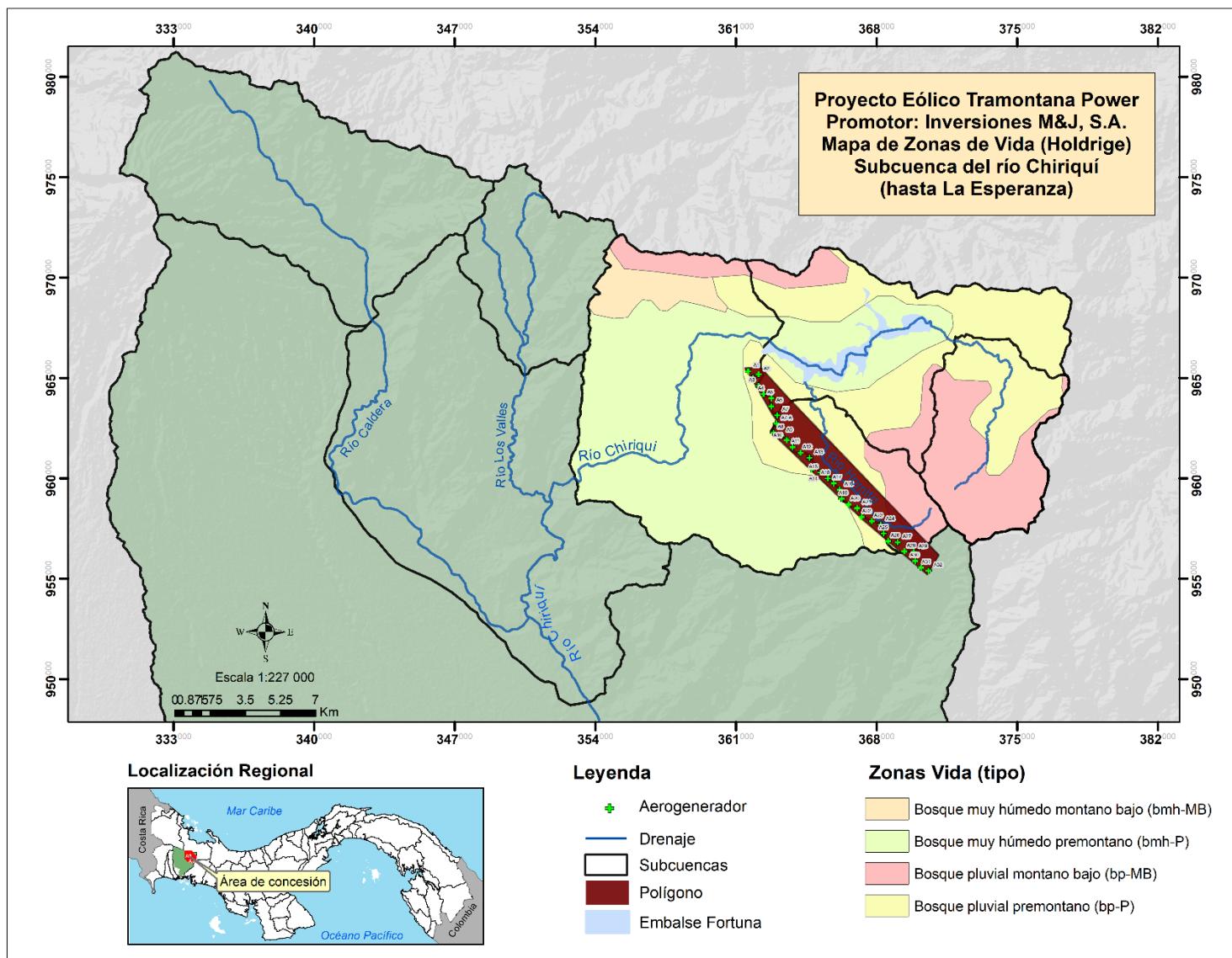


Figura. 2 Clasificación Zonas de Vida. Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero

## 2.4 Temperatura Mensual

La estación Paja Sombrero, ubicada en la parte media de la cuenca del río Chiriquí, a una elevación de 388 msnm, aguas arriba de la confluencia del río Chiriquí con el río Los Valles, registra parámetros climatológicos tales como lluvia, viento y temperatura. Esta estación, por su ubicación, orientación y elevación es la que mejor representa las condiciones climáticas del área en estudio.

En el **Cuadro 1** y en la **Figura 3** se presentan las temperaturas promedias mensuales del periodo 1980-2019, se observa que el promedio anual de las temperaturas es de 25.5 °C. Se aprecia que la temperatura aumenta los primeros meses del año con un máximo en marzo de 28.7 °C para disminuir gradualmente hasta agosto con un mínimo de 23.6 °C. La variación de las temperaturas en un mes es muy baja, con una desviación máxima de sólo 2.0 grados en el mes de febrero. En el periodo lluvioso ocurren las temperaturas mínimas, específicamente los meses de agosto y octubre con 23.6 °C.

Cuadro. 1 Promedio Mensual de Temperaturas en °C. (Tmáx + Tmín)/2. Estación Paja Sombrero (1980-2019)

PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA - °C - ((Tmax+Tmin)/2)  
PAJA DE SOMBRE

LATITUD	8°41'	N	TIPO EST	B	PROVINCIA	CHIRIQUI	ESTACION	108-018					
LONGITUD	82°19'	O			DISTRITO	GUALACA							
ELEVACIOI	388	m.s.n.m											
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1980	25.0	25.8	26.7	26.7	25.6	25.3	25.4	24.9	25.0	24.6	24.3	24.3	1980 25.3
1981	24.9	25.8	26.3	26.4	25.3	24.8	24.8	24.5	24.7	24.2	24.7	24.1	1981 25.0
1982	24.7	25.4	27.2	27.1	24.8	24.9	25.3	25.4	24.8	24.3	24.8	25.7	1982 25.4
1983	26.9	27.1	27.5	26.5	26.3	26.1	25.9	25.7	24.7	24.1	24.2	24.3	1983 25.8
1984	24.9	25.3	26.0	25.6	24.6	24.4	24.2	24.4	23.8	24.1	23.8	24.5	1984 24.6
1985	25.3	26.2	27.3	26.5	25.1	25.1	24.5	24.2	24.0	24.2	24.0	24.8	1985 25.1
1986	25.3	25.9	26.8	27.1	26.3	25.3	25.2	23.6	24.7	24.3	24.8	25.2	1986 25.4
1987	26.2	28.4	27.0	26.9	26.1	26.0	25.6	25.5	25.3	24.4	25.2	26.0	1987 26.1
1988	26.5	27.9	27.4	26.4	26.2	25.1	25.0	24.4	24.6	24.5	24.8	24.2	1988 25.6
1989	26.0	26.5	26.4	27.2	26.0	25.4	25.1	25.2	24.8	24.9	25.0	24.6	1989 25.6
1990	26.3	26.8	27.7	27.2	26.3	26.1	25.0	25.4	25.5	24.4	25.0	24.9	1990 25.9
1991	25.1	26.9	26.6	25.7	25.8	25.4	25.2	24.9	25.1	24.8	24.4	24.5	1991 25.4
1992	25.0	26.2	27.6	26.7	26.3	25.4	24.6	24.4	24.3	24.5	24.2	24.3	1992 25.3
1993	24.2	25.3	25.5	25.4	24.6	25.1	25.1	25.1	24.7	24.7	24.5	24.3	1993 24.9
1994	25.6	26.5	26.3	26.7	25.8	24.9	25.3	24.8	25.3	24.6	24.8	24.9	1994 25.5
1995	25.6	25.8	25.8	25.5	24.9	24.8	24.7	25.0	24.8	23.6	24.2	24.3	1995 24.9
1996	24.3	24.5	25.9	25.3	25.5	25.1	24.8	24.9	25.1	24.5	24.2	24.3	1996 24.9
1997	23.9	25.3	26.6	26.6	26.1	25.2	25.9	25.9	25.5	25.0	25.0	25.6	1997 25.6
1998	27.3	27.6	27.8	27.6	27.4	25.8	25.1	25.3	25.2	24.5	24.7	24.0	1998 26.0
1999	24.3	25.6	26.4	26.1	25.0	24.9	25.4	24.7	24.6	24.5	24.4	24.6	1999 25.0
2000	24.2	25.3	26.2	26.0	25.6	24.9	25.0	25.5	24.8	25.2	24.6	24.3	2000 25.1
2001	24.8	26.7	26.4	26.5	26.0	25.5	25.2	25.5	25.2	25.2	24.3	24.7	2001 25.5
2002	25.2	25.9	27.2	26.7	27.2	25.2	25.3	25.5	25.1	25.0	25.0	25.3	2002 25.7
2003	26.4	26.7	26.5	26.4	25.8	25.0	25.2	25.3	25.3	24.9	25.0	25.0	2003 25.6
2004	25.5	26.5	27.3	27.3	26.1	25.5	24.6	25.2	24.9	24.7	24.6	24.8	2004 25.6
2005	25.2	25.9	26.7	26.5	25.6	25.0	25.5	25.4	25.3	24.3	24.4	24.6	2005 25.4
2006	25.4	26.3	27.1	26.3	25.3	25.3	25.5	25.8	25.3	25.0	25.0	25.1	2006 25.6
2007	27.0	26.8	27.2	26.2	25.3	24.9	25.4	24.7	24.7	24.1	24.9	24.9	2007 25.5
2008	25.3	25.7	25.7	26.4	24.8	24.9	24.4	24.4	24.8	24.2	24.5	25.1	2008 25.0
2009	25.8	26.6	27.5	27.0	25.7	25.4	25.8	25.5	26.1	25.1	25.4	25.6	2009 26.0
2010	26.8	27.5	27.6	27.1	26.2	25.2	24.8	25.1	24.4	24.7	24.1	24.0	2010 25.6
2011	25.0	26.3	26.3	26.2	25.9	25.2	24.9	25.1	24.9	23.7	24.4	24.5	2011 25.2
2012	25.1	26.6	27.3	25.4	25.5	25.5	25.7	24.9	25.2	24.6	25.3	25.4	2012 25.5
2013	27.0	26.9	28.0	27.5	25.9	25.4	25.2	25.2	25.0	25.0	25.0	25.3	2013 25.9
2014	26.3	27.4	27.7	28.1	26.4	26.3	26.7	25.3	25.0	24.9	25.2	25.3	2014 26.2
2015	27.3	27.5	28.3	27.9	27.6	26.7	26.3	26.4	26.2	25.6	25.5	26.9	2015 26.9
2016	27.6	28.3	28.7	28.4	26.8	25.5	25.4	25.5	25.2	24.9	24.7	25.5	2016 26.4
2017	25.7	27.0	27.6	26.6	25.4	25.4	25.4	25.4	25.3	25.0	25.3	25.5	2017 25.8
2018	25.7	27.0	27.1	27.5	25.9	25.7	25.3	25.7	25.1	24.8	25.3	25.8	2018 25.9
2019	27.1	27.6	28.6	27.7	26.2	26.3	26.2	25.1	25.0	24.6	24.7	24.9	2019 26.2

PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA - °C -

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
MEDIO	25.6	26.5	27.0	26.7	25.8	25.3	25.2	25.1	25.0	24.6	24.7	24.9	25.5
MÁX	27.6	28.4	28.7	28.4	27.6	26.7	26.7	26.4	26.2	25.6	25.5	26.9	28.7
MÍN	23.9	24.5	25.5	25.3	24.6	24.4	24.2	23.6	23.8	23.6	23.8	24.0	23.6

Nota: Los datos sombreados con amarillo corresponden a la temperatura promedio del registro.

Información suministrada por ETESA

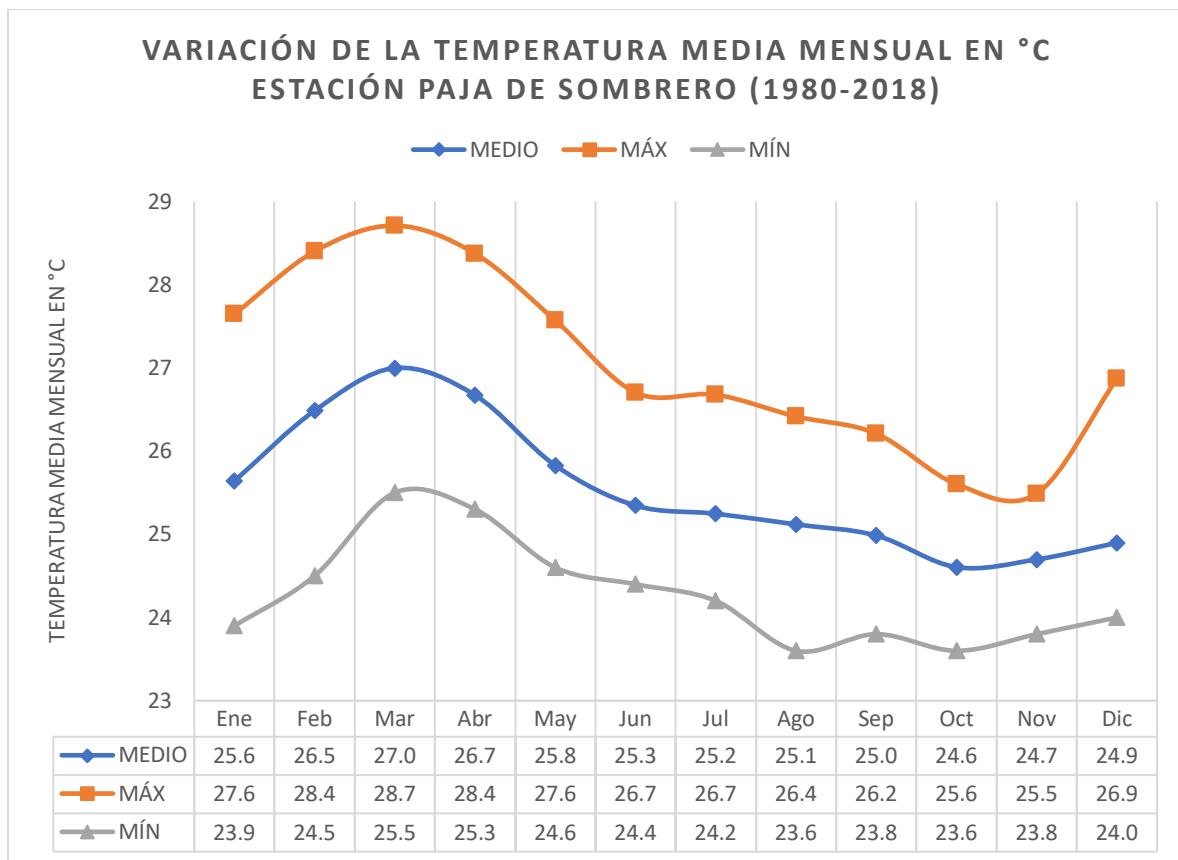


Figura. 3 Variación de la Temperatura Media Mensual en °C. Estación Paja Sombrero (1980-2019)

Con el propósito de analizar el comportamiento de la temperatura en los 38 años de registros disponibles en la estación Paja Sombrero, se graficaron las temperaturas mensuales desde enero de 1980 hasta julio de 2019, Ver **Figura 4**.

En la gráfica se observa que a partir de 1995 hay un incremento gradual de la temperatura. El año más caliente en la Estación Paja Sombrero, durante el período 1980-2019, fue 2015 con un promedio de temperatura media anual de 26.9 °C, seguido de los años 2016 y 2014, con 26.4 °C y 26.2 °C, respectivamente, como se puede observar, ocurre durante los últimos cinco años. También se observa que a partir del 2013 las temperaturas máximas y mínimas son mayores. El efecto inmediato de este incremento gradual de la temperatura son las pérdidas graduales de las aguas almacenadas en embalses producto del incremento en la evaporación.

Para identificar la tendencia con mayor claridad se calcularon promedios cada cinco años a partir de 1995. En el **Cuadro 2** se presentan los resultados. Estos valores se correlacionan contra el tiempo resultando una buena correlación con un coeficiente de 0.92, ver **Figura 5**. En la Figura se observa con mayor claridad la tendencia de incremento de la temperatura en la estación Paja Sombrero a partir de 1995. Exceptuando el año 2010, que fue un año con lluvias extraordinarias en varias áreas del país (Tormenta La Purísima 2010 - Cuenca del Canal).

De acuerdo al resultado de la correlación, de seguir el incremento de la temperatura promedio anual de 0.2 °C cada 5 años, En el 2064, 44 años más adelante, la temperatura se habría

incrementado en 2°C del promedio del último quinquenio, que es 26.2 °C, es decir la temperatura media anual sería de aproximadamente 28.2 °C.

También se observa que, el comportamiento de la temperatura media y de las temperaturas extremas está muy relacionado con la ocurrencia de los fenómenos de variabilidad climática El Niño y La Niña. El primero está asociado con el incremento de las temperaturas y el segundo con la disminución de las mismas. Por ejemplo: La temperatura promedio mensual más alta, 28.7 °C, se registró en abril de 2016 (Año Niño 2015-2016), la más baja, 23.6 °C, en octubre de 1995 (Año Niña).

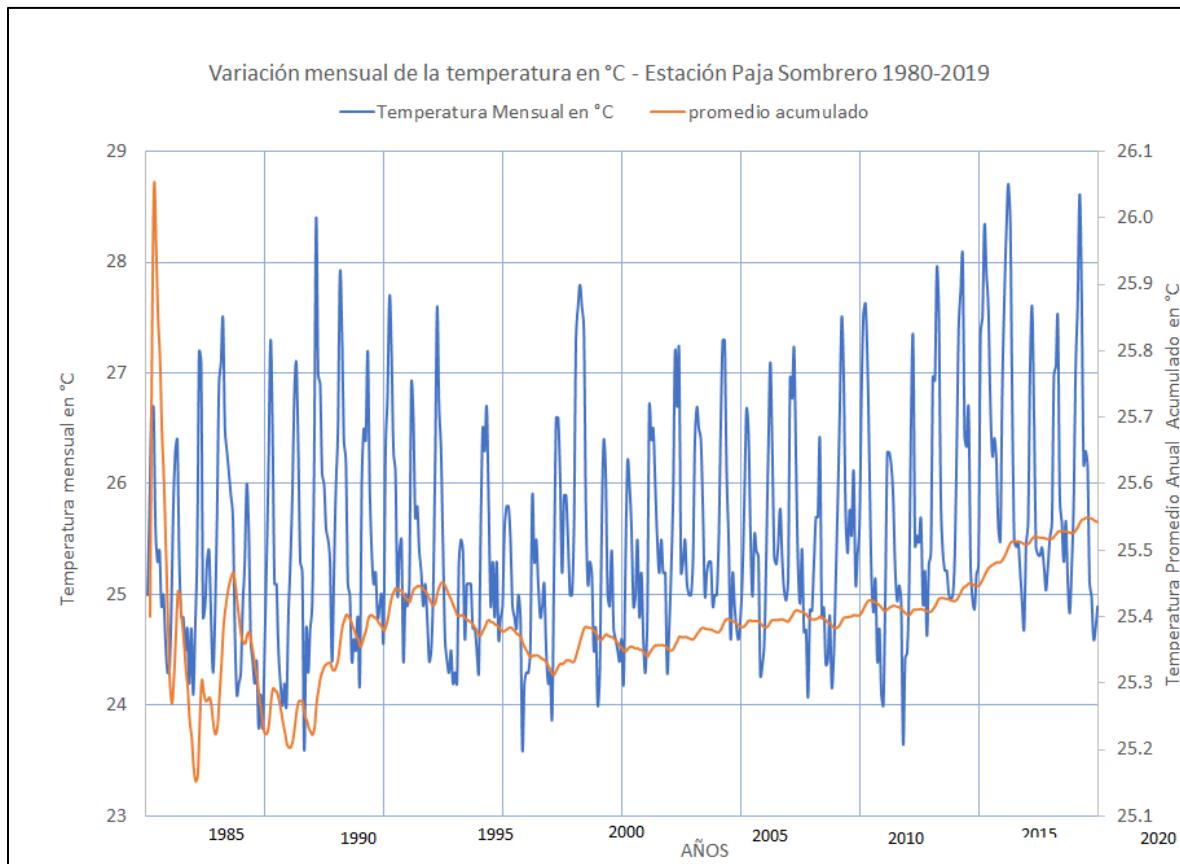


Figura. 4 Variación mensual de la temperatura en °C. – Estación Paja Sombrero (1980-2019)

Cuadro. 2 Temperatura Promedio cada 5 años a partir de 1995, en Paja Sombrero

Periodo	Prom Tem °C
1995-2000	25.3
2000-2005	25.6
2005-2010	25.5
2010-2015	26.0
2015-2019	26.2

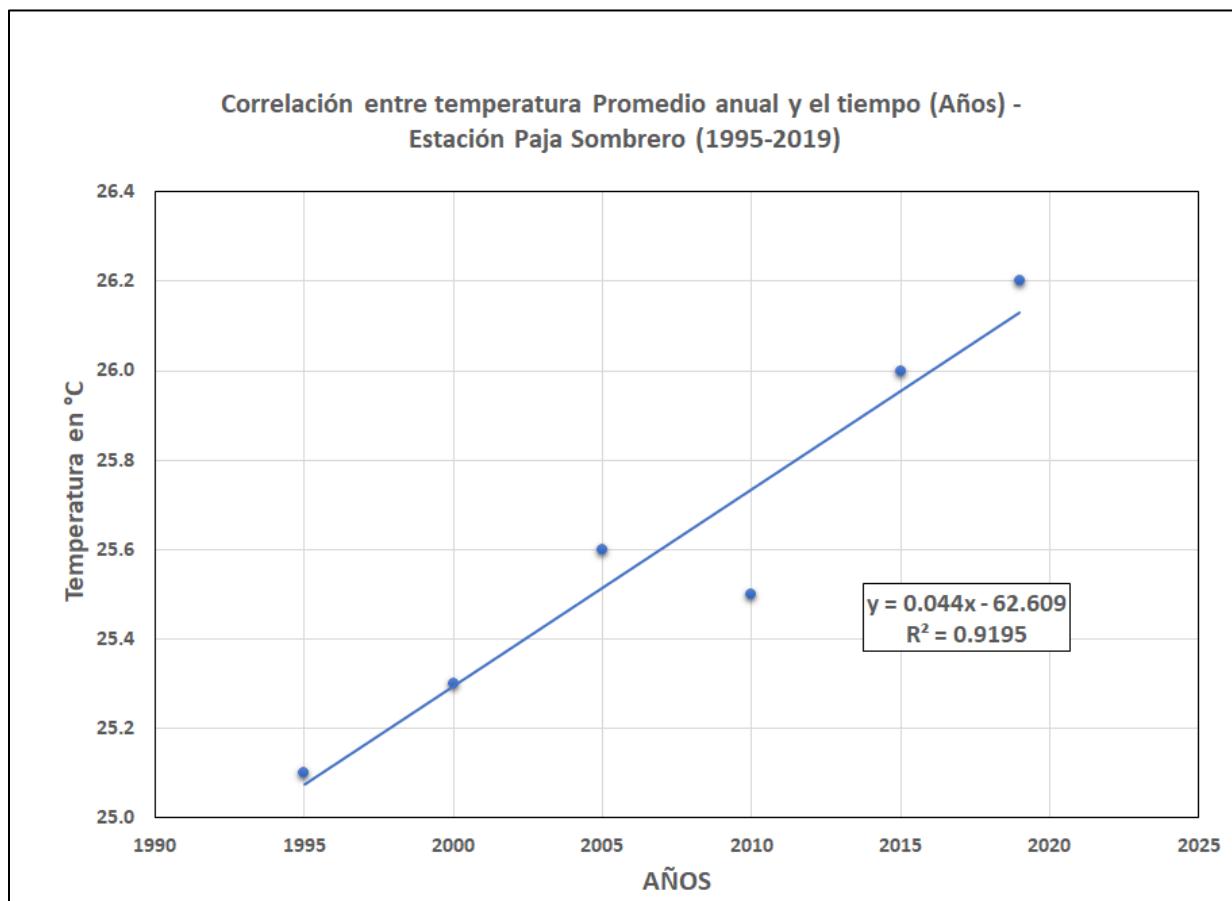


Figura. 5 Relación entre la temperatura media anual y el tiempo en años – estación Paja Sombrero.

#### 2.4.1 Temperatura media anual del aire superficial

El área en estudio tiene poca o ninguna información para el trazado de isotermas, por lo que se emplearon las relaciones obtenidas por correlación de la temperatura con la altura para todas las estaciones que registran este dato en el país. Estas ecuaciones que relacionan la altura versus las temperaturas obtenidas para todos los meses del año, permiten estimar las temperaturas máximas, medias y mínimas conociendo la elevación del sitio. Estas ecuaciones Alto-Térmicas en su versión revisada en el 2005, fueron derivadas por la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA. En el **Cuadro 3** se presentan las ecuaciones.

Cuadro. 3 Ecuaciones Alto-Térmicas de la República de Panamá

MESES	T*MEDIAS	r	T*MÁXIMAS PROMEDIOS	r	T*MÍNIMAS PROMEDIOS	r
ENERO	T1=26.9025-0.0056(h)	0.97	T2=32.4376-0.0067(h)	0.97	T3=21.2985-0.0046(h)	0.92
FEBRERO	T1= 27.4767-0.0059(h)	0.96	T2=33.2929-0.0069(h)	0.96	T3=21.5222-0.0046(h)	0.91
MARZO	T1=27.9808-0.0058(h)	0.96	T2=33.9348-0.0069(h)	0.96	T3=22.0796-0.0048(h)	0.93
ABRIL	T1=28.2513-0.00589h)	0.96	T2=33.4807-0068(h)	0.89	T3=22.7193-0.0049(h)	0.93
MAYO	T1=27.7086-0.0055(h)	0.97	T2=32.4612-0.0065(h)	0.97	T3=23.0267-0.0049(h)	0.96
JUNIO	T1=27.2784-0.0056(h)	0.98	T2=31.6911-0.0063(h)	0.98	T3=22.9882-0.0049(h)	0.97
JULIO	T1=27.1162-0.0056(h)	0.94	T2=31.5519-0.0064(h)	0.98	T3=22.7557-0.0048(h)	0.98
AGOSTO	T1=27.1092-0.0056(h)	0.94	T2=31.6138-0.0064(h)	0.98	T3=22.7460-0.0048(h)	0.98
SEPTIEMBRE	T1=26.9033-0.0055(h)	0.92	T2=31.3618-0.0063(h)	0.97	T3=22.5056-0.0048(h)	0.97
OCTUBRE	T1=26.7040-0.0055(h)	0.92	T2=31.0498-0.0062(h)	0.98	T3=22.4522-0.0048(h)	0.95
NOVIEMBRE	T1=26.7109-0.0055(h)	0.94	T2=31.1603-0.0063(h)	0.98	T3=22.4183-0.0048(h)	0.98
DICIEMBRE	T1=26.7820-0.0057(h)	0.96	T2=31.7592-0.0065(h)	0.98	T3=21.7828-0.00546(h)	0.94

Fuente: Atlas Nacional de la República de panamá, 2007.

El mapa con las isotermas de temperatura media anual, **Ver Figura 6**, muestra la distribución geográfica de valores de temperatura del aire cerca de la superficie del terreno en la subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero.

La Reserva Forestal Fortuna (RFF) tiene como máxima elevación al cerro Chorcha, el cual cuenta con 2,238 metros de altura; mientras que la cuenca hidrográfica del río Chiriquí, que se encuentra dentro de la RFF, tiene como punto más alto un cerro sin nombre, cuya elevación es de 2,192 metros sobre el nivel del mar (msnm), ubicado en el margen superior de la cuenca del río Hornito. La elevación mínima del Polígono es de 1090 msnm y la máxima, 2076 msnm; de acuerdo a las ecuaciones alto-térmicas, la temperatura media anual en el polígono eólico oscila entre 21.1°C y 15.6 °C.

Se destaca la disminución de la temperatura en las elevaciones topográficas de la Cordillera Central y se va incrementando a medida que disminuyen las elevaciones hacia la estación Paja Sombrero, cuya elevación es de 320 msnm.

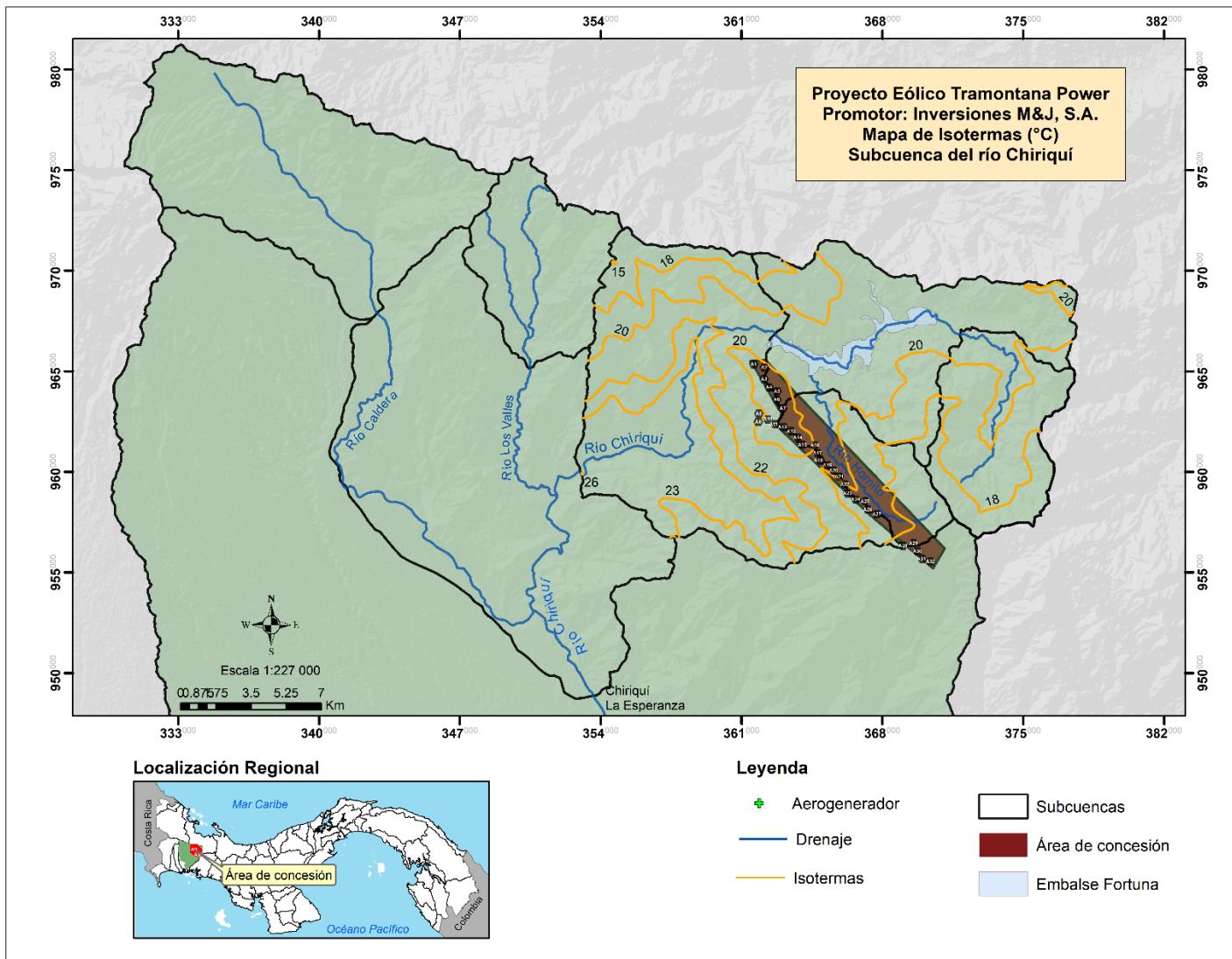


Figura. 6 Mapa de isotermas medias anuales en la cuenca hidrográfica del río Chiriquí.

## 2.5 Viento

En cuanto a la variación del viento en la parte baja de la subcuenca en estudio, considerando la estación meteorológica Paja Sombrero, ubicada en la cuenca del río Chiriquí a 388 msnm, se distinguen dos tendencias que coinciden con la época seca y lluviosa (Cuadro 4 y Figura 7). De acuerdo con los datos registrados en Paja Sombrero, la velocidad media del viento, a una altura de 2 metros del suelo, varía entre un máximo de 2.08 m/s ocurrido en marzo de 2019 y un mínimo de 0.18 m/s registrado en octubre de 2016. La velocidad promedio anual es de 0.65 m/s.

Cuadro 4. Velocidad del viento a 2 metros de la superficie en m/s, estación Paja Sombrero

Velocidad del viento a 2 metros de la superficie en m/s.													
ESTACIÓN PAJA SOMBRERO (108-018)													
Coordenadas: 8° 41' 07" de Latitud Norte y 82° 19' 15" de Longitud Oeste													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
2005	1.52	1.95	0.85	0.75	0.34	0.25	0.33	0.34	0.28	0.26	0.30	0.49	0.64
2006	0.85	1.75	1.71	1.00	0.35	0.33	0.34	0.36	0.30	0.30	0.35	0.61	0.69
2007	1.85	1.56	1.50	0.57	0.25	0.34	0.37	0.30	0.29	0.26	0.36	0.46	0.67
2008	1.01	0.88	1.16	0.74	0.43	0.32	0.31	0.30	0.20	0.26	0.33	0.74	0.56
2009	1.09	1.73	1.73	1.05	0.84	0.32	0.42	0.35	0.32	0.25	0.35	0.57	0.75
2010	1.25	1.09	1.01	0.53	0.45	0.27	0.24	0.27	0.21	0.23	0.36	0.63	0.54
2011	0.72	0.99	1.10	0.66	0.43	1.43	0.30	0.31	0.32	0.26	0.34	0.55	0.62
2012	1.03	1.25	1.52	0.51	0.34	0.29	0.43	0.32	0.36	0.30	0.38	0.57	0.61
2013	1.31	1.13	1.32	0.76	0.25	0.26	0.30	0.25	0.24	0.22	0.27	0.56	0.57
2014	0.97	1.18	1.10	0.83	0.34	0.33	0.48	0.30	0.28	0.26	0.33	0.55	0.58
2015	1.31	1.30	1.31	0.88	0.48	0.50	0.51	0.58	0.35	0.25	0.31	0.64	0.70
2016	0.98	1.74	1.40	0.70	0.38	0.28	0.39	0.31	0.26	0.18	0.21	0.20	0.59
2017	1.13	1.27	1.60	0.78	0.27	0.30	0.30	0.28	0.28	0.30	0.37	1.41	0.69
2018	0.91	1.81	1.95	0.83	0.37	0.29	0.37	0.33	0.26	0.24	0.34	1.11	0.73
2019	1.67	1.69	2.08	0.85	0.33	0.34	0.40	0.33	0.28	0.26	0.33	0.65	0.77
PROM.	1.17	1.42	1.42	0.76	0.39	0.39	0.37	0.33	0.28	0.26	0.33	0.65	0.65

Estimado con el promedio del registro  
Fuente: Hidrometeorología de ETESA



Figura. 7 Variación mensual de la velocidad del viento a 2 metros del suelo. Estación Paja Sombrero.

## 2.6 Evapotranspiración

Para conocer la variación de los caudales dentro de la subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero, es necesario determinar las pérdidas de agua por evapotranspiración, que es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera a través de la evaporación directa de la superficie del suelo más la transpiración de las plantas.

En este estudio se utilizó el método semiempírico de Penman para estimar la evapotranspiración potencial. Este método posee una base físico-teórica y su uso requiere varios elementos de los que no siempre se dispone en todas las estaciones meteorológicas. Da buenos resultados en regiones húmedas y semi-húmedas.

Para pasar de la evapotranspiración potencial a la real se utilizó el diagrama de Holdridge de movimiento de agua en asociaciones climáticas, la que nos permite encontrar la relación entre la Evapotranspiración real y la potencial, que depende fundamentalmente de la precipitación media de la cuenca.

La fórmula que se utilizó para el cálculo de la ETP es la siguiente<sup>4</sup>:

$$ETP = \frac{(Po/P * \Delta/r)^{1/2} * 0.75R_A(0.26 + 0.39n/N) - \sigma T k^4(0.56 - 0.079\sqrt{ed})(0.10 + 0.90n/N)^{1/2}}{0.26(ea - ed)(1.00 + 0.54U)}$$

<sup>4</sup> Carlos A. Ortiz Solorio, Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con aplicaciones en la república mexicana, 1984.

$$(P_0/P * \Delta/r) + 1$$

Donde:

**ETP** = Evapotranspiración potencial en mm/día

**P<sub>0</sub>** = Presión atmosférica media expresada en milibares al nivel del mar

**P** = Presión atmosférica media expresada en milibares en función de la altitud de la estación.

**Δ** = gradiente de la presión de vapor saturante con respecto a la temperatura, expresada en milibares por grado centígrado.

**r** = Coeficiente psicrométrico, para el psicrómetro con ventilación forzada = 0.66.

**0.75** = Factor de reducción de la radiación total de onda corta, que corresponde a un albedo de 0.25.

**R<sub>A</sub>** = Radiación de onda corta recibida en el límite de la atmósfera expresada en mm de agua evaporable (1 mm = 59 calorías) o tablas de valores de Angot.

**n** = Duración de la insolación durante el periodo que se estudia, expresada en horas y décimas de hora.

**N** = Duración de la insolación astronómica.

**σT<sub>k</sub><sup>4</sup>** = Radiación del cuerpo negro expresada en mm de agua evaporable para la temperatura prevaleciente del aire.

**ea** = Presión del vapor saturante, expresada en milibares.

**ed** = Presión del vapor durante el periodo que se estudia, expresada en milibares

**U** = Velocidad media del viento a una altura de 2 metros de la superficie, durante el periodo que se estudia y expresada en m/s.

El valor de **(P<sub>0</sub>/P \* Δ/r)** fue tabulado por Frere y Popov (1980) como una función de la temperatura media y la altura sobre el nivel del mar.

**R<sub>A</sub>** es la tabla de los valores de Angot. El producto de **R<sub>A</sub>(0.26 + 0.39n/N)** es la estimación de **R<sub>g</sub>**, la radiación global. Aquí es necesario aclarar que las constantes 0.26 y 0.39 fueron derivadas para Panamá por el Departamento de Hidrometeorología del IRHE<sup>5</sup>.

**ea**, presión del vapor saturante, se obtiene de la tabla Smithsoniana obtenida en 1966, como una función de la temperatura.

**ed**, presión del vapor durante el periodo estudiado, es un dato que se obtiene directamente de la estación o se estima a partir de:

**ed = Hr X ea**

donde **Hr** = humedad relativa, expresada en forma decimal, no en porcentaje, y

**U** = velocidad del viento, que es un dato directo de la estación.

Es importante hacer notar que el coeficiente de **U**, 0.54U, puede modificarse en función de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima medias, ver **Cuadro 5**.

<sup>5</sup> IRHE (hoy ETESA), Evaluación de Evapotranspiración Potencial para la República de Panamá, 1992.

Cuadro. 5 Coeficiente de la velocidad – método de Penman.

Temperatura mínima Mensual media	Diferencia entre la temperatura máxima y Mínima mensual media	<u>Coeficiente de U</u>
-	TM – Tm $\leq$ 12 °C	0.54
> 5°C	12°C $\leq$ TM – Tm $\leq$ 13 °C	0.61
> 5°C	13°C $\leq$ TM – Tm $\leq$ 14 °C	0.68
> 5°C	14°C $\leq$ TM – Tm $\leq$ 15 °C	0.75
> 5°C	15°C $\leq$ TM – Tm $\leq$ 16 °C	0.82
> 5°C	16°C $\leq$ TM – Tm	0.89

Una de las limitaciones del método de Penman es que no se cuenta con suficientes estaciones que midan la gran diversidad de parámetros que el método requiere.

Para pasar de la evapotranspiración potencial a la real se utilizó el diagrama de Holdridge<sup>6</sup> de movimiento de agua en asociaciones climáticas, la que nos permite encontrar la relación entre la Evapotranspiración real y la potencial, que depende fundamentalmente de la precipitación media de la cuenca.

Para estimar las pérdidas de agua por evapotranspiración en el área en estudio, se tomó como base los registros meteorológicos de las estaciones tipo A de Bajo Grande, ubicada en la cuenca del río Chiriquí Viejo a una elevación de 2300 msnm, de David, ubicada en la parte baja de la cuenca del río Chiriquí a una elevación de 27 msnm, de Santiago, ubicada en la cuenca del río San Pedro a una elevación de 80 msnm, la de Los Santos, la cual se encuentra en la parte baja de la cuenca del río La Villa, a una elevación de 16 msnm y la estación Paja Sombrero, ubicada en la parte media de la cuenca del río Chiriquí, a una elevación de 388 msnm. La información climatológica base se presenta en el Anexo B, cuadros del B-1 al B-19.

Estas cinco estaciones nos permiten estimar la variación de la evapotranspiración potencial con la altura. De esta forma, se obtiene un valor aproximado de la pérdida anual por evapotranspiración en las subcuencas de los ríos con estaciones hidrométricas, río Los Valles La Estrella, Chiriquí Presa de Fortuna (Chiriquí Hornitos), Chiriquí Bijao y Chiriquí Paja Sombrero y Chiriquí La Esperanza. Para ello fue necesario estimar la elevación media de cada subcuenca. La elevación media de las subcuencas de las estaciones hidrométricas, se calcularon utilizando el mapa topográfico 1:50,000 y mediante el método de las curvas hipsométricas.

En los **Cuadros 6, 7, 8, 9 y 10** se da un resumen de los parámetros que se utilizaron para calcular la evapotranspiración potencial mediante el método de Penman.

Cuadro. 6 Evapotranspiración Potencial en la Estación Los Santos (128-001) – Método Penman

<sup>6</sup> CRICA, UNESCO, Hidrología con información limitada, Caudales mínimos, San José Costa Rica, 1983.

Elevación 16 msnm

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
n/N	0.75	0.77	0.73	0.64	0.46	0.33	0.34	0.35	0.35	0.38	0.45	0.62
U	1.90	2.30	2.20	1.70	0.90	0.60	0.60	0.60	0.50	0.50	0.60	1.20
PoΔ/P* <sup>r</sup>	3.33	3.40	3.50	3.60	3.50	3.35	3.30	3.30	3.28	3.23	3.23	3.26
RA	13.22	14.24	15.26	15.68	15.51	15.26	15.34	15.51	15.34	14.66	13.56	12.88
ea	37.58	38.46	39.82	41.23	39.82	37.8	37.14	37.14	36.92	36.28	36.28	36.71
ed	26.91	26.32	27.12	28.29	30.33	30.63	29.82	30.04	30.35	30.06	29.68	28.39
σTK <sup>4</sup>	16.27	16.35	16.48	16.61	16.48	16.29	16.22	16.22	16.2	16.14	16.14	16.18
T°C	27.9	28.3	28.9	29.5	28.9	28.0	27.7	27.7	27.6	27.3	27.3	27.5
Hr	0.72	0.68	0.68	0.69	0.76	0.81	0.80	0.81	0.82	0.83	0.82	0.77
ETP Día	4.1	4.7	5.0	4.9	4.0	3.4	3.4	3.5	3.4	3.2	3.1	3.4
ETP Mes	126	131	155	146	123	101	105	107	101	100	93	106
ETP Anual	1395	mm										

Cuadro. 7 Evapotranspiración Potencial en la Estación Santiago (120-002) – Método Penman

Elevación 80 msnm

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
n/N	0.71	0.77	0.68	0.59	0.44	0.36	0.37	0.38	0.36	0.39	0.42	0.55
U	1.47	1.82	1.84	1.47	1.23	0.99	0.91	0.97	1.06	1.12	1.04	1.09
PoΔ/P* <sup>r</sup>	3.15	3.26	3.40	3.45	3.31	3.21	3.18	3.18	3.17	3.12	3.12	3.12
RA	13.22	14.24	15.26	15.68	15.51	15.26	15.65	15.51	15.34	14.66	13.56	12.88
ea	35.03	36.71	38.46	39.14	37.36	36.07	35.65	35.65	35.23	34.62	34.62	34.62
ed	25.08	25.12	26.20	26.86	28.45	29.23	28.63	28.84	28.96	28.68	28.32	26.77
σTK <sup>4</sup>	16.01	16.18	16.35	16.42	16.25	16.11	16.07	16.07	16.03	15.97	15.97	15.97
T°C	26.7	27.5	28.3	28.6	27.8	27.2	27.0	27.0	26.8	26.5	26.5	26.5
Hr	0.72	0.68	0.68	0.69	0.76	0.81	0.80	0.81	0.82	0.83	0.82	0.77
ETP Día	3.7	4.4	4.7	4.5	3.9	3.4	3.5	3.5	3.4	3.3	3.1	3.2
ETP Mes	114	122	145	136	121	103	110	109	103	102	92	98
ETP Anual	1356	mm										

Cuadro. 8 Evapotranspiración Potencial en Bajo Grande (102-009) – Método Penman

Elevación 2300 msnm

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
n/N	0.460	0.504	0.514	0.399	0.277	0.220	0.239	0.254	0.261	0.245	0.283	0.371
U	0.93	0.95	0.85	0.76	0.66	0.85	1.00	0.95	0.79	0.64	0.69	0.90
PoΔ/P* $r$	2.03	2.04	2.1	2.17	2.25	2.26	2.22	2.22	2.21	2.18	2.15	2.06
RA	13.22	14.24	15.26	15.68	15.51	15.26	15.34	15.51	15.34	14.66	13.56	12.88
ea	15.57	15.67	16.19	16.83	17.49	17.6	17.26	17.26	17.15	16.94	16.61	15.87
ed	14.17	14.26	14.66	15.25	15.92	16.09	15.76	15.73	15.73	15.57	15.25	14.58
σTK <sup>4</sup>	13.39	13.39	13.48	13.59	13.71	13.71	13.67	13.67	13.67	13.63	13.57	13.45
T °C	13.6	13.7	14.2	14.8	15.4	15.5	15.2	15.2	15.1	14.9	14.6	13.9
HR	0.910	0.910	0.905	0.906	0.910	0.914	0.913	0.912	0.917	0.919	0.918	0.918
ETP Día	1.89	2.15	2.43	2.45	2.32	2.23	2.26	2.30	2.25	2.09	1.90	1.78
ETP Mes	58.5	60.3	75.5	73.6	72.0	66.9	70.0	71.4	67.6	64.7	57.0	55.2
ETP Anual	<b>793 mm</b>											

Cuadro. 9 Evapotranspiración Potencial en David (108-023) - Método Penman

Elevación 27 msnm

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
n/N	0.760	0.791	0.722	0.597	0.418	0.335	0.372	0.395	0.373	0.384	0.467	0.624
U	1.43	1.84	1.85	1.35	1.01	0.90	0.89	0.91	0.94	0.93	0.87	0.98
PoΔ/P* $r$	3.15	3.32	3.42	3.40	3.25	3.16	3.15	3.13	3.1	3.05	3.05	3.08
RA	13.22	14.24	15.26	15.68	15.51	15.26	15.34	15.51	15.34	14.66	13.56	12.88
ea	35.86	37.8	39.14	38.69	36.71	35.86	35.44	35.23	35.03	34.41	34.41	34.82
ed	24.38	23.71	24.65	27.20	29.35	29.29	29.03	29.11	29.14	29.32	28.78	26.74
σTK <sup>4</sup>	16.09	16.29	16.42	16.37	16.18	16.09	16.05	16.03	16.01	15.94	15.94	15.99
T °C	27.1	28.0	28.6	28.4	27.5	27.1	26.9	26.8	26.7	26.4	26.4	26.6
HR	0.68	0.63	0.63	0.70	0.80	0.82	0.82	0.83	0.83	0.85	0.84	0.77
ETP Día	3.83	4.58	4.90	4.46	3.68	3.36	3.42	3.48	3.39	3.18	3.07	3.25
ETP Mes	119	128	152	134	114	101	106	108	102	98	92	101
ETP Anual	<b>1354 mm</b>											

Cuadro. 10 Evapotranspiración Potencial en Paja de Sombrero (108-018) - Método Penman

Elevación 388 msnm

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
n/N	0.71	0.77	0.68	0.59	0.44	0.36	0.37	0.38	0.36	0.39	0.42	0.55
U	1.17	1.42	1.42	0.76	0.39	0.39	0.37	0.33	0.28	0.26	0.33	0.65
PoΔ/P* $r$	3.17	3.31	3.39	3.33	3.14	3.08	3.08	3.04	3.03	2.95	2.98	3.03
RA	13.22	14.24	15.26	15.68	15.51	15.26	15.34	15.51	15.34	14.66	13.56	12.88
ea	33.81	35.44	36.5	35.65	33.41	32.63	32.63	32.24	32.24	31.11	31.48	32.24
ed	27.29	27.96	28.58	28.12	27.81	27.60	27.58	27.52	27.61	27.24	27.22	27.12
σTK <sup>4</sup>	15.88	16.05	16.16	16.07	15.84	15.76	15.76	15.71	15.69	15.59	15.63	15.69
T °C	26.1	26.9	27.4	27.0	25.9	25.5	25.5	25.3	25.2	24.7	24.9	25.2
Hr	0.81	0.79	0.78	0.79	0.83	0.85	0.85	0.85	0.86	0.88	0.86	0.84
ETP Día	3.4	4.0	4.2	4.0	3.4	3.1	3.2	3.2	3.1	2.9	2.7	2.9
ETP Mes	105	112	132	119	105	93	98	98	93	90	82	88
ETP Anual	<b>1215 mm</b>											

En el **Cuadro 11** se presenta un resumen de los resultados de la aplicación del método de Penman y en la **Figura 8** una correlación entre la elevación y la ETP, dando buenos resultados, el coeficiente de correlación es de 0.98. Esta relación nos permite elaborar el mapa de evapotranspiración potencial en el área en estudio.

Cuadro. 11 Resumen de los resultados del cálculo de la ETP utilizando Penman.

CODIGO	ESTACION	PROVINCIA	TIPO DE ESTACION	ELEVACION	LATITUD	LONGITUD	ETP (mm)
102-009	BAJO GRANDE	CHIRQUI	BC	2300	8° 51' 00"	82° 33' 00"	793
108-018	PAJA DE SOMBRE	CHIRQUI	BC	388	8° 41' 07"	82° 19' 15"	1215
108-023	DAVID	CHIRQUI	AC	27	8° 23' 48"	82° 25' 42"	1354
120-002	SANTIAGO	VERAGUAS	AM	80	8° 05' 12"	80° 56' 40"	1356
128-001	LOS SANTOS	LOS SANTOS	AC	16	7° 56' 27"	80° 25' 03"	1395

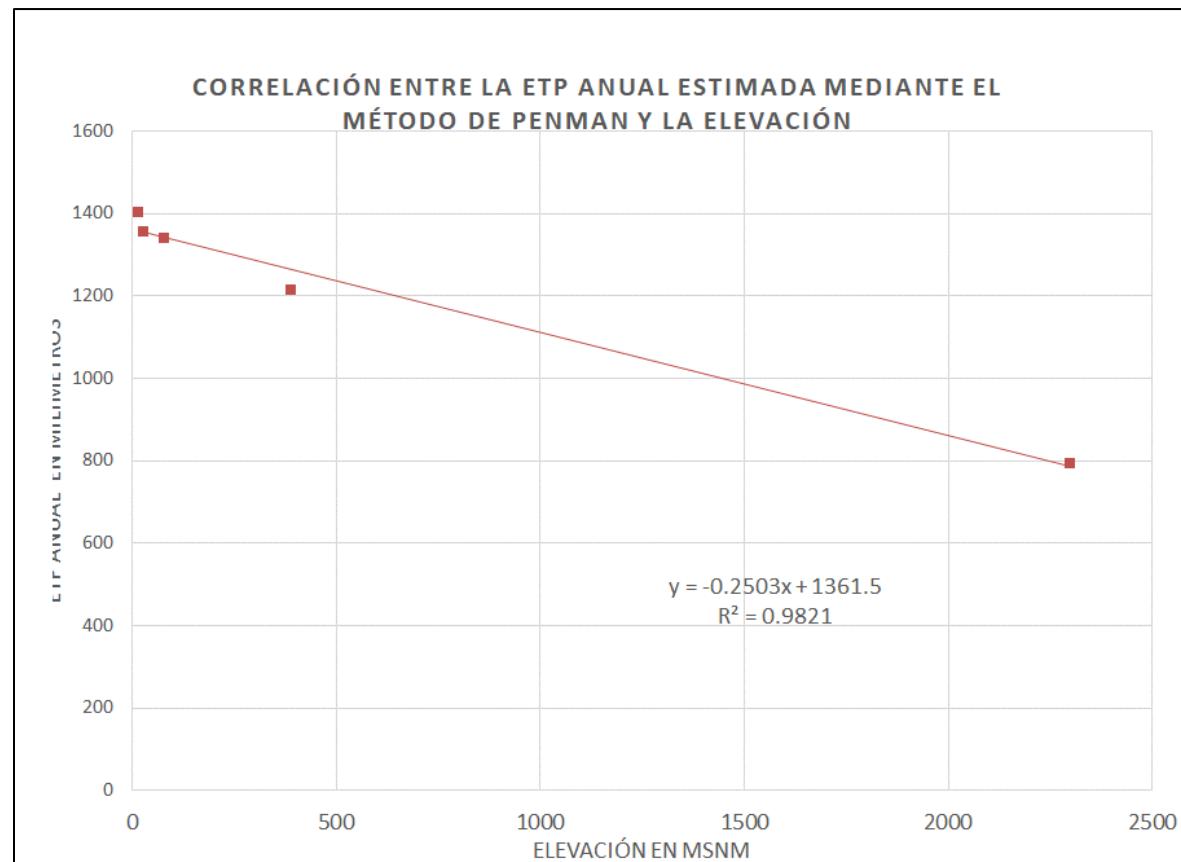


Figura. 8 Correlación entre la ETP anual estimada mediante el método de Penman y la elevación.

El método de Penman utiliza datos de temperatura, humedad relativa, insolación relativa y velocidad del viento a 2 metros de la superficie del suelo, otros parámetros necesarios se estiman directamente de tablas elaboradas para nuestro medio, utilizando la latitud, temperatura y elevación del sitio. La estación Paja Sombrero no dispone de información de insolación relativa,

por lo que, para tener un estimado de la ETP en la estación más cercana al sitio del área en estudio, se utilizó en Paja Sombrero, los registros de insolación relativa de la estación Santiago cuya elevación es la más cercana a la de Paja Sombrero. El valor de ETP anual calculado, utilizando el método de Penman, en la estación Los Santos es 1395 mm, en Santiago 1356 mm, en Bajo Grande 793 mm, en David, 1354 mm. y en Paja sombrero, 1215 mm.

En el **Cuadro 12** se muestran los valores de ETP estimados en cada una de las subcuenca en estudio. Se observa que, de acuerdo al diagrama de Holdridge, la relación entre la evapotranspiración real (ETR) y la potencial (ETP) varía entre 0.876 y 0.927, dependiendo de la precipitación media de la cuenca. En la **Figura 9**, se presenta el mapa de Evapotranspiración Potencial, utilizando la relación ETP versus elevación presentada con anterioridad.

Cuadro. 12 Evapotranspiración potencial y real anual estimada en cada subcuenca (mm)

Evapotranspiracion Potencial y Real anual estimada en cada subcuenca (mm)

Cuenca del río Chiriquí hasta la Estación La Esperanza

Subcuenca - Estación	Elev. Media msnm	ETP (mm)	P (mm)	P/ETP	ETR/ETP	ETR
Chiriquí Bijao	1530	979	6597	0.15	0.754	738
Chiriquí hasta Fortuna	1360	1021	6007	0.17	0.794	811
Chiriquí (Fortuna - Bijao- Hornitos)	1310	1034	5789	0.18	0.809	836
Chiriquí Paja de Sombrero (toda la cuenca)	1220	1056	4991	0.21	0.855	903
Chiriquí Paja de Sombrero (Fortuna-Paja Sombrero)	990	1114	3692	0.30	0.923	1028
Chiriquí La Esperanza (toda la cuenca)	1200	1061	4265	0.25	0.892	947
Chiriquí La Esperanza -Paja Sombrero-Caldera- Los Valles)	534	1228	3990	0.31	0.925	1135
Hornitos Hornitos	1390	1014	5455	0.19	0.820	831
Caldera Jaramillo Abajo	1740	926	3127	0.30	0.921	852
Los Valles La Estrella	1600	961	4293	0.22	0.869	835

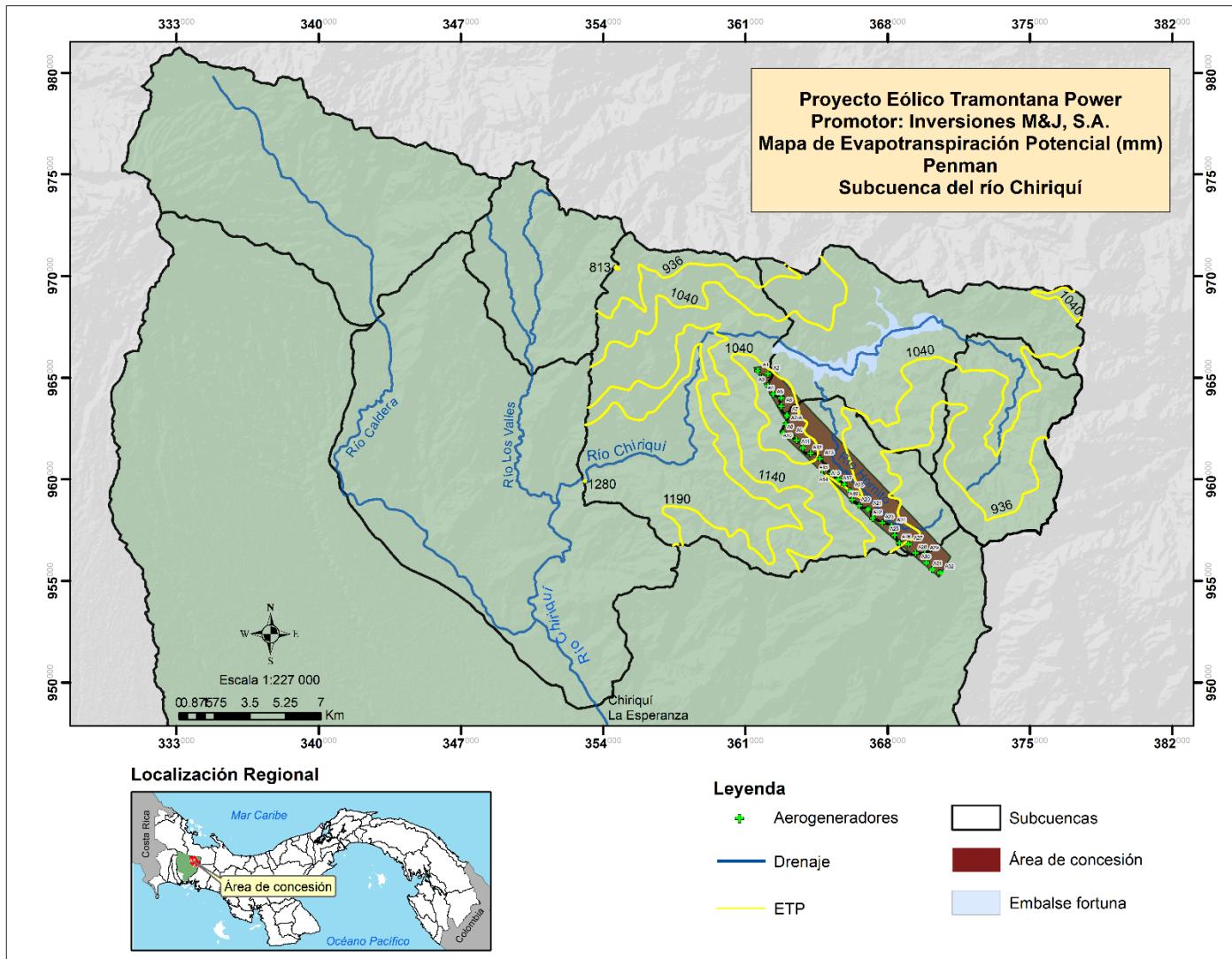


Figura. 9 Mapa de Evapotranspiración Potencial (Penman) – Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero.

## 2.7 Precipitación

### 2.7.1 Metodología

Los datos de precipitación se revisaron, corrigieron y los datos faltantes se estimaron antes de ser usados en la elaboración del mapa de isoyetas anuales. En algunas estaciones la serie fue extendida hasta completar el período en estudio.

Para el relleno de valores mensuales se utilizó el método de Proporción Normal. En este método se ponderan las precipitaciones de las estaciones bases con las relaciones entre precipitación anual normal de la estación en estudio con cada una de las estaciones utilizadas como referencia, lo que queda expresado en la fórmula siguiente:

$$Px = 1/n (Nx/N1* P1 + Nx/N2 * P2 + \dots Nx/Nn* Pn)$$

Donde:

Px = dato faltante de precipitación que se desea obtener

N1, N2... Nn = la precipitación anual normal de las estaciones básicas

P1, P2... Pn = la precipitación en las estaciones básicas durante el mismo período del tiempo del dato faltante.

Nx = precipitación anual normal de la estación en estudio.

n = número de estaciones básicas.

Una vez completada la serie de 50 años en cada una de las estaciones, se verificó su consistencia mediante el método de Análisis Dblemente Acumulativo.

El método de análisis de doble acumulación es una metodología que nos permite identificar las inconsistencias de las observaciones, corregir datos malos, interpolar datos faltantes, y extender la serie de datos, mediante la comparación de los datos de la estación en estudio con los de otra estación o grupo de estaciones que se toman como patrón o base.

La inconsistencia de los datos puede ser causada en su mayor parte por la acción del hombre, estación mal ubicada, cambio de sitio de la estación, error en las lecturas, alteración de sus condiciones de exposición, equipo defectuoso.

Cuando los datos se alinean en una recta, significa que los datos son consistentes, si se produce cambio de pendiente significa que hay una inconsistencia en los datos. Para no desechar los datos registrados en la estación, primeramente, se determina el período

correcto o el periodo que consideramos bueno, luego se ajusta el período con inconsistencias según las razones de las pendientes:

$$Px = \frac{M1 * Pe}{M2}$$

En donde

Px: Precipitación que se desea estimar

M1: Pendiente del tramo correcto

M2: Pendiente del tramo incorrecto

Pe: Precipitación registrada en la estación en estudio

En este tipo de análisis, la pendiente de la recta del tramo correcto se utiliza para la interpolación o estimación de los datos faltantes y para la extensión de la serie. Un estimado de un dato faltante puede llevarse a cabo utilizando la siguiente ecuación:

$$Px = M1 * Pb$$

Donde,

Px: Precipitación que se desea estimar

M1: Pendiente del tramo correcto

Pb: Precipitación de la estación base

Para el cálculo de la precipitación media anual en cada una de las cuencas se utilizó el método de Isoyetas. Este método consiste en trazar curvas de igual precipitación correspondiente al periodo en estudio (1970-2019).

## 2.7.2 Mapa de Isoyetas o mapa de distribución espacial de la precipitación en el área en estudio.

El mapa de isoyetas anuales correspondiente a 50 años de información, período 1970-2019, se elaboró considerando 9 estaciones de precipitación, todas ellas ubicadas en la parte noreste de la cuenca del río Chiriquí. En el **Cuadro 13** se presentan las características más importantes de tales estaciones.

En algunas estaciones la serie fue extendida, utilizando el método de Dobles Acumuladas, hasta completar el período de estudio, en general, los resultados muestran que los datos registrados y estimados son consistentes. Vale la pena señalar que solo dos de las nueve estaciones están vigente en la actualidad.

En el Anexo A, se presentan los resúmenes mensuales de precipitación de las 9 estaciones, Cuadros del A-1 al A-19. En el Anexo B, figuras B-1 a la B-8, se presentan algunas de las gráficas dobles acumuladas con las cuales se verificó, corrigió, rellenó y se extendió la serie de precipitación anual hasta completar el periodo de análisis: 1970-2019.

Cuadro. 13 Lista de estaciones meteorológicas consideradas para el trazado de las isoyetas

Subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero

No.	Número	Nombre	Coordenadas Geográficas		Elevación msnm	Tipo	Fecha de inicio	Observación
1	108-004	Caldera Pueblo Nuevo	08° 39'	82° 23'	350	Pv	oct-62	
2	108-008	La Cordillera	08° 44'	82° 16'	1200	Pv	mar-63	Suspendida 1999
3	108-010	La Esperanza	08° 35'	82° 20'	200	Pv	jul-65	Suspendida 1999
4	108-018	Paja Sombrero	08° 41'	82° 19'	388	B	jun-70	
5	108-020	Quebrada Bijao	08° 44'	82° 09'	1080	CA	jul-70	
6	108-022	Hornitos	08° 43'	82° 13'	1340	CA	oct-70	
7	108-032	Bella Vista	08° 36'	82° 14'	730	Pv	abr-74	Suspendida 1999
8	108-037	India Vieja	08° 45'	82° 21'	1160	Pv	sep-80	
9	108-038	Planta Estrella	08° 47'	82° 21'	620	Pv	sep-80	Suspendida 1999

En el **Cuadro 14** se dan los totales anuales de precipitación corregidos y extendidos y en el **Cuadro 15** se presentan los totales multianuales, por estación, los cuales fueron utilizados en el trazado de las isoyetas.

El mapa de isoyetas también fue ajustado tomando como bueno la información de caudal ya que este parámetro, por lo general, se mide con más exactitud; pues se considera que su medición está sujeta a menores errores, aunque en todo momento se respetó los valores de lluvia de las estaciones consideradas.

Cuadro. 14 Precipitación anual en milímetros. Estaciones consideradas para el trazado de isoyetas.

Estaciones consideradas para el trazado de las isoyetas anuales, Periodo 1970-2019

Año	Caldera Pueblo N 108004	La Cordillera 108008	La Esperanza 108010	Paja Sombrero 108018	Qda. Bijao 108020	Hornitos 108022	Bella Vista 108032	India Vieja 108035	Planta Estrella 108038
1970	4862	5240	5024	3615	5290	3821	5974	5746	3987
1971	4283	4585	4706	3851	5636	3751	6364	5212	4248
1972	3593	3017	4160	2516	3682	2961	4158	3649	2775
1973	4904	4616	5455	4724	6913	5257	7807	5655	5210
1974	4566	3278	5205	3793	5248	3034	6209	5239	4184
1975	4341	4649	5340	4504	6751	4183	6727	5771	4968
1976	2458	3091	3192	2643	4458	3394	4419	3002	2915
1977	3473	2456	3520	2476	3624	3116	4744	3734	2731
1978	3727	3500	3655	4666	6266	4932	5796	4883	5146
1979	5578	3287	4399	4907	5430	5187	7405	6175	5412
1980	3617	3084	4130	3418	5002	3675	5613	4574	3770
1981	4319	3750	3840	4227	6185	4691	6622	5293	4662
1982	3254	2668	2803	3370	4932	3351	4804	3452	3575
1983	3332	2684	3521	2887	5301	2757	5389	3689	3405
1984	4137	3493	5024	3489	4239	3588	6344	4841	4241
1985	3301	2076	3796	2937	5332	2892	5463	3638	3041
1986	2576	2688	3520	2781	4246	3609	4538	3902	3105
1987	3383	1709	3505	2311	3381	2442	4084	3190	2548
1988	4734	3968	5636	4439	6495	4692	7780	6573	3922
1989	3572	2077	3718	3349	4901	3540	5181	3777	4124
1990	3579	2721	3752	3037	4426	3210	5162	3529	3380
1991	3243	2200	3667	2858	3901	3021	5016	3575	2831
1992	2643	1959	3268	2395	3371	2531	4218	2825	2628
1993	3940	2570	3947	3548	5192	3750	5675	4854	4035
1994	2331	2927	3568	2606	3814	2755	4139	3831	3248
1995	4247	4069	5183	4675	6841	4942	7490	5725	4519
1996	4486	3375	4689	3838	5617	4057	6487	4817	4234
1997	3048	2868	2956	2708	3962	2862	4110	3750	3479
1998	4082	2800	3916	3575	5232	3779	6211	4816	3528
1999	5727	3726	4931	4224	6181	4465	7422	5946	4659
2000	3687	2385	3356	2920	4273	3086	4825	4230	3220
2001	3050	2662	3556	3076	4501	3251	5083	4153	3392
2002	3439	2813	2632	3250	4756	3436	5371	4322	3585
2003	5530	4004	4691	4627	6771	4891	7646	5644	5103
2004	3255	2880	3648	3328	4869	3518	5499	3874	3670
2005	3727	3570	3782	4125	6037	4361	6817	4455	4550
2006	3249	2477	3881	2862	4188	3026	4730	3727	3157
2007	4859	3589	4618	4148	6070	4385	6854	5499	4575
2008	4545	3536	4906	4086	5979	4319	6752	5358	4507
2009	3753	3018	3245	3487	5103	3686	5763	4163	3846
2010	6133	4675	5783	5402	7905	5710	8927	7405	5958
2011	4612	3685	4288	4259	6232	4502	7038	5470	4697
2012	2849	2475	3427	2860	4186	3024	4727	3547	3155
2013	3414	2371	4111	2740	4010	2896	4528	3901	3022
2014	3178	2166	3370	2503	3662	2645	4136	3489	2760
2015	3010	2077	3406	2400	3512	2537	3966	2449	2647
2016	3228	2534	3340	2928	4284	3095	4838	2674	3229
2017	5049	3204	3417	3702	5417	3913	6118	4052	4083
2018	2942	2109	2898	2437	3566	2576	4027	5104	2688
2019	2959	2306	2672	2665	3900	2817	4404	3396	2939

Promedio 3836 3073 3981 3443 5021 3638 5668 4452 3786

Valores estimados mediante el método de dobles acumuladas.

Cuadro. 15 Precipitación multianual en milímetros.

Precipitación multianual en milímetros  
Subcuenca del río Chiriquí hasta la Esperanza  
1970-2019

Número	Nombre	Promedio anual (mm)
108-004	Caldera Pueblo Nuevo	3836
108-008	La Cordillera	3073
108-010	La Esperanza	3981
108-018	Paja Sombrero	3443
108-020	Qda Bijao	5021
198-022	Hornitos	3638
108-032	Bella Vista	5668
108-037	India Vieja	4452
108-038	Planta Estrella	3786

El mapa de isoyetas media anual de la cuenca del Río Chiriquí hasta La Esperanza se muestra en la **Figura 10**. De acuerdo al mapa de isoyetas, la precipitación media anual en la cuenca del Río Chiriquí hasta La Esperanza oscila entre 3000 y 8000 mm. Las máximas precipitaciones ocurren entre La Qda. Bonita y la Presa de Fortuna, y las más bajas, aguas abajo de la Presa Fortuna, que pueden llegar hasta 3000 milímetros, tal como se ve reflejada en los registros de las estaciones La Cordillera y Paja Sombrero, con precipitaciones anuales de 3073 mm y 3443 mm, respectivamente.

Para el cálculo de la precipitación media anual en cada una de las subcuenca se utilizó el método de Isoyetas. Este método consiste en trazar curvas de igual precipitación para un período elegido, en nuestro caso, se utilizó 50 años. Una vez trazadas las isoyetas, se calcula las áreas entre líneas limítrofes, y cada una de ellas se multiplica por el promedio de precipitación del área correspondiente. La precipitación media resulta de sumar todos los productos anteriores y dividirlos por el área total de la cuenca.

En el **Cuadro 16** se presentan las precipitaciones medias estimadas en cada una de las subcuenca con estaciones hidrométricas que se utilizaron para calibrar el mapa mediante el método de balance hídrico.

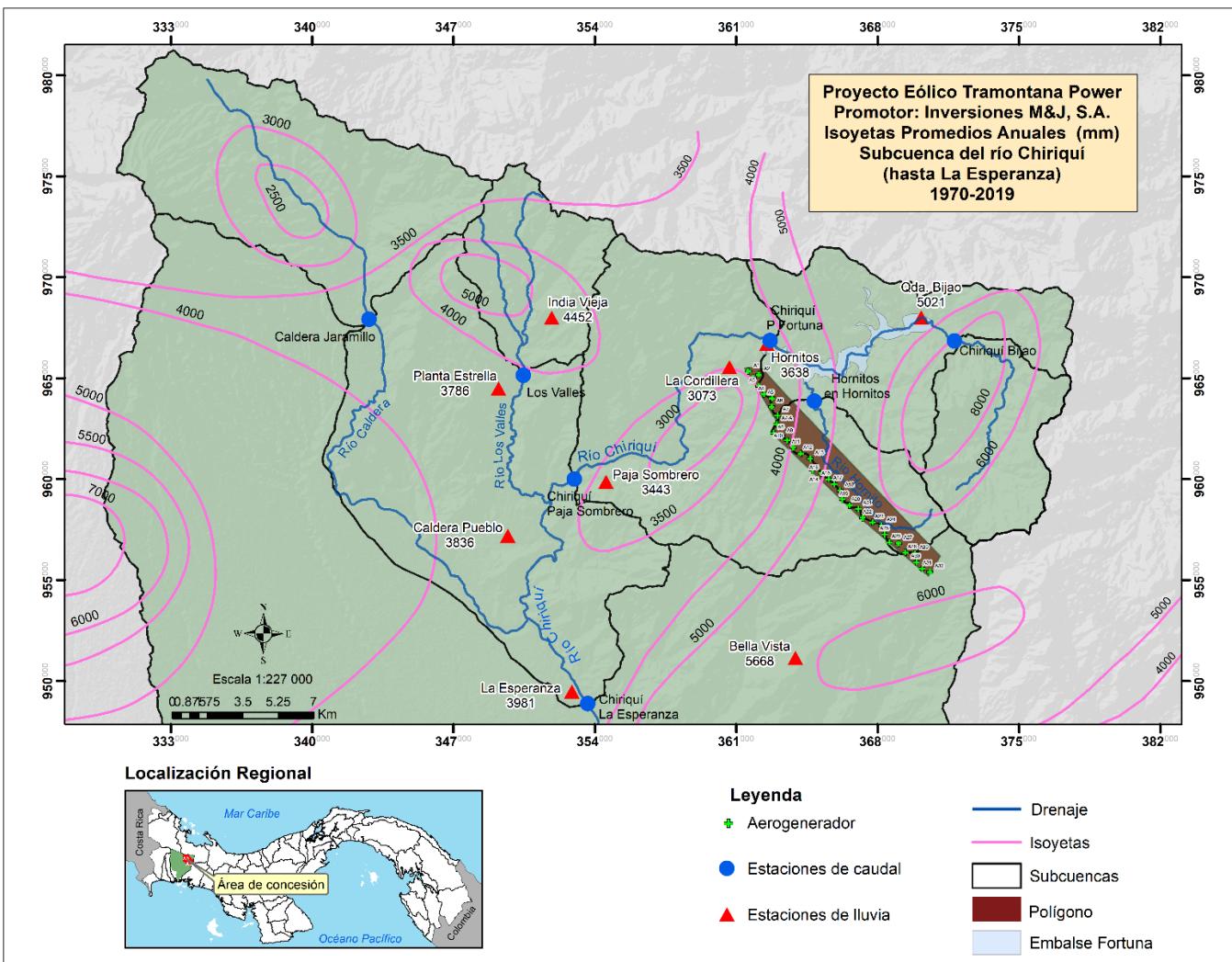


Figura. 10 Isoyetas medias anuales en la subcuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza

Cuadro. 16 Precipitación media anual en la subcuenca del río Chiriquí (mm)

Precipitación media anual en la subcuenca del río Chiriquí (mm)					
Subcuenca - Estación	Isoyetas	P (mm)	Área (km <sup>2</sup> )	P*A	Precipitación media (mm)
Chiriquí Bijao	5000-6000	5500	25.38	139579	6597
	6000-8000	7000	14.80	103620	
	8000-8000	8000	15.61	124881	
			55.79	368080	
Chiriquí Fortuna	3500-4000	3750	6.58	24660	6007
	4000-5000	4500	19.32	86959	
	5000-6000	5500	80.02	440125	
	6000-8000	7000	36.05	252337	
	8000-8000	8000	24.41	195319	
			166.39	999400	
Chiriquí (Fortuna-Hornitos-Qda Bijao)	3500-4000	3750	6.76	25344	5789
	4000-5000	4500	13.60	61192	
	5000-6000	5500	40.21	221170	
	6000-8000	7000	19.41	135842	
	8000-8000	8000	8.80	70438	
			88.78	513987	
Chiriquí Paja Sombrero	2500-3000	2750	9.21	25335	4991
	3000-3500	3250	24.27	78873	
	3500-4000	3750	91.54	343292	
	4000-5000	4500	30.43	136932	
	5000-6000	5500	89.23	490765	
	6000-8000	7000	36.05	252337	
	8000-8000	8000	24.41	195319	
			305.15	1522852	
Chiriquí Paja Sombrero-Fortuna	2500-3000	2750	11.21	30835	3692
	3000-3500	3250	27.29	88679	
	3500-4000	3750	86.49	324355	
	4000-5000	4500	7.87	35414	
	5000-6000	5500	6.21	34145	
			139.07	513427	
Chiriquí La Esperanza	2000-2500	2250	8.76	19708	4265
	2500-3000	2750	33.01	90765	
	3000-3500	3250	112.82	366667	
	3500-4000	3750	272.89	1023339	
	4000-4500	4250	60.25	256063	
	4000-5000	4500	32.21	144945	
	5000-6000	5500	102.47	563585	
	6000-8000	7000	36.05	252337	
	8000-8000	8000	24.41	195319	
			682.87	2912728	
Chiriquí La Esperanza- Paja Sombrero- Caldera-Los Valles	3000-3500	3250	3.94	12804	3990
	3500-4000	3750	128.49	481854	
	4000-5000	4500	55.11	247995	
	5000-6000	5500	3.76	20653	
			191.30	763306	
Hornitos Hornitos	3500-4000	3750	1.62	6060	5455
	4000-5000	4500	5.59	25167	
	5000-6000	5500	10.81	59431	
	6000-8000	7000	4.88	34135	
	8000-8000	8000	0.03	262	
			22.92	125055	
Caldera Jaramillo Abajo	2400-2500	2450	12.00	29400	3127
	2500-3000	2750	28.2	77550	
	3000-3500	3250	81.9	266175	
	3500-4000	3750	14.00	52500	
			136	425625	
Los Valles La Estrella	3000-3500	3250	3.54	11518	4293
	3500-4000	3750	17.96	67368	
	4000-5000	4500	21.37	96179	
	5000-6000	5500	7.49	41185	
			50.37	216249	

### 2.7.3 Distribución mensual de la precipitación

En la **Figura 11** se muestra la variación mensual de la lluvia de las estaciones La Cordillera, Paja Sombrero, Quebrada Bijao, Hornitos e India Vieja, ubicadas dentro y en los alrededores de la subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero. También se muestra la variación mensual de la escorrentía en milímetros, registrada en la estación hidrométrica Hornitos en Hornitos.

En este grupo de estaciones se presentan dos características distintas:

- “Característica del “Atlántico”. Las estaciones de lluvia que están ubicadas aguas arriba de la Presa Fortuna, su característica es la del “Atlántico”, donde la distribución es muy uniforme todo el año, es decir, prácticamente no existe periodo seco, llueve todo el año, y no se aprecia el “Veranillo de San Suan”. Esa característica se observa en las estaciones Qda. Bijao y Hornitos. Esa característica es menos acentuada a medida que se acerca a la Presa Fortuna, tal es el caso de la estación de lluvia Hornitos. Sin embargo, la escorrentía en milímetros, registrada en la estación Hornitos-Hornitos, la distribución mensual es muy uniforme, producto de la lluvia que se presenta en la parte superior de la subcuenca. De acuerdo a la ubicación del Polígono del Parque Eólico, la característica de esa área corresponde a la del “Atlántico”.
- La otra característica es la del “Pacífico”, en la que los meses secos son muy secos y los meses húmedos son muy húmedos, además, en el periodo lluvioso, por lo general, el primer máximo se alcanza en mayo y el segundo, en los meses de septiembre y octubre. Entre los dos máximos se observa, en promedio, un periodo menos lluvioso llamado “Veranillo de San Juan”. Generalmente sucede en julio. Este receso de lluvia corresponde a las semanas donde la ZCI tiene su mayor actividad más al Norte. Las estaciones en las que se aprecia el “Veranillo de San Juan”, que, en este caso en particular, se presenta durante el mes de julio, están ubicadas aguas abajo de la Presa de Fortuna y son: La Cordillera, India Vieja y Paja Sombrero.

Distribución mensual de la lluvia registrada en las estaciones ubicadas dentro y alrededores de la subcuenca del río Chiriquí hasta Paja Sombrero

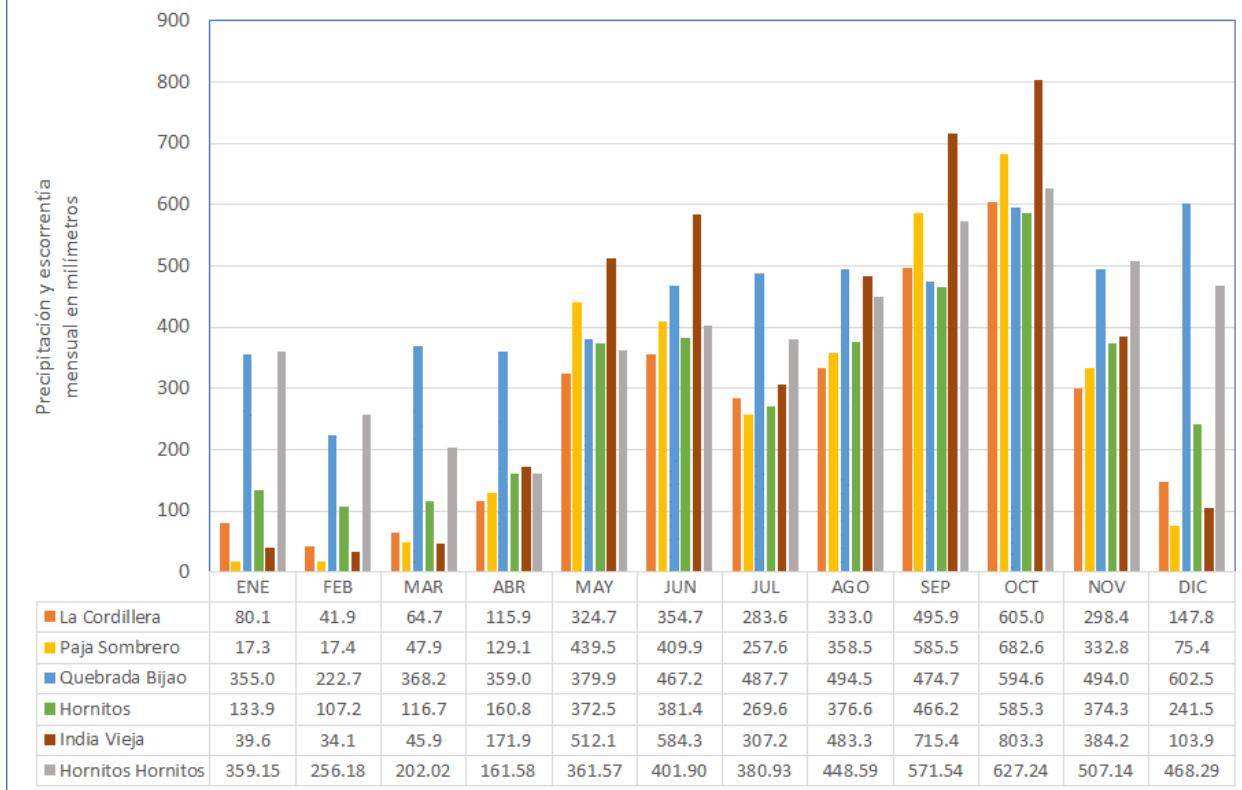


Figura. 11 Distribución mensual de la precipitación y de la escorrentía de la estación Hornitos.

## 2.8 Caudal

Para elaborar la variación de los caudales en la subcuenca en estudio (mapa de caudales específicos), y así poder estimar el caudal medio anual en subcuenca de interés, se utilizó el método del balance hídrico superficial que generalmente se expresa como:

$$\langle P \rangle - \langle R \rangle = \langle ETR \rangle + \eta$$

Donde:

- $\langle P \rangle$  = Precipitación media de la cuenca en estudio en el periodo analizado.
- $\langle R \rangle$  = Caudal medio o escurrimiento en altura media de agua sobre la cuenca correspondiente al periodo en estudio (mm)
- $\langle ETR \rangle$  = Evapotranspiración media en la cuenca (mm).
- $\eta$  = Término de discrepancia o error.

El símbolo < > indica promedio espacial horizontal y temporal. En este caso asumimos que los cambios de almacenamientos en un periodo largo de tiempo y en áreas extensas tienden a minimizarse y lo suponemos nulo.

En este estudio se utilizó la información registrada en seis estaciones de caudal, cuatro de las cuales están ubicadas en el río principal Chiriquí: Paja Sombrero, La Esperanza, Hornitos (Presa Fortuna) y Bijao, y dos están localizadas en sus principales tributarios, a saber: La Estrella en el río Los Valles y Hornitos en el río Hornitos. En el **Cuadro 17** se presentan las características más importantes de las estaciones hidrológicas.

Cuadro. 17 Características más importantes de las estaciones de aforo.

Nomenclatura	Río	Lugar	Área (km <sup>2</sup> )	Elevación msnm	Coordenadas		Fecha de Inicio	Fecha Eliminada
					Norte	Oeste		
108-01-01	Chiriquí	Paja Sombrero	305	320	8° 41' 22"	82° 19' 36"	feb-58	
108-01-03	Chiriquí	La Esperanza	682	200	8° 35' 31"	82° 20' 11"	jul-65	
108-01-04	Chiriquí	Hornitos	156	997	8° 44' 00"	82° 14' 00"	jun-66	feb-84
108-01-05	Chiriquí	Bijao	55.6	1101	8° 44' 42"	82° 09' 58"	nov-77	
108-02-06	Caldera	Jaramillo Abajo	136	1000	8° 44' 47"	82° 25' 22"	ene-74	
108-07-01	Los Valles	La Estrella	50.3	635	8° 43' 14"	82° 21' 44"	ago-75	
108-09-01	Hornitos	Hornitos	22.1	1170	8° 43' 06"	82° 13' 42"	mar-82	

La estación Hornitos en el río Chiriquí estuvo localizada aproximadamente 2 kilómetros aguas arriba de la Presa de Fortuna. La estación tiene información desde 1966 hasta diciembre de 1983. La estación quedó inundada con la construcción de la Presa de Fortuna. El área de drenaje hasta la presa de Fortuna es de 166 km<sup>2</sup>. Para la homogenización de la serie de caudales de la estación Hornitos en el río Chiriquí correspondiente al periodo 1970-1983, los caudales de esta estación fueron trasladados hasta la presa de Fortuna por relación de área y de 1984 en adelante se consideraron los aportes estimados en la Presa de Fortuna mediante balance hídrico. Esta información fue suministrada por ETESA.

La estación La Esperanza está localizada entre la confluencia del río Chiriquí con el río Caldera y la confluencia con el tributario Barrigón; y, Paja de Sombrero, aguas arriba de la confluencia del Río Los Valles con el río Chiriquí. A partir del cierre de compuerta de la Hidroeléctrica de Fortuna, en marzo de 1984, ambas estaciones sólo registran el aporte de la subcuenca Presa de Fortuna hasta el sitio de la estación, más los vertidos. Para homogenizar las series de caudal de ambas estaciones, los caudales anuales registrados en cada estación, se les agregaron los caudales turbinados en la Hidroeléctrica Fortuna más los vertidos. Esta información fue suministrada por ETESA.

En el **Cuadro 18** se presentan los caudales promedios anuales de las seis estaciones hidrológicas, los cuales fueron revisados, corregidos, rellenados y extendidos hasta completar el periodo de análisis 1970-2019.

Cuadro. 18 Caudales promedio anuales en  $m^3/s$ , estaciones de aforo en la subcuenca del río Chiriquí

Caudales promedios anuales en  $m^3/s$

Estaciones de Aforo ubicadas en la Cuenca del río Chiriquí

Año	Caldera A = 136 km <sup>2</sup>	Jaramillo Abajo A= 166 km <sup>2</sup>	Fortuna A=305 km <sup>2</sup>	Chiriquí Paja Sombrero Valles A=50.3 km <sup>2</sup>	Los Esperanza A = 682 km <sup>2</sup>	Chiriquí La Hornitos A = 22.1 km <sup>2</sup>	Hornitos Bijao A = 55.6 km <sup>2</sup>
1970	14.80	42.5	61.7	8.44	109	5.03	14.02
1971	10.24	25.4	40.4	5.84	75.3	3.00	8.38
1972	7.26	22.9	34.6	4.14	53.4	2.71	7.56
1973	12.92	32.9	54.9	7.37	95.0	3.89	10.85
1974	9.34	27.9	39.5	5.32	68.7	3.30	9.21
1975	12.17	30.6	47	6.94	89.6	3.61	10.08
1976	10.51	30.9	44.6	4.48	66.9	3.65	10.17
1977	7.73	24.0	32.1	4.44	58.4	2.83	7.90
1978	9.36	23.5	37.3	6.64	66.9	2.78	7.81
1979	11.68	26.5	42.5	6.62	94.1	3.13	8.06
1980	11.51	27.3	41.0	5.54	77.2	3.22	8.83
1981	12.94	31.8	45.1	7.04	84.7	3.76	9.93
1982	8.19	21.7	29.9	4.32	61.9	2.73	7.53
1983	7.80	18.2	26.6	4.08	54.2	2.00	6.49
1984	11.47	33.9	49.5	7.22	93.2	3.35	9.17
1985	7.79	20.0	29.3	4.49	58.0	2.67	6.95
1986	9.51	25.4	39.9	5.21	67.2	3.39	9.01
1987	8.38	22.3	30.2	4.41	56.8	2.72	7.83
1988	13.44	28.2	46.3	7.38	95.3	4.90	9.08
1989	9.28	26.6	35.9	5.45	70.3	3.58	9.36
1990	9.05	26.7	37.3	5.43	70.1	3.16	10.00
1991	7.28	25.1	33.6	4.59	59.2	2.97	8.54
1992	8.23	24.4	30.2	2.65	52.9	2.88	8.02
1993	10.13	26.5	37.4	5.42	71.1	3.13	8.71
1994	9.77	26.9	32.8	5.42	67.4	3.18	9.01
1995	9.85	22.5	38.9	7.56	83.3	2.66	7.05
1996	11.93	32.3	48.6	7.10	91.6	3.82	10.7
1997	10.04	33.6	40.8	5.52	78.1	3.27	11.3
1998	10.34	23.2	34.4	6.05	91.6	2.81	6.78
1999	12.61	35.3	50.9	7.38	78.1	4.60	10.27
2000	11.56	31.2	39.5	6.50	74.4	3.40	8.97
2001	10.39	29.8	37.6	5.93	67.9	3.12	10.25
2002	11.07	36.0	48.0	6.62	82.6	4.04	13.91
2003	10.61	25.8	37.9	6.35	64.31	2.85	8.68
2004	11.93	33.1	44.8	4.41	75.88	3.36	13.35
2005	10.95	31.1	44.1	4.00	93.61	4.14	12.73
2006	8.35	27.5	36.3	5.82	75.03	3.32	10.75
2007	11.54	29.0	43.3	6.82	70.95	3.14	11.49
2008	12.43	25.2	43.6	7.48	83.83	3.71	12.21
2009	11.54	33.6	48.4	6.35	72.77	3.22	14.71
2010	11.72	34.8	46.6	6.61	112.73	4.99	12.08
2011	10.4	31.7	47.1	5.66	88.87	3.93	10.72
2012	9.4	35.9	31.7	5.09	59.69	2.64	12.15
2013	9.4	16.7	30.3	5.09	57.18	2.53	5.65
2014	9.2	20.2	27.7	5.01	52.23	2.31	6.84
2015	6.3	19.4	26.6	3.44	50.09	2.22	6.56
2016	8.9	29.2	32.4	4.80	61.10	2.70	9.87
2017	11.0	32.2	41.0	5.99	77.25	3.42	10.89
2018	5.8	31.9	27.0	3.94	50.85	2.25	10.79
2019	6.3	21.3	29.5	4.31	55.61	2.46	7.22
Promedio	10.1	27.9	39.1	5.65	73.3	3.25	9.57
q(l/s/km <sup>2</sup> )	74	165	131	115	110	147	172

Estimado mediante el método de dobles acumuladas

Estimado mediante el método de balance hidrónico

## 2.8.1 Mapa de Caudales específicos (litros/segundo/km<sup>2</sup>)

Para estimar el caudal medio anual en cada una de las subcuencas se utilizó el método del balance hidrónico superficial, para el cual se verificó el mapa de isoyetas tomando como bueno los registros de caudal. Se calculó la precipitación media (mm) en cada subcuenca, además, se tomó

en cuenta la ETP estimada, los cuales fueron transformados en Evapotranspiración Real (ETR) en mm, considerando la precipitación media de la cuenca.

En el **Cuadro 19** se presentan los resultados. Las variables identificadas en el cuadro son el área de drenaje (A en Km<sup>2</sup>), la precipitación media de la cuenca (P en mm), estimada mediante el método de Isoyetas; las pérdidas anuales por evapotranspiración (ETR en mm); la escorrentía media anual medida (R en mm) y la estimada mediante balance hídrico (R<sub>est.</sub>), y por último, el % de error absoluto que, oscila entre 0.3% y 8%.

Cuadro. 19 Balance hídrico superficial en la cuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza

Subcuenca - Estación	Balance Hídrico Superficial en la cuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza								
	Q (m <sup>3</sup> /s) (1970-2019)	Área (Km <sup>2</sup> )	R (medido) (mm)	ETR (mm)	P (Isoyetas) (mm)	R <sub>est.</sub> (Balance) (mm)	Rendimiento q(l/s/km <sup>2</sup> )	error (%)	coef escorrentia
Chiriquí Bijao	9.57	55.6	5428	738	<b>6597</b>	5859	<b>172</b>	-7.9	0.82
Chiriquí hasta Fortuna	27.9	166	5300	811	<b>6007</b>	5196	<b>168</b>	2.0	0.88
Chiriquí (Fortuna - Bijao- Hornitos)	15.1	88.3	5386	836	<b>5789</b>	4953	<b>171</b>	8.0	0.93
Chiriquí Paja de Sombrero (toda la cuenca)	39.1	305	4043	903	<b>4991</b>	4088	<b>128</b>	-1.1	0.81
Chiriquí (Paja de Sombrero - Fortuna)	11.2	139	2541	1028	<b>3692</b>	2664	<b>81</b>	-4.9	0.69
Chiriquí La Esperanza (toda la cuenca)	73.3	682	3389	947	<b>4265</b>	3318	<b>107</b>	2.1	0.79
Chiriquí (La Esperanza - Paja Som - Caldera - Los Valles)	18.5	190.7	3051	1135	<b>3990</b>	2855	<b>97</b>	6.4	0.76
Hornitos Hornitos	3.25	22.1	4638	831	<b>5455</b>	4624	<b>147</b>	0.3	0.85
Caldera Jaramillo Abajo	10.1	136	2342	852	<b>3127</b>	2275	<b>74</b>	2.9	0.75
Los Valles - La Estrella	5.65	50.3	3542	835	<b>4293</b>	3458	<b>112</b>	2.4	0.83

Los caudales promedios anuales (Q en m<sup>3</sup>/s) en los sitios de interés en este estudio se estimaron mediante el balance hídrico superficial. Se considera que el error de los caudales estimados en cualquier sitio debe tener el mismo orden de magnitud de los errores obtenidos en los sitios de las estaciones de aforo, es decir, menor de 8 %.

Los caudales específicos o rendimiento de la cuenca se calcularon partiendo de la cabecera de la cuenca hacia aguas abajo. **Ver Figura 12.** A toda subcuenca se le hizo corresponder un valor de q dado por

$$q_{i+1} = (Q_{i+1} - \sum Q_i) * 1000 / (A_{i+1} - \sum A_i)$$

Siendo:

$Q_{i+1}$  = Caudal observado en el punto i+1

$Q_i$  = Caudales observados en los puntos i que limitan la cuenca aguas arriba

$A_{i+1}$  = Superficie de la cuenca total controlada por el punto i+1

$A_i$  = Superficies de las cuencas controladas por los puntos i

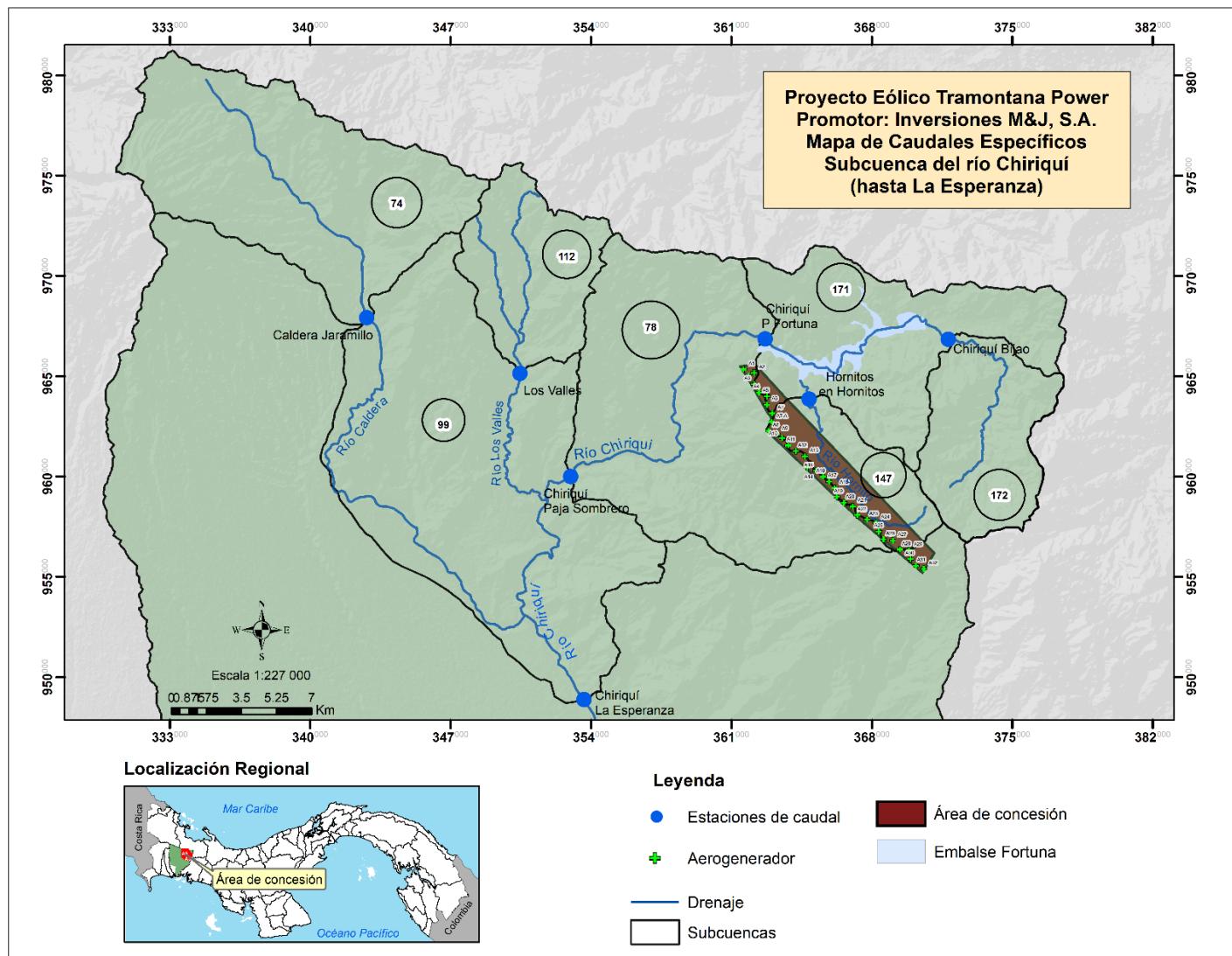


Figura. 12 Mapa de caudales específicos (litros/s/km<sup>2</sup>). Cuenca del río Chiriquí hasta La Esperanza.

Se observa que el rendimiento de la cuenca varía entre 74 l/s/km<sup>2</sup>, en la cuenca del Río Caldera y 172 l/s/km<sup>2</sup> en Bijao. En el área del polígono el rendimiento es de 147 litros /s/km<sup>2</sup>, que corresponde a la subcuenca del río Hornitos. Sin embargo, los aerogeneradores se encuentran ubicados a lo largo del límite de la subcuenca Fortuna-Paja Sombrero. En la subcuenca aguas abajo de la Presa Fortuna hasta Paja Sombrero el rendimiento disminuye drásticamente de 168 litros/s/km<sup>2</sup>, hasta la Presa Fortuna, a 78 litros/s/km<sup>2</sup>, se debe a que la precipitación disminuye hasta registrar valores de 3000 mm al año, como es el caso de la estación La Cordillera.

El área del polígono tiene una extensión de 19 km<sup>2</sup>, considerando que se encuentra ubicado en la cuenca del río Hornitos cuyo caudal específico promedio anual de 147 litros por segundo, esto quiere decir, que área del polígono aporta al sistema un caudal promedio anual aproximado de 2.8 m<sup>3</sup>/s, que independientemente de los árboles que por requerimiento del proyecto deberían ser reemplazado en otro lugar, como medida de mitigación, ese caudal se mantiene debido a que las lluvias no van a variar en esa zona<sup>7</sup>.

*“Este artículo (referencia #7) analiza la influencia que tienen las masas boscosas en la producción de agua de la cuenca del río Purapel, ubicada en la zona central de Chile. Esta cuenca tiene una superficie de 264,6 km<sup>2</sup> y se ha visto afectada por procesos de sustitución vegetacional, pasando de bosques nativos a una forestación masiva, principalmente de la especie Pinus radiata (D. Don). ”*

*“El análisis multitemporal realizado, mostró que la cobertura vegetal varió del 0% de plantaciones forestales en el año 1957, al 51,7% para el año 1997. La metodología estudió el uso del suelo en los años 1957, 1978 y 1997; se analizaron las precipitaciones y se estudiaron los caudales y los hidrogramas de hora en hora; se analizó la variación de las reservas de agua a escala mensual y anual, se analizaron los coeficientes de escorrentía mensual y anual, se estudiaron los caudales máximos, y finalmente, su relación con la cobertura vegetal y la producción de agua entre los años 1960 y 2000. ”*

*“Los resultados permiten concluir que para la cuenca del río Purapel, no se observan diferencias estadísticas en las cantidades de agua generadas por los escurrimientos en los 40 años estudiados. Las oscilaciones observadas en las variables hidrológicas se deberían a los montos e intensidades de precipitación ocurridos y a la alta variabilidad intermensual. Sólo las reservas mensuales muestran un comportamiento distinto, ya que tienden a incrementarse en el periodo 1979/2000. Ello se debería a las importantes precipitaciones caídas en la década del 80, y no directamente a un cambio del tipo de cobertura vegetal”. ”*

## 2.8.2 Análisis de Crecidas Máximas

En 1986 el Departamento de Hidrometeorología del IRHE preparó una metodología para el análisis regional de crecidas máximas<sup>8</sup>, el mismo fue actualizado en el 2008<sup>9</sup>, con la finalidad de aplicarla a otras áreas donde no se dispone de registros hidrológicos. Esta metodología consistió en la preparación del mapa de regionalización de crecidas, considerando los aspectos siguientes:

- Compilación de la información de las crecidas máximas anuales.

<sup>7</sup> Influencia de las masas boscosas en el régimen hídrico de una cuenca semiárida, Chile

<sup>8</sup> IRHE (junio de 1986), Análisis Regional de Crecidas Máximas, Sección de Hidrología, Departamento de Hidrometeorología, Panamá.

<sup>9</sup> ETESA, Gerencia de Hidrometeorología, Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, Periodo 1971-2006.

- b) Revisión, relleno y extensión de la información anual de caudales máximos instantáneos.
- c) Determinación de las relaciones que definen la crecida media anual y el área de la cuenca.
- d) Elaboración de las curvas de frecuencia adimensional generalizadas.
- e) Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas, elaboración del mapa que muestra las distintas regiones.
- f) Aplicación del análisis regional de la frecuencia de crecidas máximas.
- g) Comparación con otros métodos.

Sin embargo, las cuencas utilizadas para el análisis regional de crecidas máximas eran todas muy grandes, (mayores de 100 km<sup>2</sup>), en comparación con las del Polígono Eólico por lo que es necesario en futuros estudios incluir estaciones con áreas de menor superficie.

Por el momento, para estimar las crecidas de los ríos y quebradas que se encuentran en la ruta de los aerogeneradores, se recomienda utilizar la metodología “Análisis Regional de Crecidas Máximas”, actualizado por ETESA en el 2008. que, de acuerdo a la ubicación de la zona en estudio, **Ver Figura 13**, y al mapa de Regionalización, le corresponde la Zona 2, ecuación 1 y Tabla de frecuencia 3. Ver **Cuadros 20 y 21**.

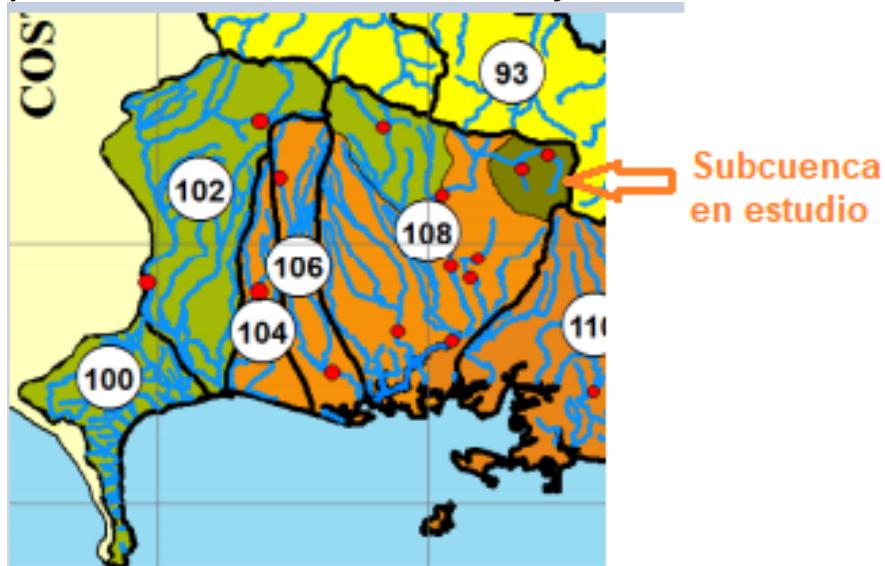


Figura. 13 Regiones hidrológicamente homogéneas.

Cuadro. 20 Análisis Regional de Crecidas Máximas. Zonas hidrológicamente homogéneas

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{máx} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{máx} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{máx} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{máx} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{máx} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{máx} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

Cuadro. 21 Factores para diferentes periodos de retorno en años

Factores $Q_{máx.}/Q_{prom.máx}$ para distintos Tr.				
Tr, años	Tabla # 1	Tabla # 2	Tabla # 3	Tabla # 4
1.005	0.28	0.29	0.3	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	1.6	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	4.6	4.00

Siguiendo el procedimiento, una vez determinada la quebrada o río que requiera estimar los caudales máximos para diferentes períodos de retorno, primero se determina el área promedio utilizando la ecuación 1:

$$Q_{máx \text{ promedio}} = 34 * A^{0.59},$$

Donde A es el área de drenaje en km<sup>2</sup>

El siguiente paso es determinar las crecidas para diferentes períodos de retorno. Utilizando la tabla de frecuencia #3, multiplicando el correspondiente factor, según el periodo de recurrencia que nos interesa, por el caudal máximo promedio.

En estos casos de cuencas muy pequeñas, lo ideal sería aplicar el método Racional, pero lamentablemente no se dispone información pluviográfica en la zona en estudio, para la

elaboración de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, necesaria para la aplicación del método.

### 3 Sedimentos

El movimiento de los sedimentos en las corrientes y ríos presenta dos formas: sedimentos suspendidos y arrastre por el fondo. Los sedimentos en suspensión están constituidos por las partículas más finas mantenidas en suspensión por los remolinos de la corriente y sólo se asientan cuando la velocidad de la corriente disminuye, o cuando el lecho se hace más liso o la corriente descarga en un lago. Las partículas sólidas de mayor tamaño son arrastradas a lo largo del lecho de la corriente y se designan con el nombre de arrastre de fondo. Las cantidades relativas que avanzan en suspensión y el arrastre de fondo varían considerablemente.

Las corrientes de montaña traen cantidades insignificantes de materia en suspensión y casi la totalidad del movimiento de la grava, y las piedras se produce en el lecho de la corriente. Normalmente no se puede determinar una relación única entre el transporte de material por el fondo y el transporte de material en suspensión. En ríos de montaña con fuertes pendientes se ha llegado a determinar que la relación entre el material de fondo y el suspendido es de  $1.1^{10}$ .

Las pequeñas cuencas en el área que nos ocupa se caracterizan principalmente por las elevadas pendientes de sus suelos, pronunciados desniveles y hondos valles, por lo tanto, son vulnerables frente a procesos de erosión y sedimentación y tienen una alta capacidad de transporte de sedimentos de fondo. Las pequeñas quebradas en estudio poseen una gran velocidad de escurrimiento, dándoles un aspecto torrentoso, y corren a través de suelos pedregosos.

La alta capacidad de transporte de sedimentos de fondo es alimentada por los procesos erosivos que pueden presentarse en el fondo del cauce y contra los taludes. De llegar a producirse deslizamiento de los taludes existe el riesgo de que se formen presas naturales en el cauce, que al romperse se generan avalanchas.

Para la estimación de volúmenes promedios multianuales de sedimentos en las área de interés, se presentan los datos directos de medición de sedimentos en suspensión, disponibles desde 1977 hasta 1987, en seis (6) estaciones hidrométricas ubicadas en la cuenca del río Chiriquí. Tales volúmenes se presentan en el **Cuadro 22**. En el mismo se indican las estaciones con sus respectivas área de drenaje, el promedio anual de caudal líquido ( $m^3/s$ ) y caudal sólido en suspensión unitario ( $ton/año/km^2$ ).

Cuadro. 22 Registro de sedimentos suspendidos en la cuenca del río Chiriquí

Estación	Área ( $km^2$ )	Caudal líquido ( $m^3/s$ )	Caudal sólido ( $ton/año/km^2$ )
Chiriquí Interamericana	1337	134	286
Chiriquí Qda. Bonita	89.2	15.2	45.0

10 Hidráulica de sedimentos, Julian Aguirre PE, Mérida - Venezuela, 1988.

Chiriquí Bijao	55.6	8.17	25.8
Caldera Jaramillo Abajo	136	9.52	31.0
Estí Sitio de Presa	51.8	4.45	21.1
Hornitos Hornitos	22.1	3.22	24.1

A través de las curvas de calibración de sedimentos suspendidos, que relaciona las tasas de transporte en suspensión con los caudales, (elaboradas por ETESA), se obtuvieron los valores aproximados de cargas medias multianuales de sedimentos en suspensión. El promedio de producción de caudal sólido en suspensión registrado en las estaciones ubicadas en la cuenca del río Chiriquí, excluyendo la estación Chiriquí Interamericana, es de 29.4 ton/año/km<sup>2</sup>.

En nuestro medio no se dispone de mediciones de arrastre de fondo, por lo tanto, para tener un orden de magnitud del volumen total acumulado en un periodo determinado, según cada caso, se requiere conocer el peso específico del material y utilizar, como primera aproximación, la relación antes mencionada, de 1.1.

Para controlar la producción de sedimentos durante la instalación de los aerogeneradores se recomienda,

- Impedir, en lo posible, la entrada de las partículas de sedimentos a terrenos con ciertas pendientes o a caminos de drenajes mucho más cortos.
- Otro método consiste en proteger los taludes de los nuevos caminos mediante una capa vegetal permanente para reducir el efecto del impacto de las gotas de lluvia y del viento sobre la superficie del suelo. Una capa de esta índole disminuye la escorrentía superficial directa e incrementa la infiltración después de un temporal. Además, impide la formación de grietas y zanjas que no sólo contribuyen a crear nuevas fuentes de sedimentos sino también a dar origen a vías de traslado de las partículas ya desprendidas.
- Es recomendable mantener en el área un monitoreo permanente de sedimentos suspendidos y caudal simultáneamente, porque nos permitirá controlar la erosión en los sitios donde se produce, tanto para conservar el suelo en su sitio, como para minimizar los costos de limpieza de las cantidades de sedimentos que podrían quedar atrapados en los sitios de derivación de quebradas y ríos.

## 4 Conclusiones

- El área del Polígono Eólico es de 19 km<sup>2</sup>.
- Según las coordenadas del polígono una zona del área concesionada estaría en la subcuenca del río Hornitos, otra, en la subcuenca del río Chiriquí, entre Fortuna y Paja Sombrero y solo 3.6 km<sup>2</sup> del área total del polígono, quedarían en la subcuenca de la Quebrada Barrigón.
- Los 32+2 aerogeneradores han sido ubicados según sus coordenadas en la subcuenca del río Chiriquí, que no vierte sus aguas al lago Fortuna, sino, en el área de la subcuenca del río Chiriquí, entre Paja Sombrero y la Presa Fortuna. Además, solamente tres de ellos se ubicarían en la subcuenca de la Qda Barrigón.
- La temperatura media anual en el Polígono oscila entre 16 y 20°C.
- En el área del Polígono anualmente se pierden entre 936 a 1040 milímetros por la evapotranspiración, es decir, la evaporación del agua que queda interceptada en la vegetación y la retenida en el suelo, más las pérdidas por transpiración de los árboles.
- La precipitación media anual es muy variable en el Polígono, varía entre 3500 y 6000 milímetros, las máximas precipitaciones se ubican en la parte más elevada .
- El caudal específico en la zona del polígono es de 147 litros/s/km<sup>2</sup>, lo que indica que área del polígono aporta al sistema de la cuenca del río Chiriquí, un caudal promedio anual aproximado de 2.8 m<sup>3</sup>/s.
- La producción promedio anual de caudal sólido en suspensión registrado en las estaciones ubicadas en la cuenca del río Chiriquí, excluyendo la estación Chiriquí Interamericana, es de aproximadamente 29.4 ton/año/km<sup>2</sup>.
- Los cambios en la disponibilidad de agua por efectos de las actividades del proyecto son despreciables. No obstante, al talar los bosques sin un manejo adecuado se puede causar efectos colaterales no deseados, tales como erosión, sedimentación y pérdida de fertilidad de la tierra, los cual debe ser considerado en el diseño del Plan de Manejo Ambiental.

## 2. Recomendaciones:

- Impedir, en lo posible, la entrada de las partículas de sedimentos a terrenos con pendientes o a caminos de drenajes muy cortos.
- Proteger los taludes de los nuevos caminos mediante una capa vegetal permanente para reducir el efecto del impacto de las gotas de lluvia y del viento sobre la superficie del suelo. Esto podría ser con hidrosiembra inmediatamente sea creado el talud. No se deben dejar taludes sin revegetar. Una capa de esta índole disminuye la escorrentía superficial directa e incrementa la infiltración después de un temporal. Además, impide la formación de grietas y zanjas que no sólo contribuyen a crear nuevas fuentes de sedimentos sino también a dar origen a vías de traslado de las partículas ya desprendidas.
- Es recomendable mantener en el área un monitoreo permanente de sedimentos suspendidos y caudal simultáneamente, porque nos permitirá definir diseños de dispositivos para controlar la sedimentación y la erosión, proteger y conservar el suelo, como para minimizar los costos de limpieza de zonas sedimentables.
- Se recomienda reactivar la red hidrometeorológica en la cuenca alta del río Chiriquí, la mayoría no están funcionando. Aun cuando esto no es responsabilidad del promotor es una recomendación ineludible que resulta en este estudio.

## 5 Bibliografía

- (1) Chow, V.T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W. 1993. Hidrología Aplicada. Editora McGrawHill. Primera Edición. Producido por Juan Salarriaga y Germán R. Santos del inglés Applied Hydrology.
- (2) Maidment, R. 1992. Handbook of Hydrology. McGrawHill, Inc.
- (4) Catastro de Caudales mensuales y aforos esporádicos en ríos de la República de Panamá. 1993. Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación. Departamento de Hidrometeorología.
- (5) Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, Manual de instrucciones Nº 140, Estudios Hidrológicos, Managua, Nicaragua. 1977.
- (6) Seminario “Modelos para medir el impacto del cambio en el uso de la tierra sobre la hidrología e inundaciones”, J.Schellekens, R. Passchier, A. Hooijer and M.Vis, El Salvador, 11 al 14 de diciembre de 2001.
- (7) Revista del Departamento de Geografía, Universidad de Panamá, Tierra y Hombre #2, 1971.
- (8) Desastres Naturales y Zonas de riesgo en Panamá, Instituto de Estudios Nacionales, Universidad de Panamá, 1991.
- (9) Inventario y Demostraciones Forestales, Zona de Vida, Panamá, 1971, basado en la labor de Joseph A. Tosi Jr. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- (10). Atlas Nacional de Panamá. 2007. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.
- (11). Atlas Nacional de Panamá. 2016. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.
- (12). Balance Hídrico Superficial de Panamá, Periodo 1971-2002. Gerencia de Hidrometeorología, ETESA, Panamá, 2008.
- (13). Balance hídrico Superficial de Costa Rica, Periodo 1970-2002. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO. Documento Técnico #10. Costa Rica, 2007.
- (14). Guía Metodológica para la elaboración del Balance Hídrico de América del Sur. UNESCO, ROSTLAC, Montevideo, Uruguay, 1982.
- (15) Análisis Regional de Crecidas Máximas en Panamá, ETESA, 2009.
- (16) Influencia de las masas boscosas en el régimen hídrico de una cuenca semiárida, Depto. Gestión Forestal y Ambiental, Universidad de Talca, Casilla 721, Talca. Chile. E-mail: rpizarro@utalca.cl Chile. 2005.
- (17) IRHE (hoy ETESA), Evaluación de Evapotranspiración Potencial para la República de Panamá, 1992.

## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO A: RESUMEN MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (cuadros A1 al A9)

Cuadro A-1

Estación Caldera Pueblo Nuevo (108 004)

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm

Coordinadas: 8° 39' Latitud Norte y 82° 23' Longitud Oeste

Elevación 350 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970	28.5	12.5	97.0	557.4	350.6	417.6	718.6	445.4	802.9	768.3	487.2	176.3	4862.3
1971	158.8	1.0	55.0	157.3	614.7	286.8	220.3	543.4	813.8	764.1	632.3	35.5	4283.0
1972	166.3	0.0	101.0	300.5	444.4	345.8	147.8	354.6	473.4	719.3	467.2	73.0	3593.3
1973	53.5	10.0	12.5	160.6	551.9	547.7	457.1	588.0	738.3	1178.3	566.8	39.0	4903.7
1974	1.0	0.0	182.6	69.5	713.3	805.6	157.3	389.4	859.6	1090.3	289.6	7.5	4565.7
1975	8.0	4.0	32.0	31.5	319.1	322.5	357.1	509.2	895.7	797.7	896.8	167.3	4340.9
1976	1.0	0.0	0.0	98.5	336.9	486.6	158.6	212.8	223.8	637.4	277.6	25.0	2458.2
1977	0.0	0.0	10.0	106.8	348.8	524.5	61.0	693.6	602.7	504.4	482.7	138.0	3472.5
1978	55.5	4.5	181.8	199.0	414.1	456.7	438.4	268.1	704.9	673.7	215.6	114.5	3726.8
1979	27.0	53.5	51.5	456.2	398.6	569.0	329.3	497.4	1130.4	1244.7	643.5	176.8	5577.9
1980	85.0	99.3	47.0	82.0	683.1	453.2	267.8	413.1	617.8	311.5	499.7	57.5	3617.0
1981	3.5	0.0	63.0	316.4	668.0	779.6	207.3	505.9	537.5	800.6	335.4	101.8	4319.0
1982	58.5	17.5	13.5	304.9	601.6	506.6	166.5	104.5	680.4	630.0	137.3	32.5	3253.8
1983	4.0	33.5	134.8	199.1	192.3	470.4	321.2	381.7	420.4	559.4	507.4	107.5	3331.7
1984	13.5	72.0	217.9	130.3	397.9	540.1	427.5	487.5	593.0	818.9	438.1	0.0	4136.7
1985	1.0	0.0	57.8	305.1	372.8	371.1	263.1	468.0	573.2	488.8	253.1	147.3	3301.3
1986	0.0	64.0	2.5	0.5	340.6	324.9	49.0	380.6	389.1	886.8	103.0	35.0	2576.0
1987	12.0	1.5	76.5	57.3	222.5	498.2	426.9	510.7	572.9	721.6	121.8	161.3	3383.2
1988	2.0	0.0	169.5	167.0	225.3	516.8	432.7	1122.2	748.5	1013.3	336.1	0.5	4733.9
1989	0.0	12.0	1.0	0.5	289.6	574.7	411.1	276.8	818.9	329.6	442.8	414.7	3571.7
1990	0.0	1.5	4.0	83.0	569.1	198.5	262.8	251.8	322.8	1221.1	597.0	67.3	3578.9
1991	32.0	22.0	108.5	56.5	278.8	685.1	184.3	318.9	534.0	701.7	225.8	95.0	3242.6
1992	0.0	10.0	11.0	167.8	235.8	371.7	354.9	219.0	575.9	283.0	389.1	25.0	2643.2
1993	172.8	0.0	104.0	175.1	721.5	533.2	144.3	443.6	522.9	545.7	502.9	73.5	3939.5
1994	49.5	2.5	0.0	232.6	321.3	156.5	127.3	263.3	368.3	635.5	158.5	15.5	2330.8
1995	0.0	0.0	136.8	208.6	356.1	546.6	418.0	661.0	719.1	902.2	204.5	94.5	4247.4
1996	164.3	0.0	43.5	37.0	452.2	559.3	624.3	451.2	894.2	769.1	468.0	22.5	4485.6
1997	158.3	5.5	37.5	339.2	238.1	489.2	114.5	115.5	447.4	297.6	776.8	28.5	3048.1
1998	0.0	68.8	105.0	61.3	285.3	275.1	462.7	647.6	738.0	673.0	352.4	413.2	4082.4
1999	13.5	104.3	7.5	299.6	412.9	739.1	160.3	842.3	1260.4	1279.0	442.6	165.3	5726.8
2000	10.0	0.0	15.5	143.0	502.2	706.1	287.8	189.3	933.7	606.8	167.3	124.8	3686.5
2001	16.0	0.0	89.0	3.5	585.2	375.2	230.6	243.5	496.6	636.7	327.4	46.5	3050.2
2002	4.0	50.8	0.0	7.0	556.6	402.9	230.7	464.5	807.1	763.5	132.5	19.5	3439.1
2003	0.0	50.8	247.1	261.6	633.8	661.1	500.4	335.6	823.4	1139.9	674.1	202.3	5530.1
2004	28.5	31.0	0.6	53.0	478.0	222.4	404.1	366.2	534.6	741.9	373.9	21.0	3255.2
2005	31.0	0.7	32.7	143.4	352.9	499.2	397.7	617.3	369.3	785.0	486.6	11.1	3726.9
2006	45.8	16.1	2.5	111.8	521.2	571.6	287.4	302.4	224.0	726.0	318.4	121.9	3249.1
2007	0.0	14.4	44.2	366.3	951.4	343.0	371.7	559.4	826.1	850.6	417.0	114.8	4858.9
2008	0.0	79.0	15.6	103.3	673.4	258.0	480.3	821.7	632.2	772.8	692.6	16.1	4545.0
2009	0.1	2.0	124.4	41.1	592.2	502.6	335.2	482.3	396.8	674.1	553.1	49.3	3753.2
2010	16.2	69.2	121.6	419.6	452.4	646.5	921.1	707.9	1411.1	713.0	514.5	140.1	6133.2
2011	5.5	24.8	39.1	160.4	622.0	689.5	442.3	530.8	663.4	996.5	377.7	59.8	4611.8
2012	0.1	0.0	10.8	335.2	702.9	247.0	146.6	527.1	286.5	509.0	58.6	25.1	2848.9
2013	0.0	16.5	131.3	108.2	326.1	299.4	158.9	364.7	982.0	602.0	402.3	23.0	3414.4
2014	0.0	60.4	8.4	79.4	438.8	294.4	59.5	378.9	731.7	762.8	265.2	98.4	3177.9
2015	0.0	40.8	1.5	215.4	131.8	500.0	151.9	143.7	361.7	614.9	814.6	33.7	3010.0
2016	23.4	0.0	34.4	226.5	430.2	522.7	286.2	285.1	535.0	729.6	66.1	88.4	3227.6
2017	1.5	113.1	44.0	342.4	1219.5	568.0	340.2	546.1	688.1	601.9	473.4	110.6	5048.8
2018	19.1	0.0	0.0	118.4	781.7	442.5	136.1	148.0	552.2	518.3	149.1	76.1	2941.5
2019	0.2	0.0	0.0	141.5	665.4	391.3	154.5	151.0	572.3	727.8	127.1	27.4	2958.5

Prom	29.4	23.4	60.5	174.8	479.5	469.9	303.9	430.7	648.2	734.4	392.9	88.4	3836.0
	29.2	23.0	62.7	153.9	450.1	481.7	304.9	442.3	642.7	750.5	396.0	94.6	

■ igual al promedio de diciembre. Falta diciembre de 2016 en todas las estaciones de la cuenca 108.

Fuente: Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA)

## Cuadro A-2

### Estación La Cordillera (108 008)

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm

Coordenadas: 8° 44' Latitud Norte y 82° 16' Longitud Oeste

Elevación 1200 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970	242.0	200.5	120.0	881.0	270.0	431.5	444.5	355.5	779.5	652.5	399.5	463.5	5240.0
1971	90.0	45.0	88.0	193.0	251.0	206.5	439.0	579.5	881.5	1146.0	641.5	24.0	4585.0
1972	87.5	104.0	158.0	182.0	328.5	635.5	152.0	320.0	392.5	376.0	175.0	106.0	3017.0
1973	54.5	20.0	11.5	66.0	539.5	317.5	451.5	628.8	625.8	1128.7	701.0	71.5	4616.3
1974	87.5	27.5	22.0	36.5	476.5	500.0	204.5	308.0	632.3	841.5	69.0	73.0	3278.3
1975	144.0	8.0	5.5	43.0	185.5	250.5	511.5	347.5	778.0	812.6	1113.5	449.5	4649.1
1976	90.5	29.5	53.0	159.0	354.0	270.0	274.5	228.5	377.0	789.3	280.0	185.5	3090.8
1977	36.5	34.0	32.5	74.0	265.0	401.0	191.0	288.0	455.7	329.1	341.4	7.5	2455.7
1978	20.5	35.0	156.0	37.0	524.5	388.4	308.3	322.5	545.1	837.0	181.5	143.8	3499.6
1979	21.0	9.5	107.0	250.3	220.0	409.0	157.5	251.5	493.0	1181.0	129.5	57.5	3286.8
1980	35.0	54.0	27.5	49.6	411.5	241.8	153.0	285.0	519.5	757.2	353.8	196.5	3084.4
1981	72.5	11.0	61.0	220.0	608.0	855.0	450.0	566.0	189.0	371.0	239.0	107.0	3749.5
1982	42.0	38.5	9.0	63.5	449.5	404.1	143.5	139.5	618.0	633.6	100.9	25.5	2667.6
1983	12.0	30.0	218.0	26.5	109.0	288.0	423.3	245.0	378.0	535.0	335.8	83.5	2684.1
1984	97.0	46.5	251.5	20.5	272.0	425.9	371.9	416.7	408.1	649.7	236.3	297.0	3493.1
1985	24.0	25.5	16.5	69.3	166.1	409.7	264.3	325.4	246.8	314.8	137.0	76.5	2075.9
1986	65.0	2.0	124.0	16.5	447.8	320.0	43.5	265.8	555.9	764.6	39.5	43.5	2688.1
1987	33.5	0.0	7.0	36.5	140.8	121.5	300.4	144.8	228.5	477.6	69.5	148.5	1708.6
1988	163.1	39.0	66.8	14.5	334.1	418.8	196.8	822.2	914.3	748.0	151.5	98.5	3967.6
1989	25.0	70.0	4.5	24.0	195.5	275.1	296.8	154.0	433.5	189.0	338.1	71.8	2077.3
1990	108.0	5.1	22.5	24.5	408.9	163.5	172.0	200.5	179.0	583.3	677.8	176.0	2721.1
1991	14.5	37.0	48.5	31.0	428.1	289.0	228.0	234.1	325.6	358.5	79.8	126.0	2200.1
1992	10.0	22.5	20.5	124.8	220.6	192.0	74.5	178.0	220.0	214.8	248.8	432.1	1958.6
1993	139.0	21.1	107.3	74.0	260.5	213.3	105.0	271.5	339.5	311.0	429.8	298.1	2570.1
1994	11.5	5.5	36.5	48.0	456.9	188.3	239.0	205.0	691.9	476.0	411.0	157.5	2927.1
1995	11.5	18.0	81.0	258.5	254.3	817.5	337.1	777.6	431.6	902.8	92.5	87.0	4069.4
1996	174.8	95.0	24.0	39.0	378.6	463.2	516.5	353.7	250.8	490.3	396.1	192.6	3374.6
1997	84.8	84.5	13.0	137.0	245.1	319.8	260.0	166.0	531.6	461.4	506.6	58.0	2867.8
1998	7.0	114.6	15.5	48.5	247.3	367.3	375.4	269.5	598.1	427.5	150.5	178.5	2799.7
1999	71.0	47.5	46.5	322.1	322.3	87.0	468.4	463.6	894.9	879.0	41.0	82.5	3725.8
2000	406.8	18.5	50.0	24.0	295.0	323.5	238.5	209.1	457.7	116.0	183.3	63.0	2385.4
2001													2661.6
2002													2812.8
2003													4004.1
2004													2879.6
2005													3569.8
2006													2476.9
2007													3589.4
2008													3535.8
2009													3017.6
2010													4674.8
2011													3685.3
2012													2475.3
2013													2371.2
2014													2165.8
2015													2077.0
2016													2533.5
2017													3203.5
2018													2108.7
2019													2306.1

**Prom** 80.1 41.9 64.7 115.9 324.7 354.7 283.6 333.0 495.9 605.0 298.4 147.8 3073.3

Estimado mediante proporción normal con Paja Sombrero

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

### Cuadro A-3

#### Estación La Esperanza (108 010)

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm

Coordenadas: 8° 35' Latitud Norte y 82° 20' Longitud Oeste

Elevación 200 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970	78.0	52.0	132.0	337.8	358.8	563.8	557.2	530.2	750.4	830.3	589.8	243.8	5024.1
1971	110.3	22.8	46.5	259.6	684.8	304.8	360.4	773.0	930.6	701.0	488.1	24.0	4705.9
1972	116.3	53.8	129.8	313.4	666.1	223.3	234.3	467.9	596.9	773.9	397.7	186.3	4159.7
1973	76.3	5.5	56.5	308.1	537.7	602.2	507.7	772.9	1047.4	1022.3	448.5	69.5	5454.6
1974	3.5	16.5	329.9	117.8	651.0	747.6	239.8	451.4	1106.2	1094.6	425.9	20.5	5204.7
1975	0.0	31.5	95.0	51.0	511.9	385.3	461.9	668.7	1232.0	663.4	1000.3	239.3	5340.3
1976	0.0	0.0	0.0	156.3	492.5	515.7	226.0	425.2	239.0	770.6	336.3	30.5	3192.1
1977	0.0	0.0	15.0	141.3	367.1	415.1	96.0	576.2	434.7	892.9	464.4	117.3	3520.0
1978	34.5	6.0	80.0	297.6	554.7	393.3	376.6	258.6	549.2	700.0	306.6	97.8	3654.9
1979	4.5	104.3	58.5	348.8	345.4	413.8	363.8	540.6	568.2	962.2	575.9	112.5	4398.5
1980	169.6	36.5	0.0	123.0	626.8	399.8	294.3	468.2	771.6	510.6	588.7	140.5	4129.6
1981	0.0	5.0	94.0	188.6	604.9	582.1	201.5	652.5	495.3	614.4	335.8	66.0	3840.1
1982	24.0	0.0	21.0	256.1	520.4	467.3	170.0	175.5	345.8	646.7	81.5	94.5	2802.8
1983	25.0	20.0	51.0	151.8	217.0	457.4	294.6	391.9	694.6	560.7	557.4	100.0	3521.4
1984	23.5	54.0	257.3	209.3	354.1	540.5	446.1	869.3	736.3	951.9	570.4	11.0	5023.7
1985	0.0	0.0	96.3	252.6	474.7	486.2	393.4	485.1	696.5	468.8	302.8	140.0	3796.4
1986	0.0	158.3	47.0	87.0	215.6	469.0	247.3	402.9	618.2	1042.2	173.0	59.0	3519.5
1987	105.8	0.0	209.3	72.8	265.1	577.5	355.5	438.6	470.7	773.3	132.3	104.5	3505.4
1988	5.0	0.0	102.5	219.0	379.6	754.7	704.8	1081.9	617.5	1268.9	455.6	46.5	5636.0
1989	2.0	0.0	111.8	45.5	250.8	611.2	423.4	355.4	690.5	462.1	475.2	289.6	3717.5
1990	3.5	0.0	18.0	171.3	566.0	427.5	351.8	243.3	356.6	1070.2	464.6	79.0	3751.8
1991	96.5	0.0	91.0	153.0	494.6	503.7	307.8	393.2	695.6	651.9	199.8	80.0	3667.1
1992	0.0	46.5	23.5	129.0	276.3	484.4	504.2	341.8	437.2	609.9	395.6	19.5	3267.9
1993	180.8	0.0	194.6	144.3	677.5	586.3	203.8	408.6	623.7	598.6	282.1	47.0	3947.3
1994	75.0	48.5	41.5	203.1	461.4	331.9	252.0	403.8	507.4	738.5	466.9	37.5	3567.5
1995	0.0	0.0	114.3	483.2	578.0	513.9	475.1	817.7	767.5	954.6	281.8	196.8	5182.9
1996	103.0	2.5	101.5	184.1	468.1	638.5	661.7	501.3	785.3	834.9	376.3	31.5	4688.7
1997	108.0	0.0	82.8	226.8	355.3	425.9	170.5	159.5	404.4	426.9	557.1	38.5	2955.7
1998	0.0	92.5	33.0	120.8	222.5	310.8	448.7	692.2	585.4	634.9	301.5	473.9	3916.2
1999	40.5	150.6	3.5	226.3	540.7	749.3	197.5	708.5	871.0	857.1	431.6	154.3	4930.9
2000													3355.9
2001													3556.0
2002													2632.1
2003													4690.7
2004													3648.1
2005													3782.3
2006													3880.7
2007													4618.1
2008													4906.1
2009													3244.8
2010													5783.4
2011													4287.7
2012													3427.4
2013													4111.0
2014													3369.7
2015													3405.7
2016													3340.1
2017													3416.6
2018													2898.3
2019													2672.1

**Prom** 46.2 30.2 87.9 199.3 457.3 496.1 350.9 515.2 654.2 769.6 415.5 111.7 3981.0

Valor estimado por proporción normal

Valor estimado mediante el método de dobles acumuladas con Los Palomos

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

## Cuadro A-4

Estación Paja Sombrero (108 018)  
 PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm  
 Coordenadas: 8° 41' Latitud Norte y 82° 19' Longitud Oeste  
 Elevación 388 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Total ajustado
1970	33.2	27.6	92.5	412.8	361.9	431.0	468.6	314.6	619.2	452.6	281.1	119.7	3614.8	3614.8
1971	33.0	3.9	13.6	40.5	503.2	213.5	392.1	481.1	942.2	744.3	459.9	23.8	3851.1	3851.1
1972	62.0	7.9	16.5	160.9	355.1	325.8	78.4	279.2	595.6	290.4	248.6	95.7	2516.1	2516.1
1973	48.7	20.4	44.9	216.9	531.0	423.6	524.3	629.8	674.7	1053.0	530.4	26.2	4723.9	4723.9
1974	2.9	0.0	16.1	32.8	481.3	707.2	204.4	321.4	861.8	1008.9	153.0	3.2	3793.0	3793.0
1975	1.4	47.9	0.0	34.6	441.0	287.5	388.6	299.2	794.9	816.6	1201.4	191.1	4504.2	4504.2
1976	0.0	0.0	0.0	89.4	424.7	431.5	89.1	270.3	217.3	885.6	208.3	26.4	2642.6	2642.6
1977	0.0	0.0	0.0	23.4	275.5	400.2	42.1	393.0	655.0	376.0	286.2	24.7	2476.1	2476.1
1978	41.4	0.0	95.3	96.6	481.8	576.3	543.2	260.5	705.5	1195.6	429.9	239.4	4665.5	4665.5
1979	17.7	24.9	79.0	367.1	352.9	412.7	320.4	435.1	828.6	1408.1	528.7	131.3	4906.5	4906.5
1980	21.3	74.6	19.3	87.7	673.7	361.0	192.2	378.3	595.2	475.6	475.2	63.9	3418.0	3418.0
1981	10.4	1.2	74.8	372.0	850.6	727.1	196.8	479.2	538.9	710.1	225.8	39.9	4226.8	4226.8
1982	23.7	1.5	0.0	177.8	698.6	699.9	116.9	103.2	589.4	779.9	122.1	57.2	3370.2	3370.2
1983	0.0	31.9	173.1	115.5	99.1	455.0	391.4	244.3	322.1	660.8	360.3	33.3	2886.8	2886.8
1984	6.3	12.5	57.9	138.1	445.0	434.3	521.9	501.4	495.5	579.4	296.4	0.0	3488.7	3488.7
1985	0.0	0.0	12.5	397.2	294.9	264.3	229.3	410.9	448.0	507.9	230.2	141.9	2937.1	2937.1
1986	0.0	7.4	17.1	0.0	537.0	368.5	60.4	251.8	713.8	732.7	75.5	16.5	2780.7	2780.7
1987	5.3	23.3	91.5	7.6	127.7	173.2	312.9	366.5	463.8	553.8	85.7	99.2	2310.5	2310.5
1988	7.0	0.0	27.6	18.3	125.2	227.1	103.3	327.3	705.4	962.7	282.8	0.0	2786.7	4438.5
1989	0.0	0.0	0.0	0.8	100.5	428.1	214.7	80.2	326.4	228.7	180.5	222.6	1782.5	3348.8
1990	0.0	0.0	0.0	107.9	386.3	151.9	240.5	298.9	217.3	760.9	779.6	93.6	3036.9	3036.9
1991	30.1	3.3	144.5	61.1	409.9	564.3	170.9	269.3	471.0	551.2	104.6	77.6	2857.8	2857.8
1992	0.0	40.1	0.0	115.7	171.6	665.4	184.2	147.4	429.8	296.6	322.0	21.7	2394.5	2394.5
1993	142.6	0.0	70.7	156.9	670.3	262.3	105.2	395.7	600.3	556.3	516.7	70.7	3547.7	3547.7
1994	14.5	7.9	2.3	111.4	340.0	177.3	142.7	268.3	514.2	596.5	410.2	20.8	2606.1	2606.1
1995	7.5	0.0	73.9	408.3	409.9	580.5	407.4	816.2	953.0	819.8	98.2	100.3	4675.0	4675.0
1996	47.8	8.3	62.1	191.1	424.3	437.4	467.3	394.7	651.1	669.0	452.1	33.0	3838.2	3838.2
1997	65.1	6.0	3.3	315.0	228.7	457.8	182.5	113.9	243.5	414.6	625.8	51.3	2707.5	2707.5
1998	0.0	103.7	43.8	58.9	266.1	203.1	425.5	343.0	662.8	764.8	337.3	366.1	3575.1	3575.1
1999	16.0	48.4	1.9	317.8	325.7	362.8	141.6	674.5	933.0	1000.3	326.7	75.1	4223.8	4223.8
2000	30.3	2.0	56.9	69.1	395.5	581.4	263.0	278.0	730.7	253.5	161.8	97.4	2919.6	2919.6
2001	56.7	0.0	76.2	14.1	595.7	232.5	261.3	259.6	547.2	754.5	223.7	54.1	3075.6	3075.6
2002	3.4	21.6	0.0	2.2	561.0	391.9	183.1	439.5	818.3	678.3	140.6	10.4	3250.3	3250.3
2003	0.0	31.6	202.9	213.3	610.7	572.0	337.8	202.8	539.2	1264.5	497.9	154.2	4626.9	4626.9
2004	38.5	39.2	14.4	9.4	719.6	129.1	334.9	240.0	726.6	735.9	299.4	40.5	3327.5	3327.5
2005	29.6	0.0	188.7	80.9	472.2	625.7	310.6	465.5	511.7	1032.1	400.6	7.4	4125.0	4125.0
2006	16.3	33.3	5.7	128.4	256.9	761.2	187.8	282.3	179.3	516.7	362.5	131.7	2862.1	2862.1
2007	0.3	24.2	5.1	182.6	876.8	314.3	334.3	660.8	577.6	803.4	270.7	97.6	4147.7	4147.7
2008	3.0	20.5	39.1	72.2	656.3	213.6	525.2	698.6	628.2	614.5	590.7	23.8	4085.7	4085.7
2009	4.8	17.5	138.8	42.2	452.7	811.2	213.5	334.6	251.8	751.0	359.8	109.1	3487.0	3487.0
2010	1.1	63.9	246.3	250.7	324.6	684.3	661.5	771.3	1160.1	635.4	404.4	198.3	5401.9	5401.9
2011	6.2	15.1	37.0	87.2	574.4	689.7	396.0	517.8	540.1	1020.7	328.8	45.5	4258.5	4258.5
2012	1.6	0.0	40.7	278.5	647.2	335.9	103.6	577.0	218.9	591.3	58.1	27.1	2860.3	2860.3
2013	0.0	0.0	10.2	3.2	316.4	169.3	195.8	214.5	1094.9	415.7	304.8	15.2	2740.0	2740.0
2014	0.6	0.6	0.4	42.7	448.1	161.6	58.8	332.2	522.4	582.4	203.0	52.9	2405.7	2502.6
2015	0.0	3.2	0.0	0.0	216.2	57.0	99.1	89.3	324.1	498.1	651.9	4.3	1943.2	2400.0
2016	0.0	0.4	7.6	175.5	387.2	320.4	138.2	306.3	367.9	576.3	570.9	75.4	2926.1	2927.6
2017	12.5	94.1	88.5	102.4	470.3	594.1	231.7	353.0	742.7	650.5	17.8	48.0	3405.6	3701.8
2018	19.2	0.0	0.0	18.5	621.3	367.6	101.2	187.5	505.7	342.5	69.7	73.4	2306.6	2436.7
2019	0.6	0.6	0.6	46.3	580.4	270.4	83.0	165.1	516.7	558.8	89.3	38.2	2350.0	2664.7

Prom	17.3	17.4	47.9	129.1	439.5	409.9	257.6	358.5	585.5	682.6	332.8	75.4	3474.5	3443.3
	Estimado por proporción normal con Finca Lérida, Potrerillo Arriba y Caldera P Nuevo													
	Igual al promedio del mes de diciembre													

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

### Cuadro A-5

#### Estación Quebrada Bijao (108 020)

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm

Coordenadas: 8° 44' 43" Latitud Norte y 82° 09' 56" Longitud Oeste

Elevación 1080 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Total Ajustado
1970														5290
1971	505.0	260.1	673.5	284.0	366.1	417.6	467.1	231.1	52.2					5636
1972														3682
1973														6913
1974	416.9	307.3	589.8	235.7	303.8	448.0	698.9	198.9	739.2	319.3	376.6	614.0	5248	5248
1975	126.1	754.2	328.3	474.4	134.1	601.3	595.8	906.6	490.7	665.1	557.5	1116.8	6751	6751
1976	574.6	234.0	558.8	1090.0	413.4	523.0	751.2	734.2	547.0	608.8	543.5	635.1	7214	4458
1977														3624
1978	113.2	214.0	223.2	64.2	821.0	360.2	430.4	493.2	645.6	507.2	187.4	438.0	4498	6266
1979	98.5	117.0	113.5	235.5	167.5	356.5	353.8	148.5	637.4	1047.6	646.0	319.0	4241	5430
1980														5002
1981														6185
1982														4932
1983	33.8	217.3	288.2	137.2	296.2	558.7	310.5	544.7	468.4	553.1	446.1	375.0	4229	5301
1984	961.2	215.7	444.8	36.2	481.5	617.9	656.7	664.1	395.2	547.6	538.6	525.0	6085	4239
1985	74.6	45.1	134.7	379.7	491.5	578.0	412.9	463.2	386.6	289.3	475.2	697.5	4428	5332
1986	1110.6	192.1	851.6	435.2	545.2	794.0	482.9	749.3	526.0	498.3	322.7	59.7	6568	4246
1987														3381
1988														6495
1989														4901
1990	191.0	55.8	63.6	326.8	152.4	365.0	297.9	300.9	256.2	1410.1	721.6	223.7	4365	4426
1991														3901
1992	53.9	59.3	148.8	609.3	348.5	292.9	394.5	499.6	552.0	487.7	299.5	1097.3	4843	3371
1993														5192
1994														3814
1995														6841
1996														5617
1997														3962
1998														5232
1999														6181
2000														4273
2001														4501
2002														4756
2003														6771
2004														4869
2005														6037
2006														4188
2007														6070
2008														5979
2009														5103
2010														7905
2011														6232
2012														4186
2013														4010
2014														3662
2015														3512
2016														4284
2017														5417
2018														3566
2019														3900

Prom 355 223 368 359 380 467 488 495 475 595 494 603 5099 5021

Valores estimados por proporción normal con Potrerillo Arriba, Paja Sombrero y Caldera PN

Valores estimados mediante el método de dobles acumuladas con Paja Sombrero

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro A-6

Estación Hornitos (108 022)+A1:O29AA1:045  
 PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm  
 Coordenadas: 8° 44' Latitud Norte y 82° 15' Longitud Oeste  
 Elevación 1080 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Ajustados
1970											486.7	763.1		3821
1971	207.8	89.8	178.9	232.1	243.9	453.7	251.2	181.7	722.0	581.2	383.0	225.4	3751	3751
1972	118.8	151.9	60.4	249.2	237.7	446.9	161.2	385.8	365.7	242.0	307.0	234.4	2961	2961
1973	170.1	129.9	40.7	252.3	411.7	349.4	583.5	826.8	575.8	921.4	837.6	158.2	5257	5257
1974	50.9	15.9	21.2	38.6	532.8	285.4	214.4	414.6	350.3	596.2	122.9	391.2	3034	3034
1975	168.2	51.4	64.8	150.5	138.0	266.1	449.8	281.5	530.5	616.6	884.3	581.0	4183	4183
1976	180.4	118.4	93.7	155.6	348.3	325.5	409.2	250.0	407.7	581.4	304.2	219.9	3394	3394
1977	131.3	104.7	186.3	107.0	279.8	398.6	249.1	596.6	475.1	297.1	246.2	44.0	3116	3116
1978	72.1	136.3	142.2	40.9	523.0	194.2	256.7	266.2	539.4	577.9	343.7	279.4	3372	4932
1979	69.2	66.0	146.5	288.6	124.2	293.7	101.8	356.4	406.0	667.3	411.7	203.2	3135	5187
1980	107.2	206.9	114.7	120.6	450.6	356.4	262.8	293.4	429.2	572.9	547.3	213.0	3675	3675
1981	243.3	230.5	183.5	293.5	645.8	655.0	256.4	454.3	366.4	708.9	447.8	205.1	4691	4691
1982	132.2	66.4	88.9	133.4	643.8	600.0	167.0	282.5	413.4	542.3	236.1	45.2	3351	3351
1983	6.8	138.4	183.6	87.4	188.7	355.9	197.8	234.6	326.3	654.9	253.7	128.7	2757	2757
1984	184.3	137.4	52.4	87.4	306.7	393.6	340.8	436.4	502.0	684.2	295.9	167.0	3588	3588
1985	27.0	28.7	85.6	254.3	258.3	390.1	276.1	507.0	312.4	324.1	192.1	213.6	2869	2892
1986	273.1	42.1	223.8	81.0	626.3	337.4	136.5	257.6	737.3	796.3	63.7	33.6	3609	3609
1987														2442
1988														4692
1989														3540
1990														3210
1991														3021
1992														2531
1993														3750
1994														2755
1995														4942
1996														4057
1997														2862
1998														3779
1999														4465
2000														3086
2001														3251
2002														3436
2003														4891
2004														3518
2005														4361
2006														3026
2007														4385
2008														4319
2009														3686
2010														5710
2011														4502
2012														3024
2013														2896
2014														2645
2015														2537
2016														3095
2017														3913
2018														2576
2019														2817
<b>Prom</b>	133.9	107.2	116.7	160.8	372.5	381.4	269.6	376.6	466.2	585.3	374.3	241.5	3546	3754

Estimados mediante el método de dobles acumuladas

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro A-7

Estación Bella Vista (108 032)													
PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm													
Coordenadas: 8° 36' Latitud Norte y 82° 14' Longitud Oeste													
Elevación 730 msnm													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970													5973.8
1971													6364.3
1972													4158.1
1973													7806.7
1974	4.2	20.5	426.4	125.7	864.0	1041.0	454.7	708.4	875.4	1450.8	208.9	28.7	6208.7
1975	44.1	65.4	31.1	131.3	570.7	662.2	572.4	708.6	1183.7	1107.2	1518.8	131.1	6726.6
1976	0.1	0.0	0.0	162.0	711.0	855.1	209.7	607.5	471.1	992.9	353.7	55.8	4418.9
1977	0.0	0.0	38.6	169.0	596.3	654.8	120.0	688.7	925.8	737.7	718.6	94.6	4744.1
1978	19.8	10.3	339.0	238.9	714.5	821.6	563.9	582.5	885.7	1077.0	350.8	192.3	5796.3
1979	2.8	68.4	94.6	532.5	752.2	719.2	666.7	883.8	1072.6	1635.6	652.0	324.3	7404.7
1980	123.5	109.6	80.0	256.3	901.7	533.6	349.8	912.3	1064.4	646.4	548.4	86.5	5612.5
1981	8.4	7.8	121.5	203.0	957.7	966.4	414.0	1363.7	933.7	1168.1	334.6	143.5	6622.4
1982	33.4	15.6	71.6	262.2	887.1	1134.9	317.1	272.8	844.4	824.9	95.6	44.5	4804.1
1983	2.6	13.7	235.4	252.0	308.7	600.5	379.1	595.7	1145.3	747.2	1000.8	108.4	5389.4
1984	49.7	51.8	203.8	351.4	451.6	928.6	948.1	856.7	1037.7	857.3	603.7	4.0	6344.4
1985	3.9	0.0	79.8	525.5	590.4	555.5	500.4	915.0	945.7	834.5	420.2	91.8	5462.7
1986	26.0	115.6	103.3	49.4	829.6	847.0	183.1	508.4	661.8	883.7	225.3	105.2	4538.4
1987	41.4	78.7	133.5	60.0	302.2	568.5	552.2	526.5	630.9	772.8	200.9	216.1	4083.7
1988	14.1	0.7	177.3	237.3	468.0	1223.3	859.3	1501.5	1237.5	1586.0	462.0	12.6	7779.6
1989	19.3	0.0	11.2	16.8	498.5	950.5	148.4	843.6	1048.5	641.4	534.9	467.8	5180.9
1990	1.8	1.5	16.7	260.3	633.0	630.2	444.2	451.4	492.8	1335.8	769.0	125.4	5162.1
1991	99.6	36.9	110.5	68.0	750.7	981.8	243.7	573.6	926.8	741.9	331.3	151.3	5016.1
1992	0.0	39.4	40.3	205.3	315.3	808.2	517.3	418.8	766.2	683.6	346.6	76.9	4217.9
1993	134.7	0.0	142.0	184.4	884.6	764.0	347.5	706.3	765.8	993.9	696.8	55.5	5675.4
1994	41.1	6.9	15.2	150.7	466.8	208.3	195.7	637.0	622.1	1333.5	398.5	63.1	4138.9
1995	3.6	0.0	175.0	361.7	646.3	968.8	627.0	1155.6	1631.1	1178.7	388.0	354.5	7490.3
1996	146.0	20.7	42.4	285.3	747.9	695.2	776.3	934.5	899.4	1390.7	497.3	51.4	6487.1
1997	188.7	9.0	26.0	386.7	318.4	538.5	178.5	296.6	744.3	449.4	899.8	74.4	4110.3
1998	5.6	118.2	14.2	100.4	436.4	447.4	678.1	721.2	1158.1	1383.0	473.7	674.7	6211.0
1999	67.2	121.7	8.2	322.4	834.9	929.8	366.1	1264.7	1407.1	1406.9	534.5	158.4	7421.9
2000													4824.9
2001													5082.7
2002													5371.4
2003													7646.4
2004													5499
2005													6817
2006													4729.9
2007													6854.5
2008													6752
2009													5762.6
2010													8927.2
2011													7037.6
2012													4726.9
2013													4528.1
2014													4135.8
2015													3966.2
2016													4838.2
2017													6117.6
2018													4026.8
2019													4403.7
Prom	41.6	35.1	105.3	226.9	632.2	770.6	446.7	755.2	937.6	1033.1	521.7	149.7	5668.0
	Valores estimados mediante el método de dobles acumuladas con Paja Sombrero												
	Valores estimados mediante el método de proporción normal												
Fuente: Hidrometeorología de ETESA													

### Cuadro A-8

Estación India Vieja (108 037)

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm

Coordenadas: 8° 45' Latitud Norte y 82° 21' Longitud Oeste

Elevación 1160 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970													5746
1971													5212
1972													3649
1973													5655
1974													5239
1975													5771
1976													3002
1977													3734
1978													4883
1979													6175
1980													4574
1981	8.3	25.2	108.4	167.5	977.7	1008.7	343.3	449.9	551.1	1217.9	361.5	73.3	5293
1982	31.9	26.3	2.2	106.8	718.1	523.8	124.4	123.5	903.2	770.3	112.2	9.1	3452
1983	0.0	41.2	75.5	102.5	231.2	684.5	314.8	388.9	490.5	908.8	399.8	50.9	3689
1984	7.2	123.4	37.0	188.3	426.7	383.3	658.3	803.8	916.4	926.3	306.0	64.6	4841
1985	0.0	4.5	105.0	288.9	373.9	440.0	316.0	461.0	580.4	672.0	321.4	74.9	3638
1986	11.8	5.0	53.6	8.9	627.4	706.4	45.7	308.0	1001.8	1003.3	85.8	43.9	3902
1987	9.4	24.7	94.9	21.7	305.4	361.5	357.0	500.7	456.9	924.9	83.8	49.1	3190
1988	6.7	0.0	149.7	52.2	441.3	1122.9	705.3	1433.7	1157.0	1030.5	436.6	37.3	6573
1989	5.2	8.5	0.0	48.3	386.4	687.2	343.3	314.1	975.0	367.3	273.6	368.2	3777
1990	36.2	0.0	0.6	58.6	442.7	184.8	191.8	404.6	390.2	859.2	857.1	103.6	3529
1991	45.5	2.8	51.8	108.8	603.3	631.7	211.5	448.9	524.6	806.9	66.2	72.9	3575
1992	0.0	0.5	0.4	273.4	266.7	435.0	199.6	256.4	608.1	456.9	268.3	59.3	2825
1993	124.9	0.4	56.7	246.0	1042.5	447.9	262.6	478.8	887.8	767.4	431.0	108.4	4854
1994	16.7	1.2	0.9	207.1	653.9	194.0	207.4	338.8	704.7	973.1	437.9	95.4	3831
1995	22.7	0.0	144.6	371.6	545.7	1150.7	617.9	963.3	739.2	845.1	170.8	153.8	5725
1996	173.2	34.0	16.6	84.6	665.2	584.6	563.6	473.5	518.7	862.9	777.3	62.7	4817
1997	91.7	25.2	15.4	420.5	206.3	628.4	240.5	235.0	429.7	482.9	908.4	66.5	3750
1998	0.1	32.8	9.1	32.2	379.9	551.4	412.7	615.1	1223.2	980.8	365.5	213.5	4816
1999	22.3	106.5	0.0	435.5	382.3	828.3	173.6	887.1	1253.0	1145.4	459.0	252.6	5946
2000													4230
2001													4153
2002													4322
2003													5644
2004													3874
2005													4455
2006													3727
2007													5499
2008													5358
2009													4163
2010													7405
2011													5470
2012													3547
2013													3901
2014													3489
2015	2.0	3.0	7.5	22.5	369.0	184.5	81.5	246.0	437.5	928.7	125.5	41.0	2449
2016	136.5	53.5	104.0	88.5	110.0	439.7	248.0	79.5	225.5	581.0	515.0	93.2	2674
2017	9.1	66.4	7.0	383.0	476.0	526.0	208.0	410.5	370.0	691.0	673.0	232.0	4052
2018	150.0	198.5	14.5	236.0	1146.5	733.0	238.0	494.0	1109.5	528.0	177.2	78.7	5104
2019													3396
<b>Prom</b>	39.6	34.1	45.9	171.9	512.1	584.3	307.2	483.3	715.4	803.3	384.2	103.9	4452

Valores estimados por proporción normal con Potrerillo Arriba, Paja Sombrero y Caldera PN

Valores estimados mediante el método de dobles acumuladas con Paja Sombrero

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

### Cuadro A-9

#### Estación Planta Estrella (108 038)

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm

Coordinadas: 8° 47' Latitud Norte y 82° 21' Longitud Oeste

Elevación 620 msnm

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Total ajustado
1970													3987	
1971													4248	
1972													2775	
1973													5210	
1974													4184	
1975													4968	
1976													2915	
1977													2731	
1978													5146	
1979													5412	
1980													3770	
1981													4662	
1982	33.9	22.7	4.0	161.9	914.7	555.0	133.3	126.7	718.8	755.0	115.8	33.6	3575.4	3575
1983	4.6	38.1	169.0	93.2	143.5	470.5	396.4	294.7	403.7	709.7	537.9	143.5	3404.8	3405
1984	13.0	58.7	6.7	164.6	575.2	640.7	345.3	688.9	701.1	718.0	326.2	2.8	4241.2	4241
1985	0.0	0.0	40.7	254.2	483.7	341.9	268.6	533.7	423.6	361.9	227.6	105.1	3041.0	3041
1986	0.0	4.9	68.9	8.8	530.6	408.7	90.4	282.8	783.5	824.0	67.5	35.2	3105.3	3105
1987	0.0	0.0	0.0	22.2	344.9	272.9	165.4	193.3	333.0	207.4	50.3	43.7	1633.1	2548
1988	66.7	14.9	78.2	27.1	118.0	562.7	219.3	143.1	957.8	1161.0	563.0	10.1	3921.9	3922
1989	101.5	29.1	1.7	23.2	269.2	751.7	467.6	446.1	1014.3	391.2	313.9	314.0	4123.5	4124
1990	51.5	0.0	8.8	0.0	419.4	173.6	205.1	263.1	403.5	1050.3	662.2	142.6	3380.1	3380
1991	0.0	0.0	91.0	69.8	476.6	714.6	118.6	181.0	307.0	675.1	107.3	90.4	2831.4	2831
1992	0.0	22.1	4.0	181.9	277.1	590.9	239.0	213.5	356.0	383.3	322.1	38.5	2628.4	2628
1993	114.7	0.0	92.9	156.4	791.3	502.0	158.9	495.6	530.5	544.4	477.1	170.8	4034.6	4035
1994	14.5	5.4	14.8	118.5	486.2	192.8	205.1	272.9	616.9	785.9	406.4	129.0	3248.4	3248
1995	0.0	0.0	99.4	353.3	34.7	36.0	158.7	1227.8	1072.7	992.7	286.2	257.3	4518.8	4519
1996	155.1	26.8	12.1	138.5	726.0	849.2	802.4	657.7	672.8	1029.0	789.3	53.4	5912.3	4234
1997	111.1	0.6	24.9	324.4	267.6	548.1	159.2	180.3	521.1	427.7	883.4	30.6	3479.0	3479
1998	2.7	91.6	24.8	39.6	406.7	450.2	424.9	405.2	581.5	497.9	302.5	300.5	3528.1	3528
1999													4659	
2000													3220	
2001													3392	
2002													3585	
2003													5103	
2004													3670	
2005													4550	
2006													3157	
2007													4575	
2008													4507	
2009													3846	
2010													5958	
2011													4697	
2012													3155	
2013													3022	
2014													2760	
2015													2647	
2016													3229	
2017													4083	
2018													2688	
2019													2939	
Prom	39.4	18.5	43.6	125.7	427.4	474.2	268.1	388.6	611.6	677.3	378.7	111.8	3565.1	3786

Valores estimados por proporción normal

Valores estimados mediante el método de dobles acumuladas con India Vieja

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

**6.2 ANEXO B: VERIFICACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE DOBLES ACUMULADAS. FIGURAS B-1 A LA FIGURA B-8.**

Figura B-1

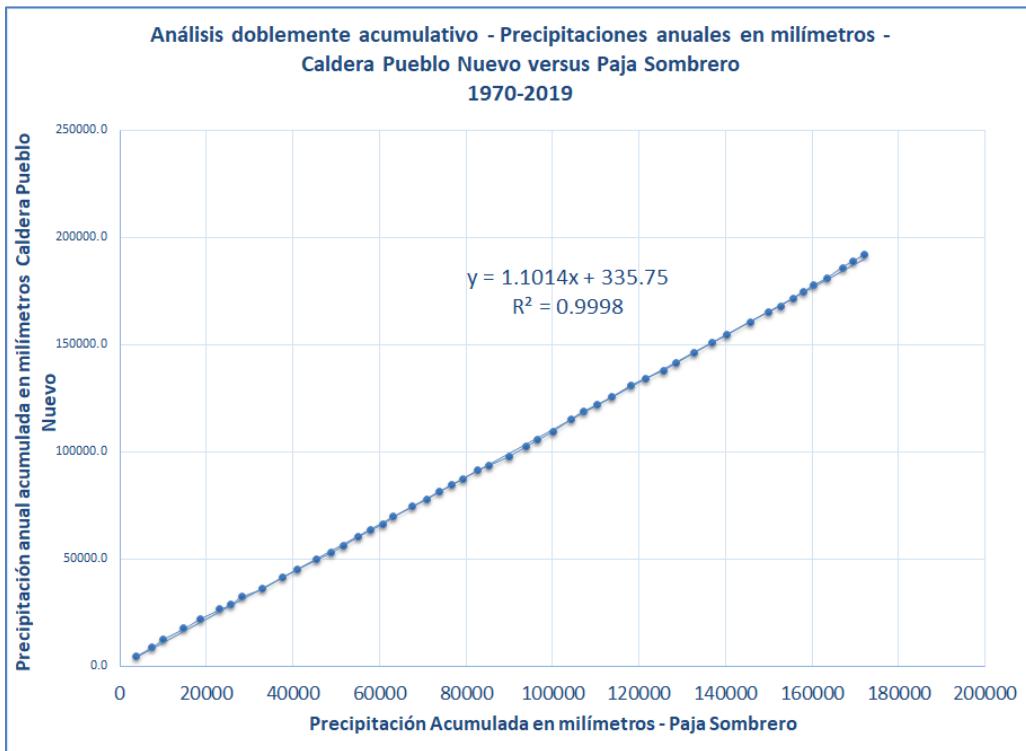


Figura B-2

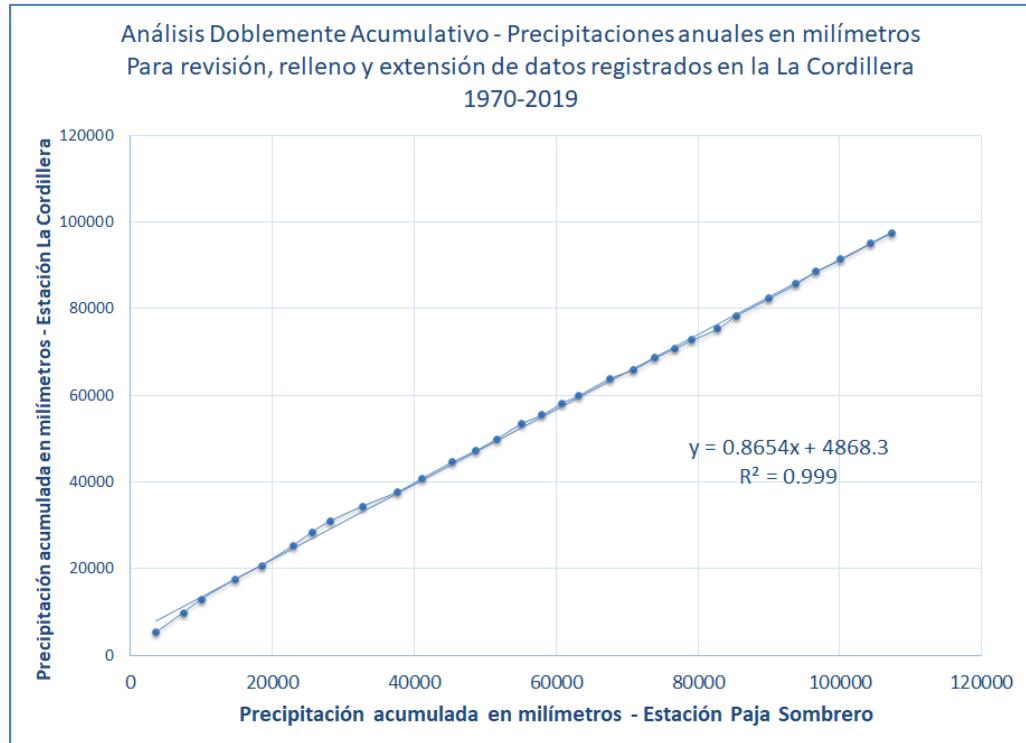


Figura B-3

Análisis Dblemente Acumulativo - Precipitaciones anuales en milímetros  
Para verificar la consistencia de los datos registrados en la estación La  
Esperanza, 1970-2019

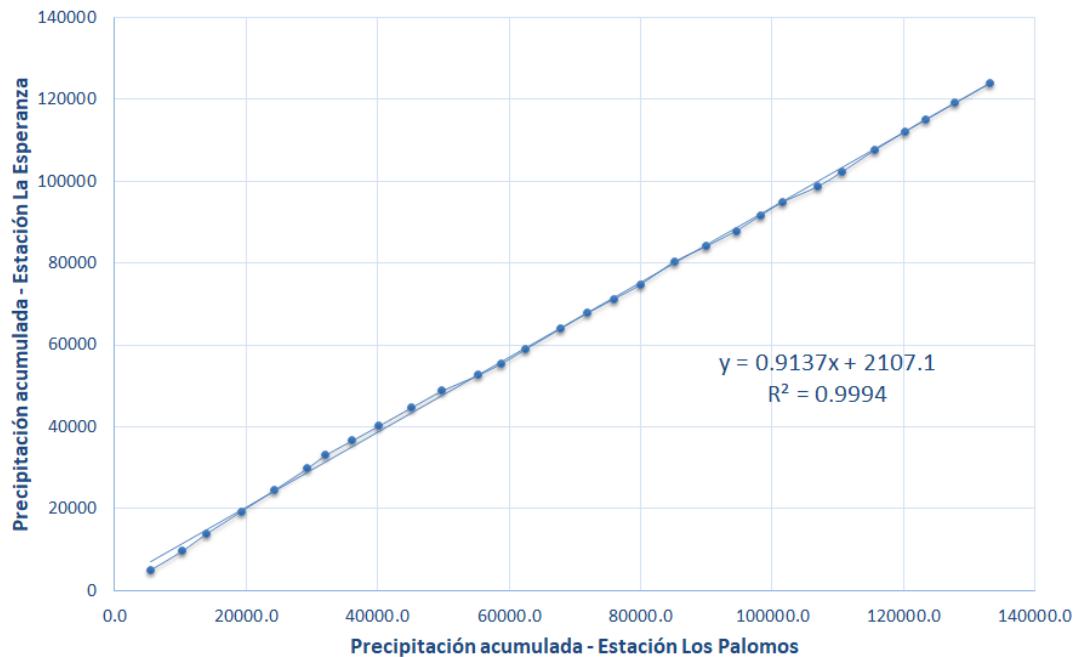


Figura B-4

Análisis Dblemente Acumulativo - Precipitaciones anuales en milímetros  
Para verificar la consistencia y extender los datos de Qda. Bijao  
1970-2019

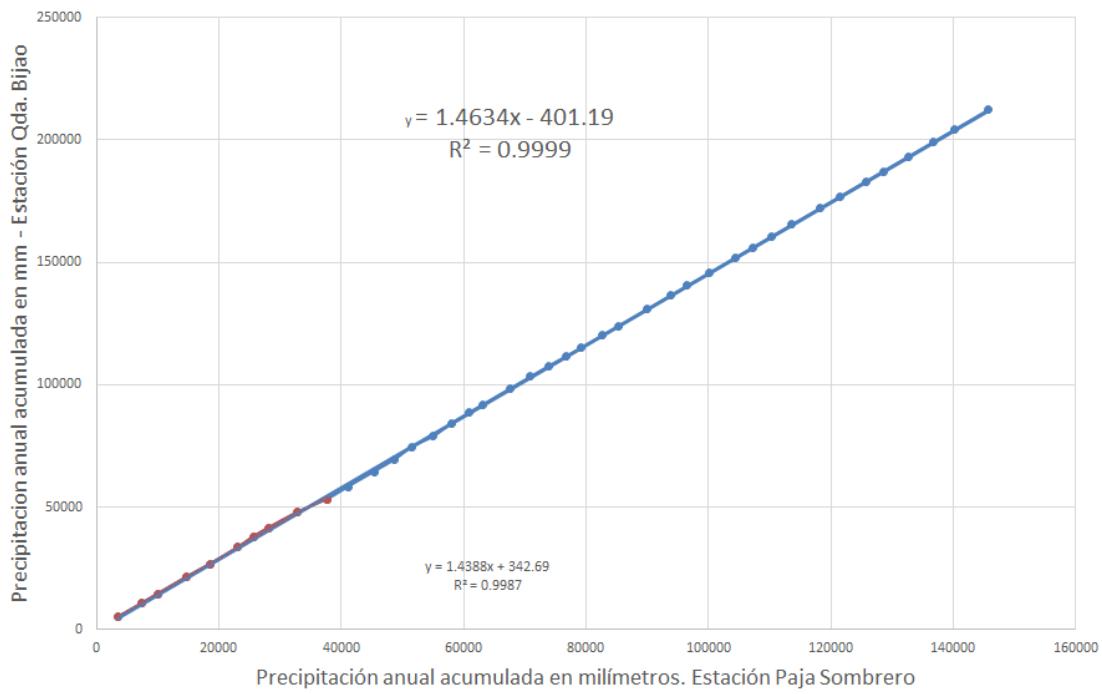


Figura B-5

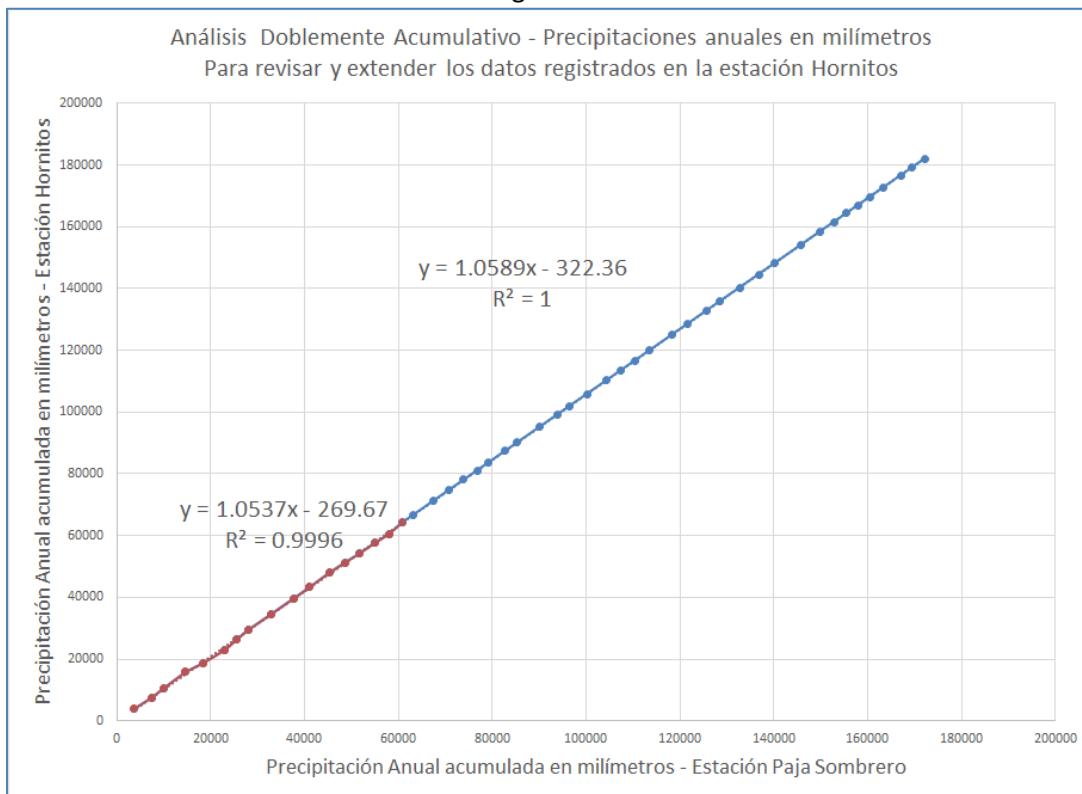


Figura B-6

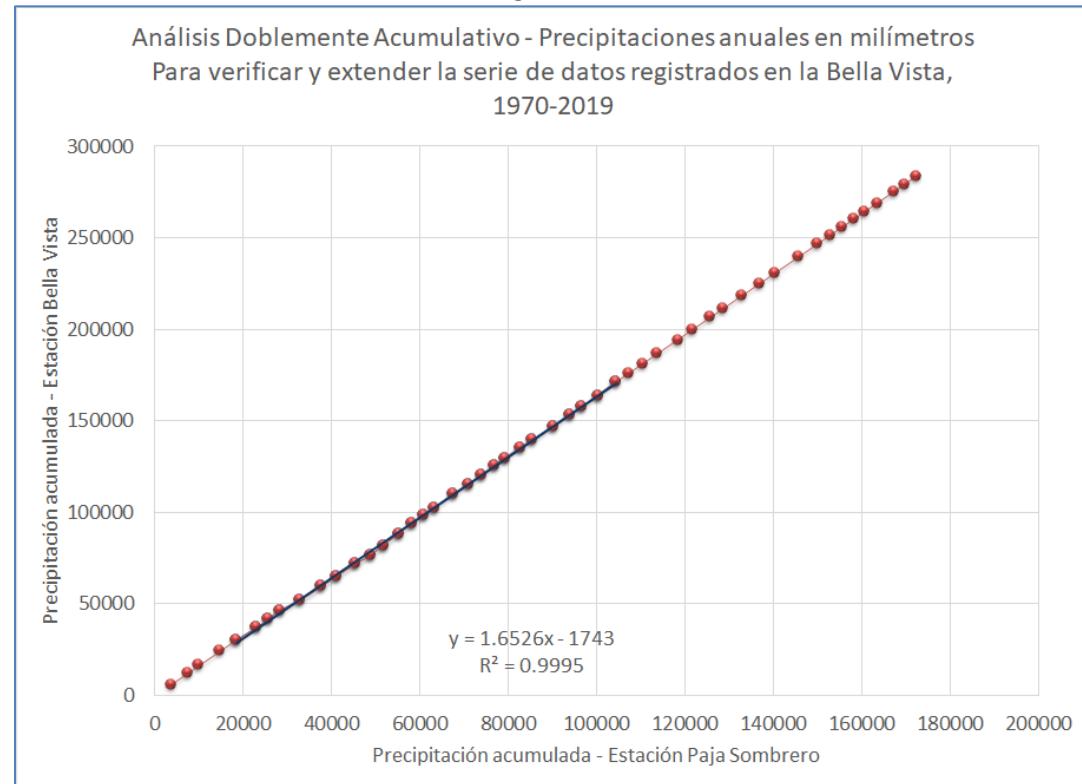


Figura B-7

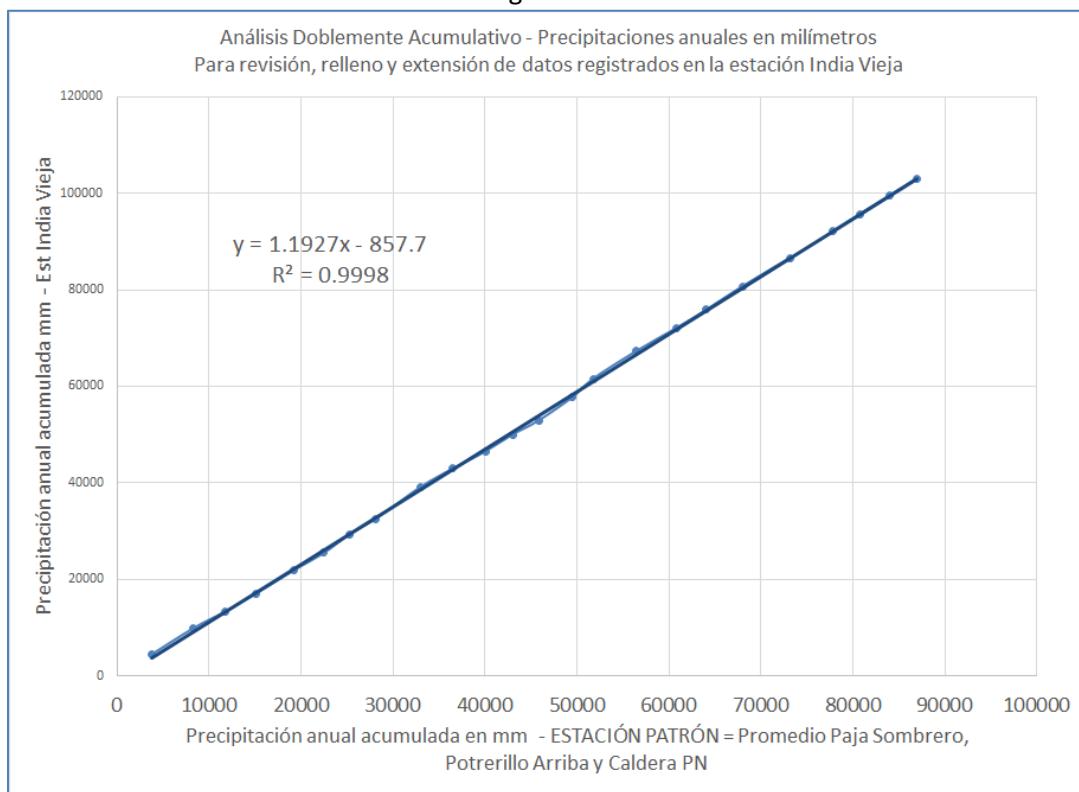
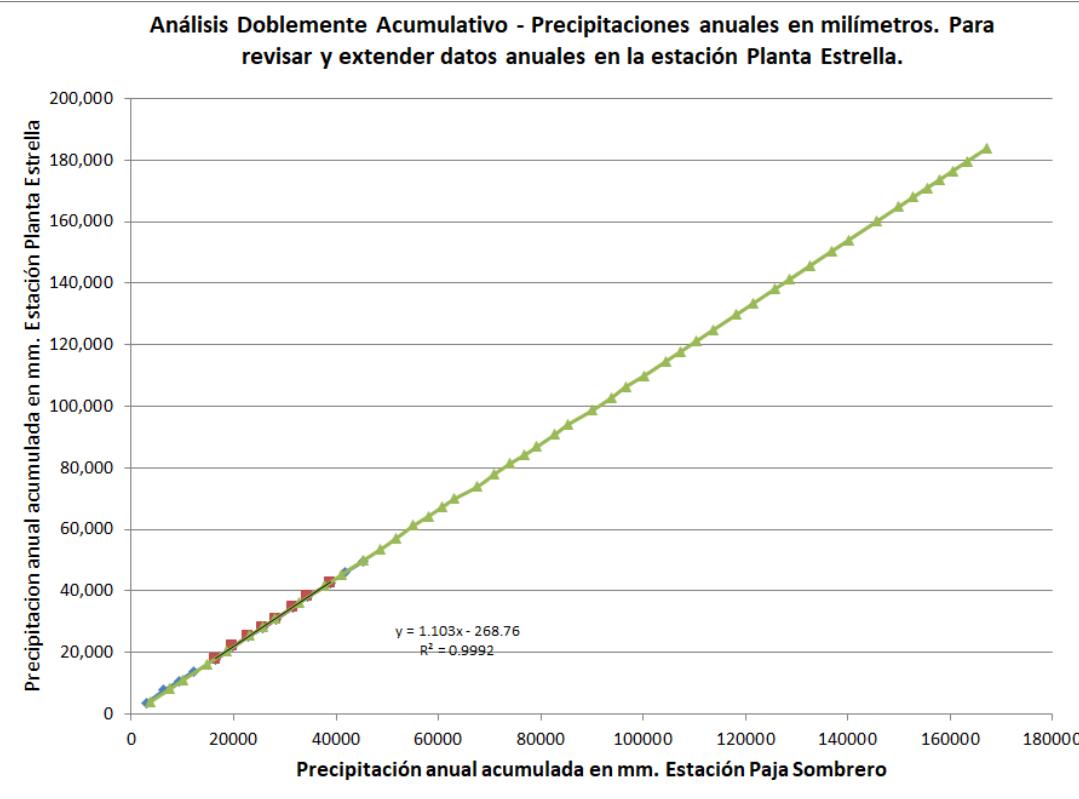


Figura B-8



6.3

**ANEXO C. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA PARA  
ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL  
MEDIANTE EL MÉTODO DE PENMAN (cuadros C1 al  
C19)**

Cuadro C-1

Resumen de valores mensuales de insolación relativa en %  
 ESTACIÓN LOS SANTOS (128-001)  
 Coordenadas: 7° 57' de Latitud Norte y 80° 25' de Longitud Oeste  
 ELEVACIÓN: 16 msnmm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRC
1972									39	47	56	67	52
1973	79	81	71	66	48	25	34	38	36	37	29	70	51
1974	75	84	81	73	42	32	32	28	35	29	45	71	52
1975	77	82	80	74	51	32	30	25	44	35	30	57	51
1976	77	82	87	70	57	33	43	45	37	45	56	79	59
1977	85	80	73	77	54	31	44	33	38	47	51	62	56
1978	81	79	64	64	43	37	36	41	35	44	51	73	54
1979	84	81	79	54	55	38	35	42	40	32	48	60	54
1980	72	82	75	66	45	34	32	38	34	37	39	56	51
1981	78	83	63	57	34	28	38	34	44	38	45	51	49
1982	65	75	76	66	40	37	32	37	34	36	61	76	53
1983	81	63	58	70	50	39	40	40	33	32	42	42	49
1984	75	68	71	66	39	21	26	31	31	35	48	69	48
1985	74	81	78	70	47	30	27	30	32	26	49	59	50
1986	72	78	67	55	50	19	24	29	34	31	51	62	48
1987	67	68	68	51	47	29	24	30	30	30	47	49	45
1988	78	71	68	60	35	33	25	25	28	34	36	49	45
1989	74	80	75	71	50	27	28	35	25	41	38	57	50
1990	76	79	70	62	46	35	32	37	35	37	43	59	51
1991	80	78	73	49	52	36	35	32	31	57	51	66	53
1992	77	70	72	56	48	44	29	35	34	40	46	60	51
1993	65	76	70	66	43	38	36	34	30	43	47	66	51
1994	76	80	77	70	44	35	41	35	30	45	44	71	54
1995	80	81	70	61	37	35	35	44	40	40	44	49	51
1996	63	68	72	60	43	26	36	35	44	34	39	59	48
1997	75	66	84	65	48	42	54	52	37	35	40	72	56
PROM.	75	77	73	64	46	33	34	35	35	38	45	62	51

Fuente: Hidrometeorología - ETESA

### Cuadro C-2

Promedio mensual de temperatura en °C.

ESTACIÓN LOS SANTOS (128-001)

Coordenadas: 7° 57' de Latitud Norte y 80° 25' Longitud Oeste

ELEVACION: 16 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1987	27.6	28.2	29.4	29.8	29.0	28.6	27.4	28.0	28.0	27.6	27.8	27.9	28.3
1988	27.6	28.5	28.6	29.3	28.6	27.2	27.1	27.1	27.2	26.7	27.0	26.7	27.6
1989	27.6	27.2	27.1	29.1	29.3	27.2	27.2	27.2	26.7	27.2	26.9	26.4	27.4
1990	27.8	27.8	28.4	29.2	28.8	28.2	27.5	27.4	27.4	26.8	27.2	27.2	27.8
1991	27.0	28.1	28.6	29.6	28.6	28.0	27.6	27.6	27.6	27.2	27.4	28.0	27.9
1992	27.8	28.0	29.2	29.8	29.1	28.4	27.1	27.6	27.0	24.6	26.8	27.4	27.7
1993	27.4	27.9	28.8	29.1	28.4	28.0	27.6	27.7	27.0	27.6	27.1	27.3	27.8
1994	27.3	28.0	28.4	29.3	28.7	27.7	27.7	27.5	27.8	27.4	27.2	27.7	27.9
1995	27.9	28.2	28.5	29.5	28.4	28.0	27.6	27.6	27.7	27.2	27.1	26.8	27.9
1996	27.1	27.9	28.2	28.7	28.0	27.1	26.8	26.8	27.3	26.9	26.4	27.1	27.4
1997	26.9	28.4	28.5	28.7	30.0	28.2	28.8	29.1	28.1	27.7	27.2	28.0	28.3
1998	28.8	29.2	30.0	30.4	29.2	28.1	27.3	27.1	26.9	27.1	26.9	26.8	28.2
1999	26.6	28.2	28.7	28.7	27.0	26.8	26.9	26.5	26.1	26.1	26.3	26.5	27.0
2000	26.9	27.5	27.2	28.6	28.5	27.7	27.2	27.3	27.0	27.4	27.2	26.9	27.5
2001	27.2	27.7	28.0	29.4	28.9	28.5	27.1	28.2	27.3	27.8	27.0	27.4	27.9
2002	27.9	28.7	29.4	29.2	29.6	28.3	28.2	27.7	27.8	27.7	27.7	27.8	28.3
2003	28.4	28.6	29.0	29.8	28.6	27.7	27.6	27.8	27.7	27.4	27.5	27.2	28.1
2004	28.0	28.5	29.5	29.6	29.1	28.0	27.5	27.7	27.5	27.6	27.4	27.8	28.2
2005	28.6	28.4	29.4	29.5	28.5	27.9	28.1	27.9	27.7	27.1	27.2	27.2	28.1
2006	28.2	28.5	29.2	29.2	28.6	28.3	27.9	28.0	28.1	27.6	27.0	28.1	28.2
2007	29.1	28.3	29.0	29.5	28.8	27.7	28.0	27.3	27.6	26.9	27.4	27.3	28.1
2008	27.9	27.9	28.6	29.4	28.5	27.7	27.2	27.2	27.7	27.2	27.0	27.3	27.8
2009	27.9	28.6	28.5	29.6	29.3	27.9	28.3	28.0	28.5	27.7	28.0	28.6	28.4
2010	28.9	29.4	29.8	30.2	29.4	27.8	27.6	27.5	27.1	27.3	26.8	26.4	28.2
2011	27.4	28.5	28.6	29.3	29.0	27.9	27.5	27.8	27.3	26.9	27.3	27.1	27.9
2012	27.6	28.2	29.2	28.6	28.5	28.3	27.9	27.7	27.7	27.2	27.5	27.8	28.0
2013	28.5	28.3	29.2	30.0	28.7	27.9	27.7	27.7	27.7	27.6	27.4	27.6	28.2
2014	28.0	28.4	29.1	30.4	29.6	28.9	29.2	27.9	28.4	27.8	28.3	28.1	28.7
2015	29.5	29.2	29.4	30.7	30.3	29.7	29.2	29.5	29.3	28.5	27.9	29.6	29.4
2016	29.0	29.3	30.1	30.3	29.3	28.3	28.1	28.3	28.1	27.3	27.3	27.5	28.6
2017	28.1	28.1	29.4	30.1	29.1	28.3	28.1	28.0	28.1	27.8	27.5	27.9	28.4
2018	27.7	28.4	29.1	29.0	28.5	28.0	27.5	27.7	28.1	27.5	27.8	28.1	28.1
2019	28.4	28.6	29.3	29.9	28.8	28.7	28.3	28.3	27.9	27.3	27.7	27.9	28.4
PROM.	27.9	28.3	28.9	29.5	28.9	28.0	27.7	27.7	27.6	27.3	27.3	27.5	28.0
MAX.	29.5	29.4	30.1	30.7	30.3	29.7	29.2	29.5	29.3	28.5	28.3	29.6	30.7
MIN.	26.6	27.2	27.1	28.6	27.0	26.8	26.8	26.5	26.1	24.6	26.3	26.4	24.6

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

### Cuadro C-3

Promedio mensual de velocidad del viento a 2 metros de la superficie, en m/s

ESTACIÓN LOS SANTOS (128-001)

Coordenadas: 07° 57' de Latitud Norte y 80° 25' de Longitud Oeste

ELEVACIÓN 16 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom (m/s)
1978	1.6	1.7	1.5	1.2	0.7	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.8
1979	1.1	1.5	1.5	0.9	0.6	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7
1980	1.1	1.7	2.1	1.4	0.7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	1	0.9
1981	1.7	2	1.4	1.3	0.3	1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	1	1.1
1982	2.2	2.8	3	2.2	0.9	0.7	1.1	1.2	0.9	0.7	1.5	2.6	1.7
1983	3.1	3	2.5	2.4	1.9	0.8	1	0.9	0.5	0.5	0.9	1.1	1.6
1984	2.1	3.2	2.7	1.9	1.2	0.7	0.7	0.8	0.7	0.5	0.8	2.6	1.5
1985	2.6	3.4	3	2.4	1.2	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.8	1.5	1.5
1986	2.8	2	2.6	2.2	1.3	0.7	0.8	0.9	0.6	0.5	0.8	1.1	1.4
1987	2.3	2.7	2	2.1	1.1	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	1.1	1.5	1.3
1988	2.5	3.2	2.9	2.0	1.3	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	1.1	1.4
1989	2.4	3.1	2.5	2.9	1.5	0.7	0.9	0.7	0.6	0.8	0.8	1.5	1.5
1990	2.8	3.0	3.2	2.5	1.3	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	1.0	2.6	1.7
1991	2.2	3.5	2.6	2.2	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	1.0	2.6	1.6
1992	3.2	3.0	3.6	2.4	1.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.6	1.7
1993	2.0	2.9	2.5	2.0	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.7	1.5	1.3
1994	3.3	3.8	3.5	3.6	0.9	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	1.7	1.7
1995	2.5	3.4	1.9	1.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.9	1.2
1996	1.9	2.5	2.3	1.9	0.8	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.7	1.5	1.2
1997	1.8	2.7	3.0	2.1	2.2	0.6	1.4	1.2	0.7	0.6	0.4	2.0	1.6
1998	2.7	2.1	2.7	2.0	1.4	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	1.3
1999	1.3	2.1	2.3	1.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	1.1	1.1
2000	1.8	2.3	2.1	2.2	1.0	0.6	0.7	0.6	0.4	0.3	0.5	0.9	1.1
2001	1.8	2.7	1.8	2.4	0.9	0.9	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	1.2
2002	1.6	2.4	2.6	2.1	1.3	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.7	1.4	1.3
2003	2.3	2.1	1.9	1.6	0.7	0.5	0.5	0.4	0.3	0.5	0.5	0.9	1.0
2004	1.6	1.8	2.4	1.4	0.9	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	1.2	1.1
2005	1.8	2.1	1.3	1.2	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	0.9
2006	1.1	2.0	1.9	1.3	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.7	0.9
2007	1.8	1.9	1.8	1.2	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.9
2008	1.4	1.5	1.7	1.4	0.8	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.9
2009	1.4	1.8	1.9	1.8	1.0	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	1.0	1.0
2010	1.9	1.7	1.7	1.2	0.9	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	1.0	0.9
2011	1.1	1.4	1.5	1.3	0.9	0.4	0.2	0.0	0.4	0.5	0.5	0.8	0.7
2012	1.5	1.7	1.8	0.9	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.9	0.9
2013	1.8	1.5	2.0	1.4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.9	0.9
2014	1.2	1.4	1.5	1.4	0.8	0.6	0.8	0.4	0.5	0.3	0.6	0.7	0.8
2015	1.4	1.3	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.6	0.4	0.3	0.5	0.8	0.9
2016	2.6	1.7	1.5	1.2	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	1.2	1.0
2017	1.0	1.2	1.5	0.9	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6
2018	0.6	4.0	1.5	0.9	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	1.2	0.9
2019	2.0	1.7	1.9	1.2	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	1.7	0.9

PROM. 1.9 2.3 2.2 1.7 0.9 0.6 0.6 0.6 0.5 0.5 0.5 0.6 1.2 1.14

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

### Cuadro C-4

Humedad Relativa mensual en %

ESTACIÓN LOS SANTOS (128-001)

Coordenadas: 7° 57' de Latitud Norte y 80° 25' de Longitud Oeste

ELEVACION: 16 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1965	96	94	94	88	80	80	78	81	82	82	84	81	85
1966	78	76	77	77	84	85	84	84	83	84	82	82	81
1967	80	77	77	77	78	82	82	83	84	83	83	82	81
1968	77	78	76	76	80	83	83	82	82	82	81	78	80
1969	76	74	71	72	77	79	80	80	82	78	81	80	78
1970	79	77	75	76	78	81	82	83	81	82	81	81	80
1971	79	79	77	76	78	80	81	81	81	81	81	79	79
1972	72	68	68	69	76	81	80	77	81	81	78	73	75
1973	67	64	64	64	75	81	80	81	88	84	85	75	76
1974	70	64	64	65	75	81	77	81	84	86	80	73	75
1975	70	64	62	61	73	79	79	83	83	84	86	77	75
1976	67	65	62	65		82	77	78	82	86	84	77	75
1977	67	65	71	69	72	84	78	79	81	82	83	76	76
1978	67	67	67	69	78	82	79	80	83	80	84	79	76
1979	68	66	65	75	74	81	84	82	86	85	84	78	77
1980	72	67	67	67	76	85	83	83	84	84	85	87	78
1981													
1982													
1983	67	67	65	63	71	80	78	77	81	81	80	79	74
1984	70	68	64	65	72	82	81	81	83	83	81	72	75
1985	69	67	65	66	75	86	81	81	81	83	80	78	76
1986	73	71	69	71	76	85	80	78	83	85	79	77	77
1987	71	67	71	69	76	83	85	85	80	84	78	76	77
1988	68	68	68	67	75	83	84	84	82	83	82	79	77
1989	72	68	87	66	98	82	81	82	85	82	84	78	80
1990	71	66	67	67	76	80	81	83	81	86	83	77	77
1991	71	67	66	67	80	81	82	82	83	81	78	74	76
1992	70	68	66	66	70	77	76	77	80	81	80	75	74
1993	71	64	66	67	75	78	77	79	79	80	79	74	74
1994	66	63	62	64	75	80	77	81	80	81	83	73	74
1995	65	62	63	67	78	82	79	80	82	83	80	76	75
1996	71	68	66	66	77	82	81	73	82	83	81	77	76
1997	69	65	63	68	68	79	75	81	77	82	81	72	73
1998	67	68	62	64	73	78	80	83	82	82	81	82	75
1999	75	68	67	69	76	81	80	79	87	87	83	80	78
2000	74	58	67	65	76	79	80	79	83	80	80	78	75
2001	68	64	65	64	73	76	78	81	80	81	83	78	74
2002	71	66	64	66	74	79	79	81	82	83	80	72	75
2003	67	66	66	65	77	83	81	81	83	86	83	79	76
2004	70	67	65	69	76	80	80	81	82	83	82	76	76
2005	73	69	69	72	78	83	80	81	82	83	82	76	77
2006	72	67	66	68	77	80	81	81	80	83	83	77	76
2007	68	66	65	70	78	83	81	84	84	87	86	80	78
2008	70	70	66	67	73	82	83	83	83	84	82	75	76
2009	72	66	66	65	73	80	79	80	79	83	81	74	75
2010	67	69	67	70	75	82	82	83	85	83	82	76	77
2011	72	67	66	68	73	82	83	80	83	82	82	77	76
2012	70	67	65	74	80	79	80	80	81	81	79	76	76
2013	69	68	69	68	76	81	82	82	82	83	85	77	77
2014	71	68	66	67	73	80	75	79	79	83	80	78	75
2015													
2016													
2017	71	68	68	67	76	78	80	83	82	81	82	77	76
2018	79	73	71	71	77	81	82	82	84	84	82	82	79
2019	78	70	68	68	78	80	83	82	83	84	82	77	78

Prom. 72 68 68 69 76 81 80 81 82 83 82 77 77

██████████ Estimado con el promedio del registro

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

**Cuadro C-5**  
 Insolación relativa mensual, en %  
 ESTACIÓN SANTIAGO (120-002)  
 Coordenadas: 8° 05' de Latitud Norte y 80° 57' de Longitud Oeste  
 ELEVACIÓN: 80 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1971	59.0	78.0	51.0	65.0	38.0	32.0	30.0	34.0	38.0	34.0	45.0	65.0	47.4
1972	56.0	78.0	73.0	55.0	44.0	44.0	42.0	39.0	32.0	43.0	53.0	74.0	52.8
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979					48.0	37.0	34.0	42.0		43.0	52.0		42.7
1980	69.0	76.0	75.0	53.0	45.0	30.0	32.0	38.0	31.0	35.0	31.0	41.0	46.3
1981	74.0	80.0	56.0	43.0	33.0	26.0	37.0	29.0	42.0	32.0	37.0	40.0	44.1
1982	69.0	75.0	74.0	58.0	36.0	39.0	37.0	40.0	36.0	34.0	61.0		50.8
1983	81.0	71.0	51.0	60.0	47.0	45.0	44.0	42.0	42.0	32.0	37.0	48.0	50.0
1984	66.0	55.0	64.0	59.0	44.0	24.0	38.0	34.0	34.0	34.0	42.0	68.0	46.8
1985	72.0	86.0	80.0	68.0	43.0	32.0	40.0	39.0	42.0	35.0	48.0	60.0	53.8
1986	75.0	76.0	74.0	57.0	48.0	38.0	40.0	40.0	35.0	36.0	51.0	68.0	53.2
1987	78.0	81.0	62.0	54.0	50.0	39.0	28.0	42.0	40.0	31.0			50.5
1988		77.0	76.0	63.0	49.0	38.0		29.0	30.0	35.0	38.0	44.0	47.9
1989	73.0	85.0	72.0	67.0	49.0	35.0	39.0	42.0	32.0	45.0	39.0	52.0	52.5
1990	76.0	84.0	72.0	62.0	46.0	37.0	37.0	38.0	38.0	34.0	46.0	58.0	52.3
1991			53.0			28.0	36.0	35.0	33.0	45.0	39.0	55.0	40.5
1992	73.0	69.0	72.0	54.0	48.0	45.0	38.0	41.0	36.0	41.0	46.0	59.0	51.8
1993	63.0	81.0	63.0	60.0	47.0	42.0	38.0	37.0	30.0	30.0	46.0	57.0	49.5
1994	73.0	80.0	73.0	62.0	38.0	31.0	38.0	40.0	33.0	47.0	40.0	66.0	51.8
1995	83.0	86.0	68.0	57.0	35.0	34.0	31.0	37.0	42.0	33.0	38.0	48.0	49.3
1996	60.0	71.0	72.0	60.0	41.0	29.0	34.0	39.0	45.0	37.0	31.0	52.0	47.6
1997	75.0	68.0	83.0	69.0	52.0	41.0	52.0	37.0	37.0	92.0	42.0	75.0	60.3
1998	84.0	67.0	78.0	55.0	47.0	41.0	38.0	42.0	42.0	34.0	46.0	40.0	51.2
1999	60.0	67.0	69.0	60.0	45.0	32.0	37.0	32.0	32.0	32.0	31.0	35.0	44.3
PROM.	71.0	75.8	69.4	58.8	44.2	35.6	37.3	37.7	36.5	38.7	42.3	55.1	50.2

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro C-6

Promedio mensual de temperatura en °C.  
ESTACIÓN SANTIAGO (120-002)  
Coordenadas: 8° 05' de Latitud Norte y 80° 58' de Longitud Oeste  
ELEVACION: 80 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1971	25.2	25.8	26.4	27.2	26.8	26	26	25.6	25.8	25.6	25.8	25.4	26.0
1972	25.8	27.6	28.4	28.1	27	26.8	27.2	26.6	26.4	26.3	26.6	26.8	27.0
1973	27	27.5	28.6	28.8	27.4	27.2	27	25.6	25.2	26.5	25.1	24.9	26.7
1974	26.7	26.3	26.8	27.8	26.6	25.9	26	26.1	25.6	25.4	25.4	26.4	26.3
1975	26.7	26.8	28.2	28.7	27.6	26.6	25.6	25.6	25.6	25.4	25.2	25.1	26.4
1976	25.7	26.1	27.5	27.9	27.3	26.7	27.9	27.7	27.6	26.2	26.3	26	26.9
1977	26.4	27.6	28.3	28.6	27.4	26.4	26.9	26.2	27.2	26.6	26.9	26.8	27.1
1978	26.2	27.8	27.6	27.4	27.2	26.2	26.5	26.7	26.2	26.2	26.6	26	26.7
1979	26.3	27.7	28.2	28.3	27.6	27.2	26.9	26.8	26.1	26.2	26.4	26.2	27.0
1980	26.3	25.9	28	28.2	27.8	27.6	26.4	27	26.7	26.6	26	26	26.9
1981	25.9	27.5	28.3	28.1	27	26.5	26.5	26.8	26.2	26.2	26.6	26.6	26.9
1982	25.8	27.7	27.8	28.2	27.2	27.4	26.8	27.3	26.8	26.6	26.4	25.9	27.0
1983	28.2	28.9	29.8	29.5	29	27.8	27.6	26.7	26.5	26.4	27.2	26.5	27.8
1984	26.2	26.6	27.4	27.2	27	26.2	26.2	27.3	25.1	25.8	25.6	26	26.4
1985	25.8	26.6	27.8	28	27.4	26.5	26.2	26.2	26.2	26	25.8	25.9	26.5
1986	25.8	26.6	27.3	27.9	27.8	27	26.8	26.8	26.5	26.1	26.7	25.7	26.8
1987	27.0	28.4	29.0	29.1	28.4	28.0	26.8	27.2	27.1	25.9	26.8	27.4	27.6
1988	27.2	27.7	28.2	28.5	28.3	26.5	26.4	26.0	26.0	26.1	26.4	25.6	26.9
1989	26.2	26.0	25.3	29.2	27.6	26.4	26.6	26.5	26.2	26.6	26.4	26.0	26.6
1990	27.0	27.0	28.2	29.0	27.9	27.2	26.8	27.1	29.5	26.0	26.9	25.8	27.4
1991	26.6	27.5	28.4	28.3	27.5	27.5	27.3	27.1	27.0	26.8	26.5	26.4	27.2
1992	26.9	27.6	28.4	29.2	28.1	27.4	26.6	26.9	26.3	26.7	26.6	26.3	27.3
1993	26.6	27.0	28.1	28.5	27.5	27.6	27.2	27.2	26.4	27.0	26.7	26.6	27.2
1994	26.4	27.5	28.0	28.6	27.7	26.9	27.0	26.8	26.8	26.6	26.3	26.7	27.1
1995	27.2	27.5	28.4	28.6	27.3	27.2	26.8	26.7	27.1	26.4	26.7	26.4	27.2
1996	26.2	27.3	28.2	28.0	27.4	27.0	26.7	26.6	27.0	26.4	25.8	26.5	26.9
1997	26.3	27.4	28.1	28.4	28.5	27.5	28.2	28.1	27.4	27.3	27.0	27.9	27.7
1998	28.2	29.2	30.0	30.5	29.6	28.3	27.3	27.3	26.7	26.3	26.7	26.2	28.0
1999	26.2	26.7	27.2	27.8	27.1	26.6	26.8	26.5	26.1	25.9	25.9	25.8	26.6
2000	25.8	26.6	27.4	28.4	27.9	27.0	26.8	26.9	26.5	26.9	26.6	26.3	26.9
2001	26.3	27.6	28.2	28.6	28.3	27.1	26.8	27.7	26.5	26.9	26.4	26.4	27.2
2002	26.7	27.5	28.4	28.2	28.5	27.2	27.1	27.0	27.0	27.1	26.9	27.0	27.4
2003	27.3	28.1	28.3	28.8	27.6	26.8	26.9	27.2	27.1	26.8	27.0	26.6	27.4
2004	26.9	28.1	29.0	28.5	27.6	27.2	26.9	26.8	26.7	26.7	26.9	26.6	27.3
2005	27.4	27.8	28.9	28.9	27.9	27.2	27.6	27.3	27.2	26.2	26.6	26.5	27.4
2006	26.9	27.4	28.6	28.6	27.9	27.4	27.5	27.4	27.4	27.1	26.6	27.3	27.5
2007	27.5	27.7	28.7	28.6	27.7	27.2	27.6	26.7	27.1	26.0	26.8	26.6	27.3
2008	26.3	26.9	27.8	28.4	27.3	27.4	26.6	26.8	27.1	26.7	26.2	26.4	27.0
2009	26.5	27.4	28.0	28.6	28.3	27.6	27.6	27.4	28.1	27.0	27.0	27.5	27.6
2010	27.4	29.0	29.6	29.5	28.5	27.2	27.0	27.2	26.3	26.6	25.9	25.7	27.5
2011	26.6	27.6	27.7	28.3	28.3	27.7	27.2	27.3	27.0	26.1	26.8	26.5	27.3
2012	26.6	27.5	29.2	28.4	28.0	27.5	27.4	27.4	27.4	26.9	27.1	27.0	27.5
2013	27.2	27.7	28.9	28.8	28.0	27.4	27.1	27.1	27.0	27.3	27.0	27.0	27.5
2014	27.4	27.9	28.7	29.8	28.6	28.0	28.4	27.5	27.8	27.6	27.7	27.6	28.1
2015	27.9	28.4	28.9	29.8	29.1	28.9	28.3	28.6	28.5	28.1	27.5	28.5	28.6
2016	28.1	28.9	29.8	29.9	28.8	27.8	27.4	27.9	27.5	27.2	26.4	27.1	28.1
2017	26.9	28.0	28.8	29.0	28.1	27.7	27.4	27.3	27.7	27.4	26.9	26.9	27.7
2018	27.0	27.0	28.2	28.4	27.9	27.6	27.6	27.6	27.8	26.9	27.6	27.3	27.6
2019	27.8	28.5	29.5	29.6	28.4	28.5	27.9	28.0	27.6	27.3	27.6	27.6	28.2

PROM.	26.7	27.5	28.3	28.6	27.8	27.2	27.0	27.0	26.8	26.5	26.5	26.5	27.2
MAX.	28.2	28.9	29.8	29.5	29.0	28.0	28.2	28.1	29.5	27.3	27.2	27.9	29.8
MIN.	25.7	25.9	25.3	27.2	26.6	25.9	25.6	25.6	25.1	25.4	25.1	24.9	24.9

Estimado con el promedio del registro  
Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro C-7

Promedio mensual de velocidad del viento a 2 metros de la superficie del suelo (m/s)

ESTACIÓN SANTIAGO (120-002)

Coordenadas: 08° 07' de Latitud Norte y 80° 58' de Longitud Oeste

ELEVACIÓN 80 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	(m/s)
1978	1.2	1.2	0.9	0.7	0.6	0.3	0.5	1.1	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9
1979	1.7	2.2	2.2	1.3	1.0	1.9	1.0	1.0	1.4	1.3	1.0	1.1	1.4
1980	1.3	1.9	2.3	1.7	1.2	1.1	0.9	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.3
1981	1.8	1.7	1.5	1.6	1.2	1.2	0.9	1.0	0.9	1.2	1.1	0.9	1.3
1982	1.2	1.7	1.9	1.6	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	0.8	1.0	1.3	1.2
1983	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	0.8	0.8	1.0	0.7	0.6	0.6	1.1	1.1
1984	0.9	1.1	1.3	1.1	0.7	0.8	0.8	1.0	0.9	0.8	0.7	1.1	0.9
1985	1.3	2.1	2.3	1.6	1.0	0.8	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
1986	2.1	1.6	2.2	1.9	1.5	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	0.9	1.3	1.5
1987	2.1	2.5	1.6	2.3	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.5
1988	1.7	1.9	2.4	1.5	1.3	1.4	1.2	1.4	1.6	1.4	1.1	0.9	1.5
1989	1.5	2.6	1.9	2.0	1.3	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.2	1.2	1.4
1990	1.8	1.9	2.3	2.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1	1.4
1991	1.2	1.9	1.3	0.9	0.3	0.6	0.7	0.7	1.0	0.9	0.9	1.2	1.0
1992	1.6	1.8	2.4	1.9	1.5	1.0	0.9	0.9	1.1	0.9	0.8	1.0	1.3
1993	1.3	1.9	1.7	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	1.4	1.3
1994	1.6	1.9	1.9	1.9	1.4	1.1	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.3
1995	2.0	2.0	1.9	1.3	1.1	1.3	1.1	1.3	1.3	1.6	1.1	1.0	1.4
1996	1.4	1.6	1.7	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4	1.0	1.3
1997	1.2	1.5	2.3	1.8	1.4	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	1.3	1.3
1998	1.7	1.3	2.0	1.8	1.5	1.1	1.0	1.1	1.2	1.6	1.0	1.2	1.4
1999	1.0	1.6	1.6	1.5	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3
2000	1.3	1.9	1.9	1.7	1.1	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9	1.1	1.2
2001	1.4	2.7	1.7	2.0	1.3	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.0	1.4
2002	1.4	2.0	2.2	1.9	1.4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.3	1.4
2003	2.0	1.9	1.8	1.5	1.0	1.1	0.9	0.8	1.0	1.3	1.0	1.3	1.3
2004	1.4	1.7	2.5	1.5	1.3	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	0.9	1.1	1.3
2005	1.4	2.0	1.3	1.4	1.1	1.1	0.8	0.9	1.1	1.9	1.2	0.8	1.3
2006	1.2	2.1	1.6	1.2	1.1	1.0	0.8	0.9	0.8	1.2	1.3	1.0	1.2
2007	1.6	1.7	1.9	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.0	1.6	1.0	0.8	1.3
2008	1.4	1.4	1.5	1.4	1.8	0.8	0.8	1.1	1.1	1.2	1.3	1.1	1.2
2009	1.4	1.7	1.9	1.7	1.0	1.0	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	0.8	1.2
2010	1.4	1.3	1.4	0.9	1.2	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	1.5	1.5	1.3
2011	1.2	1.9	1.4	0.9	1.4	1.0	0.9	1.0	1.2	1.4	1.2	1.2	1.2
2012	1.4	1.8	2.4	1.1	1.3	0.9	0.8	0.9	0.8	1.1	1.0	1.0	1.2
2013	1.5	1.5	1.9	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9	1.1
2014	1.5	1.8	2.0	1.7	1.0	0.8	0.8	0.8	1.1	0.9	0.8	0.9	1.2
2015	1.4	1.6	1.9	1.3	3.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	1.3
2016	1.4	2.4	1.7	1.3	0.9	0.8	0.7	1.0	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
2017	1.3	1.4	1.6	1.2	0.8	0.8	0.7	0.7	1.9	0.7	2.4	1.1	1.2
2018	0.8	1.6	1.7	0.9	1.3	0.6	0.5	0.6	0.7	1.0	0.5	1.1	0.9
2019	1.8	2.1	2.1	1.3	0.8	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	0.6	0.7	1.1

PROM. 1.47 1.82 1.84 1.47 1.23 0.99 0.91 0.97 1.06 1.12 1.04 1.09 1.09 1.3

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro C-8

Humedad Relativa mensual en %  
ESTACIÓN SANTIAGO (120-002)

Coordenadas: 8° 05' de Latitud Norte y 80° 58' de Longitud Oeste  
ELEVACION:80 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1973	68	66	66	71	79	83	83	85	89	86	85	82	79
1974	68	61	62	63	80	87	84	87	88	90	85	77	78
1975	65	61	58	57	79	87	86	88	87	89	90	78	77
1976	69	60	57	65	77	85	83	81	84	88	85	73	76
1977	64	53	58	58	75	85	79	66	85	87	87	75	73
1978	65	59	66	69	72	85	85	83	86	87	87	73	76
1979	69	60	57	75	81	81	89	87	89	88	83	78	78
1980	69	61	58	64	82	79	84	83	85	85	86	78	76
1981	58	60	64	71	86	85	84	85	82	87	88	78	77
1982	71	76	58	64	82	83	81	81	85	85	92	68	77
1983	61	57	64	61	73	84	81	83	84	85	79	77	74
1984	68	67	65	68	78	85	82	83	83	86	83	70	77
1985	62	55	55	65	79	84	85	85	85	86	86	78	75
1986	68	64	65	71	79	84	81	85	85	87	82	88	78
1987	65	57	60	63	77	82	84	83	83	87	85	72	75
1988	64	66	58	63	71	85	84	88	85	86	85	77	76
1989	70	59	58	60	75	83	81	82	87	88	83	78	75
1990	71	66	67	67	76	80	81	83	81	86	83	77	77
1991	71	67	66	67	80	81	82	82	83	83	81	75	77
1992	66	64	63	64	75	83	82	84	85	85	84	79	76
1993	74	64	65	71	82	82	81	84	86	85	84	79	78
1994	67	63	63	65	81	84	84	84	86	85	86	74	77
1995	61	57	60	71	81	84	83	86	82	86	83	77	76
1996	72	63	62	65	81	83	82	82	84	86	84	76	77
1997	67	65	55	61	75	79	77	76	81	82	83	68	72
1998	63	65	60	64	72	81	84	85	86	88	85	85	77
1999	75	70	68	72	83	86	84	85	87	89	87	84	81
2000	75	69	66	67	80	85	84	84	86	85	84	80	79
2001	70	62	63	66	77	84	84	85	87	87	87	84	78
2002	77	70	65	66	75	84	85	83	85	85	84	76	78
2003	66	65	69	68	84	86	86	85	85	87	86	80	79
2004	68	64	61	69	81	83	83	83	85	84	83	74	77
2005	70	60	74	76	83	84	82	83	84	87	86	79	79
2006	74	64	63	74	82	82	83	82	82	85	83	79	78
2007	65	63	66	80	85	85	83	86	85	89	86	81	80
2008	69	74	71	72	81	83	83	84	83	86	87	78	79
2009	71	60	59	67	81	83	82	83	83	84	86	82	77
2010	67	73	70	76	80	85	85	86	88	87	87	80	80
2011	77	71	66	77	81	84	83	83	83	87	87	82	80
2012	70	63	58	76	81	81	81	84	82	84	85	78	77
2013	67	65	66	75	81	83	82	84	84	85	82	76	78
2014	69	64	65	70	81	82	81	82	83	84	81	76	76
2015	61	66	61	69	80	81	81	81	82	83	83	74	75
2016	65	53	70	63	80	83	84	84	84	88	85	77	76
2017	68	64	63	74	84	85	95	84	84	86	88	81	80
2018	80	58	64	76	87	84	85	83	83	93	90	70	79
2019	64	62	64	78	82	82	83	85	85	86	85	77	78

Prom. 68 63 63 68 79 83 83 83 85 86 85 77 77

Fuente: Hidrometeorología del IRHE

Estimado con el promedio del registro

**Cuadro C-9**

Insolación Relativa mensual en %

Estación Bajo Grande (102-009)

Coordenadas: 08° 51' de Latitud Norte y 82° 33' de Longitud Oeste

ELEVACION 2300 msnm

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	promedio
1972	35.0	60.0	49.0	39.0	30.0	27.0	24.0	23.0	24.0	23.0		37.0	33.7
1973	58.0	62.0	68.0	38.6	29.0	23.0	22.0		23.0			31.8	39.5
1974	38.4	44.3	49.5	43.6	27.9	25.0	20.5	28.9	29.6	24.1	27.1	42.4	33.4
1975	42.6	57.5	63.2	54.6	24.8	22.0	20.6	17.7	20.7	25.0	23.2	40.5	34.4
1976	50.5	47.0	63.6	50.4	32.7	23.7	19.6	31.1	29.1	29.9	34.6	49.2	38.5
1977	59.2	63.0	65.2	47.6	35.0	19.0	31.1	34.5	33.0	30.8	41.4	53.5	42.8
1978					39.2	29.6	26.4	27.4	27.6	22.4	25.2	31.6	46.1
1979	63.0	62.0	56.0	26.0	29.0	26.0	34.0	21.0	30.0	23.8	39.4	37.4	37.3
1980	46.7	45.6	66.1	49.6	33.6	21.1	27.2	30.4	28.1	29.3			37.8
1981	47.4	48.6	42.6	20.4	27.8	17.3	24.1	24.9	32.4	27.5	27.0	32.0	31.0
1982	50.5	57.9	55.3	41.9	21.6	27.3	20.6	29.4	23.2	22.6	31.0	40.3	35.1
1983	53.4	58.9	37.9	48.1	30.0	26.9	23.8	31.0			26.4	31.2	36.8
1984	42.7	40.3	48.5	47.4	21.5	22.0	24.9	19.8	23.6	22.5	30.8	29.8	31.2
1985	49.8	53.0	51.6	50.8	32.4	11.2	21.9	26.2	20.7	23.0	34.0	46.0	35.1
1986	55.3	54.1	54.0	35.2	31.2	20.0	22.9	21.1	18.3	25.9	39.3	53.9	35.9
1987	59.2	68.8	50.2	25.6	27.6	26.8	24.1	22.9	26.2		34.6	38.5	36.8
1988	45.4	40.8	51.7	46.9	30.2	20.1	21.8	18.9	19.6	18.2	30.7	25.8	30.8
1989	41.5	44.7	53.0			23.4			22.8	36.9	32.8	50.1	38.2
1990	39.5	48.6	43.1	39.8	35.2	21.2	27.9		22.2	18.2	27.1	30.7	32.1
1991	51.1	49.5	55.0	34.7	21.2		17.3	25.7	20.3	34.6	25.5	42.4	34.3
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997													
1998	67.6	51.0	41.6	32.5	18.0	21.7							38.7
1999	53.2	48.5	42.1	33.9	20.3	12.9	19.9	19.1	18.8	18.9	22.3	16.5	27.2
2000	34.5	40.2	47.7	27.8	18.5	19.8	16.5	20.7	22.5	22.1	29.0	29.9	27.4
2001	39.3	40.2	45.8	35.5	23.3	17.0	18.7	25.7	23.0	21.8	27.2	30.9	29.0
2002	39.6	48.9	52.4	47.6	21.1	20.0	27.7	21.9	32.6	27.9	27.8	43.9	34.3
2003	45.8	44.1	51.6	39.8	26.5	23.0	28.4	28.6	31.7	24.2	26.3	25.4	32.9
2004	48.9	49.4	43.1	36.6	23.9	20.9	26.1	29.8	25.2	24.7	22.8	37.5	32.4
2005	33.1	56.2	53.1	43.8	30.8	28.4	30.6	26.2	30.5	24.2	29.5	45.8	36.0
2006	37.2	46.6	46.1	34.3	28.6	23.7	21.8	22.3	32.6	29.5	20.1	40.3	31.9
2007	38.6	63.7	52.8	44.0	30.3	26.7	28.8	28.9	34.0	24.3	19.9	35.0	35.6
2008	47.8	46.7	51.6	41.7	35.1	18.4	21.3	24.4	22.5	15.2	22.7	33.3	31.7
2009	34.6	35.3	44.6	44.4	26.0	20.9	22.8	25.0	41.3	26.9	24.4	37.0	31.9
2010	51.1	43.7	49.7	32.4	27.6	20.4	21.2	20.9	21.1	22.4	17.1	26.5	29.5
2011	36.8	41.1	50.2	42.7	33.3	23.3	26.0	34.2	31.3	13.0	24.3	26.8	31.9
2012	27.0												
<b>Prom</b>	<b>46.0</b>	<b>50.4</b>	<b>51.4</b>	<b>39.9</b>	<b>27.7</b>	<b>22.0</b>	<b>23.9</b>	<b>25.4</b>	<b>26.1</b>	<b>24.5</b>	<b>28.3</b>	<b>37.1</b>	<b>33.6</b>

Fuente (1972-1991): Evaluación de la Evapotranspiración Potencial para la República de Panamá, IRHE, 1992

Nota: Las mediciones fueron descontinuadas en 1991 y reactivadas en 1998

Fuente 1998 en adelante: Hidrometeorología - ETESA

**Cuadro C-10**  
 Promedio Mensual de Temperatura en °C  
 Estación Bajo Grande  
 Estación No.102009

08° 51' N      82° 33' O													Elev. 2300 msnm
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom.
1971	13.6	13.7	14.2	14.8	15.4	13.6	14.1	13.9	14.0	13.8	13.8	12.4	13.9
1972	12.4	13.7	12.7	13.8	14.9	14.9	14.9	14.6	14.4	14.1	14.3	13.9	14.1
1973	13.8	13.5	14.2	14.3	14.1	14.7	14.5	14.2	14.2	14.2	13.5	11.9	13.9
1974	12.2	11.4	12.7	12.8	14.3	14.5	13.7	14.6	14.0	13.9	13.4	12.1	13.3
1975	12.5	12.5	13.3	13.3	14.2	14.5	13.5	14.0	13.9	14.0	13.9	12.7	13.5
1976	12.0	11.3	12.1	13.9	14.4	14.6	14.6	14.6	14.9	14.2	14.2	13.6	13.7
1977	12.9	13.1	13.9	13.7	14.4	14.6	14.6	14.8	15.0	14.5	14.2	13.7	14.1
1978	13.6	13.7	14.2	14.5	14.6	14.1	14.3	14.8	14.5	14.0	14.5	13.5	14.2
1979	13.9	13.2	14.0	15.1	15.3	15.0	14.9	14.8	14.8	15.1	14.8	14.0	14.6
1980	13.6	13.2	14.4	15.0	15.6	15.8	15.2	15.4	15.2	15.3	14.7	13.9	14.8
1981	13.1	13.2	14.6	14.6	15.7	15.6	15.0	15.2	15.3	15.0	14.9	14.5	14.7
1982	13.5	13.8	14.0	14.7	15.7	15.7	15.1	15.3	15.0	15.0	14.2	14.1	14.7
1983	15.0	15.7	16.3	16.3	15.9	16.4	16.1	16.0	15.6	15.4	15.3	14.9	15.7
1984	15.0	14.7	14.1	14.6	14.9	14.8	14.9	15.0	15.1	14.9	14.7	13.3	14.7
1985	12.3	12.9	13.5	14.7	15.2	15.5	14.6	14.7	15.0	14.9	14.2	13.9	14.3
1986	13.1	13.2	13.7	14.8	15.8	15.3	15.5	15.6	15.1	15.0	14.6	13.9	14.6
1987	14.3	15.6	15.5	15.1	15.8	16.2	16.0	15.9	15.8	15.3	15.4	14.7	15.5
1988	13.9	14.5	14.5	15.1	15.9	15.5	15.3	15.0	15.4	14.9	14.9	13.4	14.9
1989	13.2	12.6	13.5	14.6	15.2	15.4	14.9	15.2	15.0	14.9	15.2	13.9	14.5
1990	14.0	14.0	14.0	15.1	15.9	16.0	15.4	15.2	15.4	15.2	14.9	14.1	14.9
1991	13.6	13.7	14.7	15.2	15.8	15.9	15.2	15.5	15.4	15.1	13.8	13.9	14.8
1992	14.0	13.9	14.8	15.0	16.1	16.1	15.2	15.4	14.9	15.1	14.6	13.7	14.9
1993	14.0	13.7	14.0	15.6	15.6	16.1	15.6	15.4	15.3	15.1	14.7	14.1	14.9
1994	13.6	13.9	13.6	14.9	15.5	15.6	15.3	15.0	15.6	15.1	14.8	14.5	14.8
1995	13.4	13.7	14.2	15.7	15.8	15.9	15.7	15.6	15.6	15.4	14.9	14.0	15.0
1996	13.7	13.7	14.5	14.4	15.4	15.6	15.3	14.9	15.6	14.7	14.9	13.8	14.7
1997	13.5	13.7	13.9	14.8	15.5	15.3	16.0	16.6	15.9	15.5	15.3	14.9	15.1
1998	14.8	16.0	15.8	16.0	16.6	16.1	15.2	15.2	15.1	14.9	14.6	13.9	15.4
1999	14.6	14.6	14.1	14.7	15.0	15.2	15.4	15.4	15.0	14.9	14.9	14.2	14.8
2000	13.8	13.3	14.1	14.5	15.6	15.5	14.9	15.4	15.0	14.9	14.4	14.3	14.6
2001	12.8	12.7	14.0	14.4	15.6	15.1	15.1	15.2	15.3	15.3	15.0	14.6	14.6
2002	14.4	13.8	13.9	13.6	15.2	15.2	15.5	15.4	15.6	15.5	14.9	14.6	14.8
2003	14.7	14.4	14.8	14.8	15.1	15.4	15.1	15.3	15.3	15.1	15.0	15.1	15.1
2004	13.9	14.2	14.2	15.2	15.5	15.7	15.1	15.6	14.9	14.8	14.9	14.0	14.8
2005	13.8	13.7	15.2	15.1	15.5	15.7	15.6	15.4	15.6	15.1	15.0	14.0	15.0
2006	13.7	13.2	13.8	14.5	15.0	15.5	15.5	15.7	15.3	15.4	14.9	14.4	14.7
2007	13.9	14.4	14.1	15.3	15.4	15.4	15.5	14.7	14.9	14.7	14.5	13.8	14.7
2008	12.4	13.3	13.3	14.4	15.0	15.0	15.2	14.8	15.3	14.8	14.7	14.3	14.4
2009	13.7	12.9	13.8	14.7	15.3	15.5	15.4	15.4	15.6	15.3	15.1	14.4	14.8
2010	13.9	15.9	15.6	16.1	16.0	15.8	15.3	15.1	15.0	15.1	14.6	13.5	15.2
2011	13.8	13.5	13.6	14.8	15.3	15.8	15.1	15.4	15.3	14.6	14.5	13.9	14.6
2012	12.8	13.4	13.8	14.7	15.5	15.6	15.5	15.4	15.2	14.8	14.5	14.2	14.6
2013	13.9	13.5	14.5	15.4	14.8	15.6	15.4	15.0	15.6	15.5	14.5	13.8	14.8
2014	13.9	13.8	14.3	15.1	15.7	16.3	16.0	15.3	15.4	15.3	14.9	14.7	15.0
2015	13.5	13.9	13.9	15.0	15.8	16.1	15.9	15.2	15.1	14.9	14.6	13.9	14.8
2016	14.7	14.1	15.2	14.8	16.9	16.2	15.4	15.2	15.1	14.9	14.6	13.9	15.1
2017													
2018	13.6	12.8	14.1	15.1	15.5	16.0	15.4	15.6	15.6	15.0	15.0	13.6	14.8
2019	13.7	14.6	14.6	15.7	16.4	16.5	15.2	15.2	15.1	14.9	14.6	13.9	15.0

Prom. 13.6 13.7 14.2 14.8 15.4 15.5 15.2 15.2 15.1 14.9 14.6 13.9 14.7

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

**Cuadro C-11**  
 Velocidad del Viento Mensual a 2 metros de la superficie en m/s  
 Estación Bajo Grande (102-009)  
 Coordenadas: 08° 51' de Latitud Norte y 82° 33' de Longitud Oeste  
 ELEVACION 2300 msnm

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom.
1979	0.93	0.95	0.85	0.76	0.66	0.85	1.26	1.00	0.85	0.78	0.84	1.17	0.91
1980	1.25	1.27	1.41	1.22	0.99	1.11	1.26	1.16	1.01	0.99	0.76	0.98	1.12
1981	1.13	1.13	0.95	0.86	0.69	0.67	1.03	0.94	0.94	0.65	0.74	0.91	0.89
1982	0.98	0.83	0.89	0.74	0.57	0.94	1.19	1.28	0.85	0.69	0.88	0.89	0.90
1983	1.11	0.95	0.91	0.84	0.84	1.04	1.06	1.11	0.98	0.70	0.73	0.88	0.93
1984	0.99	0.86	0.87	0.88	0.70	0.93	0.74	0.92	0.67	0.55	0.54	1.07	0.81
1985	1.05	1.06	0.83	0.65	0.68	0.90	1.00	0.79	0.70	0.57	0.71	0.90	0.82
1986	0.98	0.75	0.86	0.67	0.81	0.92	1.15	0.98	0.69	0.56	0.72	0.88	0.83
1987	0.99	1.25	0.86	0.71	0.69	0.74	0.83	0.84	0.66	0.53	0.71	0.96	0.81
1988	0.88	0.75	0.76	0.60	0.63	0.53	0.83	0.52	0.51	0.39	0.55	1.02	0.66
1989	0.93	1.03	0.77	0.80	0.66	0.70	0.80	0.82	0.57	0.68	0.70	0.81	0.77
1990	0.83	0.79	0.72	0.81	0.60	0.85	0.85	0.87	0.79	0.56	0.57	0.86	0.76
1991	0.81	0.87	0.89	0.70	0.65	0.77	1.03	1.03	0.81	0.73	0.72	0.85	0.82
1992	0.76	0.82	0.76	0.80	0.59	0.75	1.03	0.94	0.63	0.77	0.56	0.78	0.77
1993	0.73	1.00	0.80	0.70	0.51	0.83	0.80	0.88	0.66	0.51	0.51	0.71	0.72
1994	0.74	0.58	0.71	0.50	0.67	0.84	0.95	0.85	0.71	0.51	0.52	1.18	0.73
1995	0.83	0.94	0.89	0.53	0.58	0.54	0.76	0.45	0.66	0.47	0.65	0.66	0.66
1996	0.77	0.91	0.59	0.59	0.45	0.67	0.69	0.85	0.56	0.57	0.64	0.87	0.68
1997	0.72	0.80	0.50	0.63	0.02	0.59	1.03	0.81	0.58	0.63	0.53	0.82	0.64
1998	0.80	0.66	0.73	0.62	0.60	0.72	1.00	0.95	0.79	0.64	0.69	0.90	0.76
1999	0.76	0.64	0.65	0.62	0.50	0.48	0.84	0.54	0.37	0.37	0.45	0.70	0.58
2000	0.83	0.80	0.65	0.66	0.57	0.67	0.65	0.90	0.57	0.76	0.89	0.86	0.73
2001	0.92	1.05	0.88	0.77	0.61	1.00	1.15	1.01	0.97	0.91	0.65	1.03	0.91
2002	1.02	1.17	0.92	0.86	0.72	1.13	1.19	1.02	0.81	0.63	0.85	0.72	0.92
2003	1.03	0.87	0.85	0.78	0.68	0.61	0.98	1.09	0.87	0.43	0.51	0.74	0.79
2004	0.65	0.88	1.00	0.89	0.76	1.09	1.11	1.31	0.67	0.79	0.81	1.00	0.91
2005	1.04	1.04	0.97	0.78	0.67	0.73	0.87	1.02	0.87	0.57	0.70	0.91	0.85
2006	1.06	1.06	0.78	0.73	0.71	0.84	1.08	1.13	0.95	0.75	0.63	0.85	0.88
2007	0.75	1.27	0.85	0.75	0.60	1.10	1.10	0.81	0.93	0.54	0.76	1.10	0.88
2008	0.96	0.92	0.84	0.76	0.80	0.94	0.91	0.72	0.70	0.63	0.65	0.98	0.82
2009	0.81	1.13	0.83	0.93	0.79	0.76	1.24	1.03	1.21	0.70	0.60	0.93	0.91
2010	1.26	0.93	0.92	0.70	0.68	0.72	0.74	0.66	0.57	0.50	0.63	0.90	0.77
2011	1.06	0.88	0.85	0.72	0.72	0.75	0.90	1.00	1.00	0.52	0.63	0.81	0.82
2012	1.06	1.15	0.95	0.74	0.73	0.98	1.29	1.07	1.11	0.67	0.81	0.98	0.96
2013	0.89	0.90	0.84	0.75	0.74	0.95	1.12	1.01	0.72	0.67	0.70	0.73	0.84
2014	0.65	0.75	0.78	0.81	0.63	0.96	1.03	0.92	0.85	0.69	0.84	0.99	0.83
2015	1.10	0.96	0.96	0.94	0.82	1.00	1.01	1.22	1.07	0.72	0.69	0.90	0.95
2016	0.97	1.06	0.99	0.80	0.84	1.12	1.33	0.95	0.79	0.64	0.69	0.90	0.92
2017													
2018	0.93	0.98	0.96	0.79	0.69	1.18	1.27	1.50	0.97	0.85	1.05	1.10	1.02
2019	1.34	1.16	1.03	0.88	0.75	0.99	1.00	0.95	0.79	0.64	0.69	0.90	0.93

Prom.	0.93	0.95	0.85	0.76	0.66	0.85	1.00	0.95	0.79	0.64	0.69	0.90	0.83
Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.													
Estimados con el promedio del registro													

**Cuadro C-12**

Promedio Mensual de Humedad Relativa en %

Estación Bajo Grande

Estación No.102-009

08° 51' N

82° 33' O

Elev. 2300 msnm

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom.
1977	76.5	76.9	74.1	77.6	79.1	81.4	79.6	78.8	83.0	84.0	80.9	82.0	79.5
1978	91.0	91.0	90.5	80.9	81.5	79.9	82.8	80.5	82.7	83.2	82.2	81.6	84.0
1979	76.9	78.0	78.1	78.7	80.6	80.9	82.6	85.9	87.9	87.7	86.3	83.9	82.3
1980	83.4	83.6	80.8	76.9	80.3	80.7	82.0	82.0	84.3	82.5	85.8	87.6	82.5
1981	81.9	84.5	82.4	86.2	86.1	85.5	84.6	87.7	88.4	86.8	89.0	89.4	86.0
1982	85.9	85.2	83.1	84.7	88.1	88.2	86.7	83.5	84.0	86.5	85.8	86.3	85.7
1983	84.3	82.0	84.9	82.3	82.7	85.3	85.9	86.6	86.8	87.7	85.5	87.9	85.2
1984	85.3	88.0	85.7	83.6	85.3	84.7	86.3	85.2	86.8	86.2	86.9	86.3	85.9
1985	86.9	89.4	88.2	87.6	89.0	90.0	90.0	90.5	90.5	89.3	90.0	91.8	89.4
1986	90.6	89.6	90.1	90.9	90.1	91.3	90.2	91.6	90.9	91.9	92.0	91.5	90.9
1987	91.0	89.4	90.6	92.2	92.2	92.8	92.7	92.5	92.7	92.3	92.9	92.8	92.0
1988	93.5	92.9	92.8	92.8	92.4	92.9	93.5	92.9	93.4	93.8	93.7	93.7	93.2
1989	92.7	93.3	93.5	93.6	93.8	93.8	93.6	93.7	93.6	92.9	93.9	91.8	93.4
1990	93.8	94.0	90.5	93.9	94.1	94.7	93.7	94.4	94.2	94.6	93.8	93.4	93.8
1991	91.0	94.6	94.8	93.7	94.9	91.4	95.1	93.0	94.7	94.8	94.7	94.6	93.9
1992	94.2	94.1	94.9	94.6	95.5	94.9	94.4	94.4	94.9	94.8	94.9	94.0	94.6
1993	94.3	94.7	94.4	94.6	95.1	95.0	94.7	94.2	94.8	94.7	94.6	94.5	94.6
1994	95.0	95.3	93.8	95.0	93.5	94.9	94.1	95.0	94.9	94.9	94.9	95.3	94.7
1995	94.4	95.4	94.9	95.3	95.2	94.3	94.2	95.8	95.2	94.9	94.9	93.4	94.8
1996	94.1	93.9	93.0	95.2	94.7	95.4	94.6	90.6	93.0	94.8	94.5	95.5	94.1
1997	93.9	94.0	96.3	99.2	95.5	95.4	95.5	94.0	93.7	94.4	94.1	94.0	95.0
1998	93.7	93.6	93.9	94.2	94.8	94.7	91.3	91.2	91.7	91.9	91.8	91.8	92.9
1999	93.7	94.3	94.5	94.1	94.5	94.0	95.2	94.3	94.7	94.5	94.5	94.3	94.4
2000	94.6	94.2	94.8	94.5	94.7	95.0	94.1	94.9	94.8	94.8	94.3	94.5	94.6
2001	94.4	94.5	91.5	92.9	90.2	93.7	94.4	92.1	94.0	94.2	94.4	93.7	93.3
2002	93.0	94.0	93.0	93.0	93.0	94.0	94.0	93.0	93.0	92.0	92.0	93.0	93.1
2004	94.0	94.0	93.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	95.0	95.0	95.0	95.0	94.3
2005	94.7	94.1	94.6	94.7	93.8	94.9	94.4	94.9	94.1	94.2	94.1	94.4	94.4
2006	94.7	93.8	94.5	94.4	94.2	93.7	94.5	93.8	94.2	93.7	94.4	92.5	94.0
2007	92.0	84.8	83.7	85.5	88.3	88.4	87.4	90.0	90.6	91.6	92.4	93.4	89.0
2008	93.6	93.4	90.4	92.1	92.1	93.8	93.4	93.5	92.7	94.3	93.9	94.2	93.1
2009	93.0	92.6	92.4	90.2	92.3	93.7	92.9	93.0	92.1	93.9	94.5	92.9	92.8
2010	92.0	91.4	92.6	91.9	92.2	94.0	94.0	95.2	94.5	93.8	93.7	94.1	93.3
2011	92.7	92.2	92.6	92.5	93.8	94.2	93.6	93.1	93.2	94.2	94.6	93.8	93.4
2012	93.2	93.5	92.5	94.0	93.2	92.9	92.0	92.8	92.8	93.8	94.3	93.6	93.2
2013	93.2	94.0	94.0	93.3	94.2	94.3	93.3	93.2	93.8	93.4	93.7	93.5	93.7
2014	93.0	91.1	93.0	91.6	92.8	91.7	92.5	91.2	91.7	91.9	91.8	91.8	92.0
2015	92.6	91.9	91.3	90.2	91.4	92.9	92.2	91.2	91.7	91.9	88.0	92.3	91.5

**Prom.** 91.0 91.0 90.5 90.6 91.0 91.4 91.3 91.2 91.7 91.7 91.9 91.8 91.8 91.3

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

Estimado con el promedio del registro del mes

**Cuadro C-13**  
**Insolación Relativa mensual, en %**  
**Estación David**  
**Estación No.108-023**

08° 24' N  
82° 25' O

Elev. 27 msnm

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom
1971						30.0	43.0	39.0	42.0	44.0	50.0	42.0	41.4
1972	60.0	82.0	70.0	60.0	42.0	22.0		40.0	43.0	40.0	59.0	57.0	52.3
1973	85.0	84.0	74.0	66.0	50.0	19.0	32.0	40.0	36.0	29.0	36.0	65.0	51.3
1974	67.0	71.0	75.0	60.0	40.0	26.0	33.0	38.0	39.0	31.0	44.0	57.0	48.4
1975	71.0	75.0	80.0	76.0	42.0	34.0	36.0	32.0	38.0	37.0	30.0	65.0	51.3
1976	78.0	88.0	87.0	64.0	49.0	36.0	45.0	48.0	54.0	47.0	58.0	75.0	60.8
1977	91.0	92.0	77.0	71.0	54.0	37.0	51.0	48.0	40.0	47.0	70.0	68.0	62.2
1978	82.0	80.0	60.0	60.0	44.0	40.0	40.0	46.0	41.0	44.0	53.0	79.0	55.8
1979	85.0	86.0	76.0	44.0	47.0	38.0	38.0	40.0	39.0	30.0	47.0	60.0	52.5
1980	72.0	79.0	77.0	62.0	0.5	37.0	43.0	50.0	31.0	39.0	35.0	64.0	49.1
1981	86.0	80.0	65.0	55.0	39.0	28.0	39.0	38.0	47.0	37.0	41.0	53.0	50.7
1982	75.0	78.0	74.0	56.0	37.0	42.0	41.0	45.0	42.0	41.0	62.0	74.0	55.6
1983	80.0	75.0	55.0	68.0	48.0	36.0	40.0	42.0	45.0	38.0	53.0	54.0	52.8
1984	77.0	62.0	75.0	65.0	47.0	30.0	41.0	40.0	41.0	34.0	52.0		51.3
1985	79.0	85.0	81.0	66.0	47.0	39.0	38.0	32.0	37.0	38.0	49.0	61.0	54.3
1986	80.0	76.0	77.0	50.0	44.0	35.0	33.0						56.4
1987	80.0	83.0		51.0	44.0	38.0	30.0	46.0	40.0	31.0	57.0	76.0	52.4
1988	78.0	77.0	77.0	62.0	47.0	35.0	38.0	37.0	31.0	35.0	41.0	42.0	50.0
1989	69.0	76.0	68.0	57.0	51.0	34.0	27.0			46.0	32.0		51.1
1990	74.0	78.0	70.0	57.0	40.0	30.0	33.0	32.0	33.0	27.0	47.0	62.0	48.6
1991	73.0	83.0	70.0	52.0	38.0	30.0	32.0	31.0	26.0	48.0	46.0	65.0	49.5
1992	72.0	71.0	75.0	53.0	47.0	40.0	28.0	31.0	26.0	37.0	48.0	59.0	48.9
1993	65.0	76.0	63.0	61.0	37.0	35.0	38.0	35.0	34.0	44.0	46.0	59.0	49.4
1994	74.0	84.0	77.0	57.0	31.0	34.0	37.0	35.0	29.0	50.0	34.0	65.0	50.6
1995	88.0	86.0	54.0	51.0	39.0	32.0	37.0	39.0	29.0	33.0	47.0	56.0	49.3
1996	64.0		65.0	55.0	31.0	27.0	38.0	32.0	39.0	35.0	35.0	57.0	43.5
1997	72.0	70.0	82.0	72.0	50.0	38.0	42.0	50.0	34.0	41.0	45.0	61.5	54.8
Prom	76.0	79.1	72.2	59.7	41.8	33.5	37.2	39.5	37.3	38.4	46.7	62.4	52.0

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

### Cuadro C-14

Temperatura promedio mensual, en °C  
Estación David  
Estación No.108-023

08° 24' N

82° 25' O

Elev. 27 msnm

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	✓ Prom.
1972	26.0	28.0	28.0	28.4	27.2	27.1	26.9	26.2	26.8	26.6	26.8	27.2	27.1
1973	27.9	28.7	28.0	28.3	27.2	26.6	26.5	26.0	25.9	25.8	25.9	25.3	26.8
1974	25.8	26.3	27.2	28.0	26.5	26.3	26.0	26.4	25.6	25.5	25.7	25.8	26.3
1975	26.5	26.6	28.3	28.9	27.1	26.4	25.8	25.6	25.6	25.4	25.1	24.9	26.4
1976	25.9	26.6	28.0	27.7	27.5	26.7	27.1	26.6	26.7	26.3	26.4	26.6	26.8
1977	27.2	28.1	29.0	28.5	27.3	26.7	27.0	26.4	26.4	26.2	26.0	26.5	27.1
1978	27.1	28.0	27.7	27.5	27.0	26.4	26.4	26.6	26.2	25.9	26.4	26.4	26.8
1979	26.7	28.3	28.5	27.6	27.1	26.7	26.9	26.7	26.3	26.2	26.4	26.3	27.0
1980	27.1	27.5	28.0	28.3	27.5	27.1	26.9	26.7	26.3	26.4	25.8	26.2	27.0
1981	26.6	27.6	27.7	28.2	26.9	26.4	26.6	26.5	26.4	26.1	26.1	26.3	26.8
1982	26.2	27.4	27.7	27.8	27.0	27.3	27.0	27.2	26.7	26.3	26.9	27.6	27.1
1983	28.7	29.1	29.8	29.2	28.7	28.2	27.7	27.2	26.7	26.3	26.5	26.0	27.8
1984	26.2	26.9	27.9	27.8	26.9	26.2	26.1	26.1	25.7	25.7	25.7	26.4	26.5
1985	25.9	27.6	28.7	28.0	26.8	26.7	26.1	25.9	26.0	26.0	25.7	26.1	26.6
1986	26.5	26.8	28.2	28.0	27.6	26.8	26.8	26.9	26.5	25.8	26.2	26.7	26.9
1987	27.2	28.4	28.6	28.5	27.6	27.6	27.1	26.9	26.9	26.3	26.4	27.6	27.4
1988	27.5	28.5	28.7	27.9	27.3	26.6	26.2	26.0	26.0	25.7	26.1	25.7	26.9
1989	26.7	27.7	27.4	28.2	27.0	26.5	26.4	26.4	26.2	26.2	26.3	26.2	26.8
1990	27.2	27.7	28.9	28.6	27.4	27.3	26.7	26.8	26.7	26.2	26.1	26.0	27.1
1991	26.6	28.2	28.2	27.8	27.2	27.1	27.0	26.7	26.6	26.3	26.2	26.8	27.1
1992	27.4	28.0	29.8	29.1	27.9	27.7	26.6	26.7	26.2	26.5	26.4	26.4	27.4
1993	26.7	27.1	27.9	28.3	27.2	27.3	27.0	26.8	26.2	26.6	26.4	26.5	27.0
1994	26.5	27.6	28.1	28.3	27.2	26.8	27.0	26.6	26.8	26.5	26.2	26.7	27.0
1995	27.4	27.9	28.3	27.9	27.2	26.9	26.7	26.5	26.9	26.4	26.4	26.4	27.1
1996	26.5	27.2	28.1	27.6	26.9	26.7	26.6	26.4	26.7	26.0	25.9	26.2	26.7
1997	26.1	27.6	29.0	28.7	28.4	27.4	28.2	28.1	27.4	27.4	26.8	27.5	27.7
1998	28.0	29.0	30.0	30.2	29.0	27.9	27.0	27.0	27.0	26.3	26.4	26.0	27.8
1999	26.0	27.3	27.9	27.6	26.6	26.5	26.5	26.3	26.1	26.1	25.7	25.8	26.5
2000	26.0	27.3	27.5	28.4	27.3	26.7	26.5	26.9	26.4	26.7	26.1	26.2	26.8
2001	26.3	28.8	28.3	29.0	27.6	27.1	26.6	27.3	26.4	26.8	26.1	26.7	27.3
2002	27.0	28.7	29.5	29.0	28.4	27.4	27.0	27.2	27.1	26.6	26.9	27.4	27.7
2003	28.3	28.5	28.6	28.4	27.3	26.7	26.7	26.9	27.0	26.5	26.7	26.7	27.4
2004	27.1	28.0	29.9	28.4	27.5	27.1	27.1	26.9	26.6	26.6	26.6	26.9	27.4
2005	27.5	28.0	28.3	28.4	27.5	27.2	27.4	27.2	27.1	26.0	26.1	26.1	27.2
2006	26.7	27.4	28.7	27.8	27.3	27.3	27.1	27.5	27.4	26.8	26.6	27.1	27.3
2007	28.3	28.5	28.9	28.0	27.4	27.0	27.2	26.6	26.7	26.1	26.6	26.4	27.3
2008	26.8	27.1	27.8	28.3	27.0	27.3	26.6	26.7	26.8	26.5	26.2	26.4	27.0
2009	27.1	28.1	29.4	28.9	27.6	27.3	27.4	27.4	27.4	26.9	26.9	27.2	27.6
2010	28.1	28.8	29.3	28.8	28.0	27.1	26.6	26.9	26.1	26.4	25.6	25.9	27.3
2011	26.4	27.4	27.6	27.6	27.7	27.2	26.9	26.9	27.1	25.6	26.2	26.1	26.9
2012	26.7	27.8	29.4	27.7	27.5	27.3	27.4	26.8	27.0	26.7	26.9	27.1	27.4
2013	28.1	28.4	29.0	28.5	27.4	27.1	27.1	27.0	27.0	26.9	26.8	27.1	27.5
2014	27.9	28.2	28.9	29.0	28.0	28.0	28.3	27.3	27.2	26.9	27.3	27.4	27.9
2015	28.7	28.2	29.1	29.6	28.4	28.4	28.2	28.2	28.2	28.0	27.5	28.7	28.4
2016	28.9	31.1	30.2	30.4	28.5	27.5	27.4	27.5	27.2	26.8	26.1	26.7	28.2
2017	27.6	28.7	29.3	28.9	27.6	27.4	27.3	27.3	27.4	26.9	26.7	26.9	27.7
2018	27.0	28.7	28.6	28.0	27.4	27.3	27.3	27.6	27.4	26.5	27.3	27.7	27.6
2019	28.5	29.0	30.5	29.2	28.1	28.0	27.7	27.7	27.2	26.7	27.3	27.5	28.1

Prom.	27.1	28.0	28.6	28.4	27.5	27.1	26.9	26.8	26.7	26.4	26.4	26.6	27.2
Max	28.9	31.1	30.5	30.4	29.0	28.4	28.3	28.2	28.2	28.0	27.5	28.7	31.1
Mín	25.8	26.3	27.2	27.5	26.5	26.2	25.8	25.6	25.6	25.4	25.1	24.9	24.9

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

**Cuadro C-15**  
 Velocidad del Viento mensual, a 2 metros de la superficie, en m/s  
 Estación David  
 Estación No.108-023

08° 24' N  
 82° 25' O

Elev. 27 msnm

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom
1980	1.45	2.24	2.28	1.67	1.37	1.18	1.13	1.15	1.09	1.02	0.86	0.76	1.35
1981	1.70	1.75	1.42	1.70	0.97	0.88	0.86	0.94	0.87	0.93	0.90	0.78	1.14
1982	1.14	1.56	1.59	1.37	1.03	0.89	0.93	1.03	1.04	0.88	1.11	1.64	1.18
1983	1.98	1.80	1.67	1.50	1.16	1.06	1.05	0.93	1.06	0.87	0.87	0.81	1.23
1984	0.97	1.09	1.44	1.39	1.29	1.11	1.08	1.08	1.19	1.12	1.16	1.56	1.21
1985	1.70	2.85	2.92	1.82	1.15	1.10	1.07	0.98	1.03	1.00	1.07	1.16	1.49
1986	1.70	1.43	2.60	1.34	1.28	1.02	0.94	1.02	0.96	1.03	0.92	1.33	1.30
1987	1.96	2.18	1.49	1.28	1.07	0.95	0.88	0.92	0.90	0.86	0.87	1.42	1.23
1988	1.95	2.04	2.61	1.37	1.08	0.99	1.03	1.11	1.05	1.00	0.84	0.92	1.33
1989	1.75	3.30	1.81	1.56	1.11	0.97	0.99	1.03	0.98	0.92	0.95	1.13	1.37
1990	1.64	2.16	2.56	1.58	1.03	0.91	0.89	0.88	0.91	0.96	0.96	0.82	1.28
1991	1.43	2.45	1.64	1.23	1.00	0.89	0.94	0.88	0.95	1.01	0.81	1.31	1.21
1992	1.63	1.82	2.54	1.68	0.903i	1.03	0.94	0.96	0.95	0.90	0.90	1.01	1.31
1993	1.25	1.64	1.55	1.21	1.02	0.95	0.90	0.94	0.97	0.95	0.93	1.05	1.11
1994	1.48	1.61	1.62	1.51									
1995													
1996	1.12	1.54	1.33	1.17	0.89	0.80	0.87	0.93	0.95	0.93	0.87	1.01	1.03
1997	1.03	1.28	2.30	1.32	1.14	0.79	0.81	0.85	0.81	0.78	0.79	1.19	1.09
1998	1.52	1.23	1.95	1.24	1.02	0.85	0.82	0.87	1.06	1.12	0.96	0.97	1.13
1999	1.15	1.62	1.62	1.46	1.04	1.04	1.05	1.07	1.11	1.11	1.01	1.00	1.19
2000	1.52	2.16	1.59	1.55	1.09	0.98	0.81	0.79	0.93	0.85	0.87	0.75	1.16
2001	1.25	2.70	1.43	1.65	0.86	0.79	0.73		0.80	0.81	0.70	0.67	1.13
2002	1.00	2.00	2.10	1.60	1.00	0.80	0.80	0.70	0.90	0.80	0.70	1.00	1.12
2003	2.10	1.60	1.50	1.30	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90	1.03
2004	1.10	1.80	2.40	1.20	0.90	0.80	0.70	0.80	0.90	0.80	0.70	1.00	1.09
2005	1.32	2.26	1.20	1.17	0.82	0.75	0.78	0.82	0.82	0.97	0.65	0.64	1.02
2006	0.99	1.76	1.79	0.95	0.70	0.59	0.61	0.61	0.64	0.69	0.55	0.62	0.87
2007	1.71	1.66	1.73	1.10	1.02	0.84	0.98	0.96	0.95	1.01	0.91	0.90	1.15
2008	1.40	1.29	1.58	1.07	0.92	0.78	0.88	0.98	1.00	0.94	0.88	0.92	1.05
2009	1.21	2.22	2.03	1.28	0.94	0.91	0.89	0.90	0.96	0.80	0.84	0.90	1.16
2010	1.49	1.42	1.25	1.05	0.95	0.93	0.85	0.91	1.00	0.93	0.90	1.00	1.06
2011	1.02	1.22	1.36	0.93	0.94	0.89	0.87	0.94	0.92	0.97	0.88	0.84	0.98
2012	1.16	1.46	2.25	1.00	0.89	0.84	0.86	0.95	0.87	0.98	0.80	0.94	1.08
2013	1.37	1.43	1.84	1.06	1.17	0.85	0.92	0.86	0.94	0.92	0.89	0.82	1.09
2014	1.15	1.39	1.51	1.24	0.89	0.88	0.85	0.76	0.88	0.76	0.76	0.56	0.97
2015	1.27	1.66	2.36	1.88	1.03	0.97	0.91	0.93	0.98	0.95	0.94	1.06	1.24
2016	1.48	2.82	1.51	1.62	0.95	0.86	0.82	0.86	0.93	1.49	0.86	0.90	1.26
2017	1.48	1.81	1.78	1.25	0.99	0.91	0.82	0.93	0.99	0.94	1.02	0.87	1.15
2018	1.39	1.89	1.55	1.01	0.98	0.87	0.90	0.91	0.96	0.89	0.84	1.16	1.11
2019	1.73	1.69	2.58	1.24	0.97	0.89	0.89	0.94	0.87	0.93	0.84	0.83	1.20
Prom	1.43	1.84	1.85	1.35	1.01	0.90	0.89	0.91	0.94	0.93	0.87	0.98	1.16
Max	2.10	3.30	2.92	1.88	1.37	1.18	1.13	1.15	1.19	1.49	1.16	1.64	3.30
Mín	0.97	1.09	1.20	0.93	0.70	0.59	0.61	0.61	0.64	0.69	0.55	0.56	0.55

Estimado con el promedio del registro  
 Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

### Cuadro C-16

Humedad Relativa mensual, en %

Estación David

Estación No.108-023

08° 24' N		82° 25' O		Elev. 27 msnm											
Año		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom	
1972		68.0	62.7	38.4	47.7	61.7	63.6	81.9	82.6	65.7	65.8	66.7	57.8	63.6	
1973		44.6	40.5	48.7	52.6	59.0	67.4	65.9	62.6	83.2	85	67.2	77	62.8	
1974		56.1	50.9	53.1	41.8	62.6	64.5	64.1	65.7	66.9	70.5	65.5	54.6	59.7	
1975		47.3	41.2	37.8	42.3	62.7	69.2	68.3	82.6	69.8	72.3	74.5	61.7	60.8	
1976		48.2	32.8	32.4	50.0	61.8	65.8	66.5	65.9	69.8	87.2	86.3	77.7	62.0	
1977		65.9	63.3	62.6	71.4	80.3	85.9	83.8	86.7	87.4	88.3	88.1	82.1	78.8	
1978		66.5	68.8	73.0	79.1	85.3	87.1	84.2	86.2	87.9	88.2	87.5	76.6	80.9	
1979		65.6	63.8	64.4	82.4	85.7	86.2	86.5	87.3	87.9	89.0	87.2	82.6	80.7	
1980		74.7	66.6	67.8	73.8	83.2	85.7	84.9	85.4	87.7	88.3	89.5	82.9	80.9	
1981		69.8	68.1	75.0	73.1	87.5	87.5	86.0	86.7	86.8	88.7	87.7	83.7	81.7	
1982		76.9	71.3	69.4	78.3	86.4	84.5	84.1	82.8	85.2	86.5	78.0	68.5	79.3	
1983		66.4	67.5	69.2	72.7	80.4	82.7	81.7	82.9	85.4	86.9	85.4	83.3	78.7	
1984		74.5	74.4	69.8	75.3	80.2	85.3	82.7	85.5	86.4	87.1	85.4	70.7	79.8	
1985		69.6	60.4	59.0	70.0	82.4	84.3	81.9	86.3	86.0	85.6	84.2	78.9	77.4	
1986		68.3	67.1	63.0	72.1	79.3	83.3	83.0	82.7	82.3	87.9	83.0	73.5	77.1	
1987		67.0	65.3	71.9	75.5	80.9	82.7	83.9	82.6	83.2	86.9	84	77	78.4	
1988		69.2	64.7	63.0	75.7	81.9	81.7	81.9	82.6	83.2	88.2	86.0	77	77.9	
1989		67.3	55.7	62.9	68.7	81.3	84.5		83.6	87.2	85	84	77	76.1	
1990		69.7	63.8	61.7	72.3	83.7	82.8	83.9	84.1	85.1	88.0	85.3	79.9	78.4	
1991		74.1	60.4	67.1	75.3	84.9	83.6	83.6	83.4	84.5	84.2	82.7	73.2	78.1	
1992		66.2	65.4	57.9	70.7	80.2	80.8	83.3	82.6	85.2	85.2	83.5	77.1	76.6	
1993		74.9	66.8	67.7	73.2	81.9	82.4	82.6	84.0	85.9	84.5	84.1	78.6	78.9	
1994		71.3	66.0	64.0	69.5	83.8	83.1	82.9	84.5	84.8	82.7	85.7	76.3	77.9	
1995		65.4	62.3	67.8	79.5	83.3	81.7	81.9	82.6	83.2	85.2	83.6	76.8	77.8	
1996		74.8	66.6	69.0	73.5	83.7	84.4	83.3	84.2	84.4	87.2	85.9	78.8	79.7	
1997		73.6	70.5	57.5	68.5	76.6	81.3	79.5	80.4	82.4	82.7	83.8	73.1	75.8	
1998		65.2	70.9	62.6	69.6	78.1	82.0	82.9	83.5	85.0	87.9	85.6	85.4	78.2	
1999		77.8	69.1	66.4	73.2	84.7	83.8	82.9	84.9	85.5	87.0	86.5	83.8	80.5	
2000		72.2	61.3	67.8	69.9	82.5	84.1	83.5	83.0	84.8	83.8	84.2	80.2	78.1	
2001		69.5	54.4	66.7	66.5	81.3	82.5	82.8	83.0	84.3	85.0	86.8	82.3	77.1	
2002		74.0	60.0	57.0	63.0	78.0	83.0	84.0	83.0	84.0	84.0	82.0	74.0	75.5	
2003		61.0	65.0	70.0	73.0	83.0	85.0	84.0	83.0	84.0	86.0	85.0	81.0	78.3	
2004		69.0	63.0	58.0	74.0	82.0	82.0	84.0	84.0	84.0	85.0	83.0	74.0	76.8	
2005		70.1	60.0	74.3	75.8	82.5	83.7	82.3	82.7	84.5	87.1	85.6	79	78.9	
2006		74.2	63.7	63.3	74.0	81.9	81.8	82.8	82.1	82.2	84.8	83.1	79	77.7	
2007		65.1	63.5	66.4	80.0	85.1	85.2	83.4	85.9	84.8	88.8	85.9	81	79.6	
2008		69.4	74.3	70.7	72.4	81.4	83.2	82.9	83.7	83.2	86.1	87.0	78	79.3	
2009		71.2	59.9	59.4	67.1	80.8	83.0	82.1	82.8	82.7	84.4	85.6	82	76.7	
2010		67.3	72.6	70.5	75.7	80.4	84.7	85.4	85.6	87.9	87.0	87.5	80	80.4	
2011		76.7	71.2	66.1	76.5	80.9	84.4	82.9	83.2	83.3	87.3	86.6	82	80.1	
2012		70.2	63.5	57.6	75.6	80.7	81.0	81.5	83.7	82.1	84.0	84.6	78	76.9	
2013		67.2	64.6	65.9	74.8	80.5	83.3	82.1	84.3	84.4	84.6	82.0	76	77.5	
2014		69.1	63.7	64.7	70.1	80.8	81.9	80.8	81.8	82.9	84.4	81.0	76	76.4	
2015		61.3	65.5	60.7	69.1	79.7	80.9	80.9	81.2	81.5	82.8	83.4	74	75.1	
2016		64.6	53.2	70.4	62.5	80.2	82.7	83.8	84.4	84.1	87.9	84	77	76.2	
2017		68.4	64.4	62.6	73.7	83.8	84.6	95.4	84.0	84.2	86.2	88.0	81	79.7	
2018		80.1	57.9	64.2	75.7	86.6	83.6	85.0	82.6	82.6	93.4	89.6	70	79.3	
2019		64	62	64	78	82	82	82	85	83	85	84	77	77.4	

Promedio	68.0	62.7	63.0	70.3	80.0	81.7	81.9	82.6	83.2	85.2	83.6	76.8	76.6
Max	80.1	74.4	75.0	82.4	87.5	87.5	95.4	87.3	87.9	93.4	89.6	85.4	95.4
Mín	44.6	32.8	32.4	41.8	59.0	63.6	64.1	62.6	65.7	65.8	65.5	54.6	32.4

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

### Cuadro C-17

Promedio mensual de temperatura en °C.  
ESTACIÓN PAJA SOMBRERO (108-018)

Coordenadas: 8° 41' 07" de Latitud Norte y 82° 19' 15" de Longitud Oeste

ELEVACION: 388 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
2005	25.2	25.9	26.7	26.5	25.6	25.0	25.5	25.4	25.3	24.3	24.4	24.6	25.4
2006	25.4	26.3	27.1	26.3	25.3	25.3	25.5	25.8	25.3	25.0	25.0	25.1	25.6
2007	27.0	26.8	27.2	26.2	25.3	24.9	25.4	24.7	24.7	24.1	24.9	24.9	25.5
2008	25.3	25.7	25.7	26.4	24.8	24.9	24.4	24.4	24.8	24.2	24.5	25.1	25.0
2009	25.8	26.6	27.5	27.0	25.7	25.4	25.8	25.5	26.1	25.1	25.4	25.6	26.0
2010	26.8	27.5	27.6	27.1	26.2	25.2	24.8	25.1	24.4	24.7	24.1	24.0	25.6
2011	25.0	26.3	26.3	26.2	25.9	25.2	24.9	25.1	24.9	23.7	24.4	24.5	25.2
2012	25.1	26.6	27.3	25.4	25.5	25.5	25.7	24.9	25.2	24.6	25.3	25.4	25.5
2013	27.0	26.9	28.0	27.5	25.9	25.4	25.2	25.2	25.0	25.0	25.0	25.3	25.9
2014	26.3	27.4	27.7	28.1	26.4	26.3	26.7	25.3	25.0	24.9	25.2	25.3	26.2
2015	27.3	27.5	28.3	27.9	27.6	26.7	26.3	26.4	26.2	25.6	25.5	26.9	26.9
2016	27.6	28.3	28.7	28.4	26.8	25.5	25.4	25.5	25.2	24.9	24.7	25.5	26.4
2017	25.7	27.0	27.6	26.6	25.4	25.4	25.4	25.4	25.3	25.0	25.3	25.5	25.8
2018	25.7	27.0	27.1	27.5	25.9	25.7	25.3	25.7	25.1	24.8	25.3	25.8	25.9
2019	27.1	27.6	28.6	27.7	26.2	26.3	26.2	25.3	25.2	24.7	24.9	25.2	26.3
PROM.	26.1	26.9	27.4	27.0	25.9	25.5	25.5	25.3	25.2	24.7	24.9	25.2	25.8

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

### Cuadro C-18

Velocidad del viento a 2 metros de la superficie en m/s.

ESTACIÓN PAJA SOMBRERO (108-018)

Coordenadas: 8° 41' 07" de Latitud Norte y 82° 19' 15" de Longitud Oeste

ELEVACION: 388 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
2005	1.52	1.95	0.85	0.75	0.34	0.25	0.33	0.34	0.28	0.26	0.30	0.49	0.64
2006	0.85	1.75	1.71	1.00	0.35	0.33	0.34	0.36	0.30	0.30	0.35	0.61	0.69
2007	1.85	1.56	1.50	0.57	0.25	0.34	0.37	0.30	0.29	0.26	0.36	0.46	0.67
2008	1.01	0.88	1.16	0.74	0.43	0.32	0.31	0.30	0.20	0.26	0.33	0.74	0.56
2009	1.09	1.73	1.73	1.05	0.84	0.32	0.42	0.35	0.32	0.25	0.35	0.57	0.75
2010	1.25	1.09	1.01	0.53	0.45	0.27	0.24	0.27	0.21	0.23	0.36	0.63	0.54
2011	0.72	0.99	1.10	0.66	0.43	1.43	0.30	0.31	0.32	0.26	0.34	0.55	0.62
2012	1.03	1.25	1.52	0.51	0.34	0.29	0.43	0.32	0.36	0.30	0.38	0.57	0.61
2013	1.31	1.13	1.32	0.76	0.25	0.26	0.30	0.25	0.24	0.22	0.27	0.56	0.57
2014	0.97	1.18	1.10	0.83	0.34	0.33	0.48	0.30	0.28	0.26	0.33	0.55	0.58
2015	1.31	1.30	1.31	0.88	0.48	0.50	0.51	0.58	0.35	0.25	0.31	0.64	0.70
2016	0.98	1.74	1.40	0.70	0.38	0.28	0.39	0.31	0.26	0.18	0.21	0.20	0.59
2017	1.13	1.27	1.60	0.78	0.27	0.30	0.30	0.28	0.28	0.30	0.37	1.41	0.69
2018	0.91	1.81	1.95	0.83	0.37	0.29	0.37	0.33	0.26	0.24	0.34	1.11	0.73
2019	1.67	1.69	2.08	0.85	0.33	0.34	0.40	0.33	0.28	0.26	0.33	0.65	0.77
PROM.	1.17	1.42	1.42	0.76	0.39	0.39	0.37	0.33	0.28	0.26	0.33	0.65	0.65

Estimado con el promedio del registro

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

**Cuadro C-19**  
 Humedad Relativa mensual en %  
 ESTACIÓN PAJA SOMBREO (108-018)  
 Coordenadas: 8° 41' 07" de Latitud Norte y 82° 19' 15" de Longitud Oeste  
 ELEVACION:388 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
2005	77	76	79	80	83	84	84	83	85	89	87	83	83
2006	81	77	75	77	81	85	84	83	83	86	85	83	82
2007	77	75	75	79	84	84	82	87	86	86	85	86	82
2008	81	81	81	80	85	83	84	86	86	87	86	84	84
2009	80	81	80	78	84	85	83	84	82	86	85	82	82
2010	79	77	77	77	81	87	87	86	88	89	90	87	84
2011	83	80	82	80	82	85	86	87	87	89	88	86	84
2012	84	79	79	84	84	84	82	87	84	87	85	82	84
2013	79	77	76	75	83	84	85	85	87	87	87	83	82
2014	80	79	76	77	80	81	79	84	84	88	86	84	82
2015													
2016													
2017	79	80	80	80	87	87	86	87	88	87	87	85	85
2018	86	82	80	77	85	86	92	85	88	89	87	84	85
2019	83	81	79	80	83	85	85	85	86	88	86	84	84
Prom.	81	79	78	79	83	85	85	85	86	88	86	84	83

Fuente: Empresa de transmisión Electrica, S.A.

Estimado con el promedio del registro