

6. DIAGNOSTICO AMBIENTAL – LINEA BASE DEL AREA DE ESTUDIO

En cumplimiento con la legislación vigente, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de “Línea de Transmisión (L/T) en 500 kV entre Ecuador – Perú” desarrolla una línea base del estado ambiental del área donde se ejecutará la construcción, operación-mantenimiento y abandono del proyecto.

El objetivo de la presente línea base es evaluar de manera integral el área del proyecto, caracterizando los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos correspondiente al área de estudio del proyecto.

6.1. Medio Físico

➤ Metodología

A fin de conocer las condiciones ambientales actuales y efectuar la caracterización del entorno físico (geología, edafología, hidrográfica, calidad ambiental, etc.), se ha recogido información de fuentes “primarias” como investigaciones en campo, muestreos ambientales, complementado con fuentes de tipo “secundaria”, previamente recopilada, revisada y analizada como información cartográfica, satelital y bibliográfica disponible de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales. En resumen, la caracterización del medio físico incluyó información bibliográfica e información obtenida en campo para el cumplimiento de los términos de referencia del proyecto.

• Revisión de Información Bibliográfica

Para el establecimiento de los ríos relevantes para el presente estudio se seleccionó estaciones meteorológicas y pluviométricas administradas por el INAMHI

Para la identificación climática del área de estudio se tomó en cuenta: Clasificación Climática de Thornthwaite (1948), Clasificación climática de KÖPPEN y red de estaciones meteorológicas y pluviométricas administradas por el INAMHI principalmente (Precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, nubosidad, heliofanía, velocidad del viento.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, Caso Ecuador, UICN SUR (2009), publicado por el SENAGUA

Base en información Hidrográfica del Ecuador del SENAGUA.

Mapa Geológico del Ecuador, escala 1:1 000 000;

Mapas Morfopedológicos y Geomorfológicos, escala 1: 200 000, PRONAREG-ORSTOM;

Mapa de Paisajes Naturales del Ecuador, escala 1: 1 000 000, CEDIG y ORSTOM (1989); Etc.

• Levantamiento de Información de Campo

Se realizaron muestreos de la calidad de agua, aire, ruido, RNI y suelos con laboratorios autorizados.

Se realizó el levantamiento de la información geológica, geomorfológica, estabilidad de suelos, hidrográfica, hidrológica y suelos mediante visitas de campo, en el cual se confirma y detalla la información bibliográfica recopilada.

6.1.1. Recurso agua

6.1.1.1. Hidrografía general e hidrología de superficie

El presente capítulo contiene la caracterización hídrica de los principales cursos de agua, para los tramos comprendidos dentro del área ambiental del proyecto, es decir, en los sectores en los que la proyectada L/T cruza estos cuerpos de agua.

La caracterización del área de estudio en aspectos de hidrología es útil para poder realizar una evaluación de impactos apropiada. Por lo tanto, la determinación de los parámetros hidrográficos e hidrológicos son imprescindibles en el estudio de línea base. La metodología de caracterización hidrográfica e hidrológica ha consistido en la revisión de la información secundaria, tales como estudios y mediciones realizadas por agencias gubernamentales relacionados a hidrología e hidrografía, al trabajo de campo, y a la evaluación y análisis de la información recolectada.

A. Hidrografía general

El trazado de la L/T tiene rumbo de norte a sur y atraviesa diversas cuencas y ríos principales. En general, el sistema de ríos tiene una dirección predominante de este a oeste y desemboca en el Océano Pacífico. Debido a las características del proyecto, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. Este proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces, por lo que no se requerirán evaluaciones de posibles impactos a cuerpos de agua superficial o subterránea. Por otro lado, el proyecto no generará descargas o vertimientos a cuerpos de agua naturales superficiales o subterráneos, durante las etapas de construcción, operación y cierre.

Metodología

Para la determinar la selección del sistema de cuencas hidrográficas se realizó lo siguiente:

- Se obtuvo la base de datos de las cuencas hidrográficas del Ecuador (delimitación) realizadas por SENAGUA . ([https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/.](https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/))
- Se realizó la superposición del trazo de la L/T sobre la base de data cartográfica de cuencas hidrográficas del SENAGUA.
- Se seleccionó las cuencas hidrográficas que intersectan con el trazo de la L/T

Figura 6.1.1.1-1. Cuencas hidrográficas



Fuente: Elaborado por Consorcio CESEL-CTOTAL con base en información de SENAGUA, 2014. <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/>.

En consecuencia la L/T se emplaza en 8 cuencas hidrográficas: Guayas, Tauro, Cañar, Balao, Jubones, Santa Rosa, Arenillas y Zarumilla.

El sistema de cuencas hidrográficas a considerar en el estudio se basa en aquella que la autoridad competente, SENAGUA, ha publicado y aplicado a la información cartográfica de la delimitación de unidades hidrográficas. SENAGUA ha publicado información de hasta el nivel 5 de la metodología Pfafstetter. (Informe de delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador, nivel 5, metodología Pfafstetter, escala 1:250000, mayo 2009). SENAGUA para la delimitación de cuencas hidrográficas se basó en el documento Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, caso Ecuador, UICN SUR (2009), publicado por SENAGUA. De acuerdo con la información

publicada por SENAGUA, con los sistemas de cuencas hidrográficas que intersecta el proyecto: Ver: *Mapa N.º CSL-165600-1-HI-01 “Mapa de Hidrografía General”*. Se tomó en cuenta la siguiente cartografía:

- Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, Caso Ecuador, UICN SUR (2009), publicado por el SENAGUA
- Mapa de Cuencas Hidrográficas del Ecuador, escala 1:3 000 000, INAMHI (2007);
- Mapa de Climas del Ecuador, escala 1:4 000 000, INAMHI (2006);
- Base en información Hidrográfica del Ecuador del SENAGUA.

En el siguiente cuadro se presentan las unidades hidrográficas que intersectan el proyecto. En la figura anterior se muestran las cuencas involucradas.

Asimismo, se adjunta el mapa CSL-165600-1-HI-01: Mapa de Hidrografía General (ver anexo mapas), en el cual se presentan los ríos principales y el trazado de la L/T con los vértices y sus coordenadas UTM. Las cuencas se muestran en el mapa CSL-165600-1-HI-02: Mapa de Cuencas Hidrográficas (ver anexo mapas) donde se detallan los tramos de la L/T y la cuenca a la que pertenecen.

De acuerdo con SENAGUA y la cartografía, el trazado de la L/T cruza las siguientes cuencas:

Cuadro 6.1.1.1-1. Cuencas principales (según la clasificación SENAGUA)

Nº	Codificación Cuenca	Nombre	Área (Ha)
1	1352	Guayas	3 221 720
2	1453	Taura	196 183
3	1555	Cañar	245 493
4	1656	Balao	79 521
5	1764	Jubones	436 127
6	1866	Santa Rosa	75 270
7	1967	Arenillas	65 315
8	2068	Zarumilla	80 986

Fuente: <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/>

B. Hidrología de superficie

El trazado de la L/T tiene rumbo de norte a sur y cruza ríos principales. En general, el sistema de ríos que involucra el área de estudio tiene una dirección de este a oeste y desemboca en el Océano Pacífico. Debido a las características del proyecto, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. El proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces. Además, el proyecto no generará descargas durante la construcción, operación y cierre.

Metodología

Para el análisis de la hidrología superficial en relación con el proyecto se tomó en cuenta lo siguiente:

- Se seleccionaron los ríos para los cuales las torres ubicadas sobre ambas márgenes se encuentran en las cercanías de los niveles máximos de inundación. Sin embargo, cabe señalar que no se estiman riesgos de fallas estructurales en los componentes debido a las bajas velocidades de flujo en sectores de baja pendiente y densa presencia de vegetación. Las distancias de las torres al nivel de inundación varían entre 20 a 180 m para estos ríos, siendo las distancias muchos

mayores para el resto de los cuerpos de agua que cruza la L/T, siendo nula la probabilidad de inundación en estos casos.

- Se seleccionó estaciones hidrométricas cercanas al trazo de la L/T, en las cuencas que cruza el proyecto.
- Se estimaron los caudales medios mensuales de las estaciones hidrométricas seleccionadas.

Con la premisa señalada se seleccionaron los siguientes ríos importantes para el estudio. A continuación, se detalla lo mencionado:

Cuadro 6.1.1.1-2 Cuerpos de agua representativos

N	Nombre	Tipo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 17S		Ancho medio (m)	Distancia a orilla (m)
			Este	Norte		
1	Río Daule	Perenne	613 025	9 781 436	290	20
2	Río Babahoyo	Perenne	632 829	9 784 370	295	43
3	Río Chimbo	Perenne	667 700	9 753 357	45	96
4	Río Cañar	Perenne	663 534	9 719 338	75	80
5	Río Balao Grande	Perenne	646 247	9 675 040	120	30
6	Río Jubones	Perenne	637 826	9 632 511	65	164
7	Río San Agustín	Perenne	631 557	9 627 586	45	130
8	Río Arenillas	Perenne	607 870	9 601 003	20	180

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2020.

El régimen de caudales de los ríos representativos de las cuencas evaluadas determinados en el estudio ha sido analizado con base en la información presentada en el Anuario Hidrológico del periodo 1990 – 2016, desarrollado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). El INAMHI administra una red de estaciones hidrométricas; en la zona de estudio se tiene ocho estaciones hidrométricas seleccionadas por estar cercanas a la zona de influencia del trazado de la L/T.

Cuadro 6.1.1.1-3. Estaciones hidrométricas seleccionadas

Código	Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 17S		Cota (m.s.n.m.)	Área de Cuenca (km ²)
		Latitud	Longitud	Este	Norte		
H0365	Daule en La Capilla	1°41'45"	79°59'44"	611 727	9 812 530	13	8 690,00
H0348	Vinces en Vincés	1°32'30"	79°34'35"	658 372	9 829 546	41	4 400,00
H0390	Chimbo AJ Milagro	2°6'5"	79°41'37"	645 284	9 767 672	30	3 922,00
H0447	Bulubulu AJ Payo	2°18'23"	79°28'33"	669 485	9 744 983	40	687,00
H0472	Cañar en Pto. Inca	2°31'50"	79°32'29"	662 167	9 720 205	35	2 280,00
H0530	Jubones en Ushcurrumi	3°19'11"	79°35'55"	655 695	9 632 957	230	3 580,00
H0573	Sta. Rosa en el Vado	3°33'45"	79°56'35"	617 392	9 606 164	80	66,64
H0574	Arenillas en Arenillas	3°33'47"	80°2'50"	605 822	9 606 116	20	520,00

Fuente: Anuarios hidrológicos (Periodo 1990-2016), INAMHI, Ecuador.

El régimen de caudales de los ríos puede describirse como marcadamente estacional, con caudales máximos durante los meses lluviosos, entre febrero y mayo, y caudales mínimos el resto del año. Los cuatro meses con ocurrencia de crecidas, representan aproximadamente el 70% de la oferta hídrica anual, siendo marzo el que concentra la mayor oferta con cerca del 30%, mientras que, en el resto del año, la oferta mensual varía entre 3% a 5%.

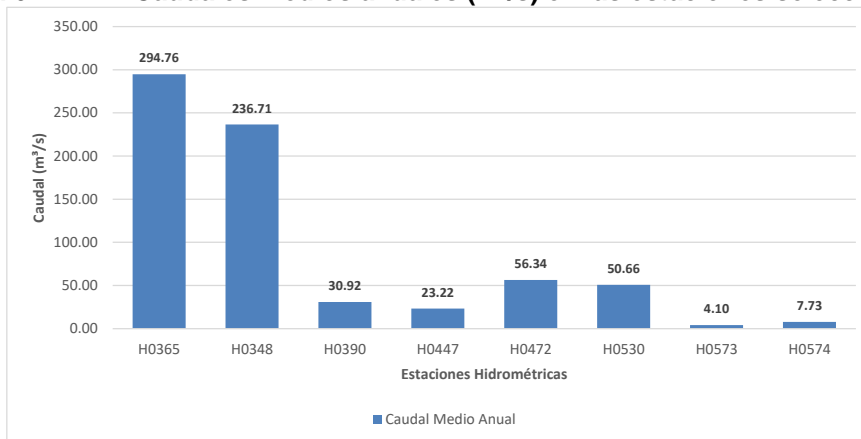
Cuadro 6.1.1.1-4. Caudales medios anuales (m³/s) en las estaciones seleccionadas

Código	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
H0365	283,0	499,2	650,5	658,8	443,1	218,4	151,7	125,2	109,0	110,3	133,2	154,9	294,76
H0348	250,6	556,3	590,3	553,2	345,2	166,9	85,9	53,6	46,4	42,8	55,8	93,6	236,71
H0390	27,4	72,1	85,2	80,4	50,7	23,2	11,0	5,1	2,1	5,0	4,3	4,6	30,92
H0447	16,9	49,8	56,1	47,0	36,4	19,0	11,0	7,6	7,0	7,6	9,5	10,7	23,22
H0472	49,0	135,2	137,5	134,4	81,2	45,5	28,1	16,6	11,5	10,7	13,3	13,0	56,34
H0530	39,7	65,8	90,6	82,4	66,7	55,8	49,0	34,5	30,2	25,0	30,8	37,4	50,66
H0573	3,13	9,72	9,26	7,02	5,20	3,14	2,51	2,22	1,97	1,76	1,68	1,61	4,10
H0574	6,49	11,48	16,65	12,40	9,03	6,12	4,98	4,74	4,80	5,09	5,38	5,61	7,73

Fuente: Anuarios hidrológicos (Periodo 1990-2016), INAMHI, Ecuador.

A continuación, se presentan las gráficas de los caudales medios anuales:

Figura 6.1.1.1-2. Caudales medios anuales (m³/s) en las estaciones seleccionadas



Fuente: Elaborado en base a los datos de los Anuarios Hidrológicos (1990-2016), INAMHI, Ecuador.

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

De los hidrogramas de caudales mensuales de las estaciones analizadas, se puede extraer que el periodo de avenidas se desarrolla entre enero y junio con picos en abril; y el estiaje está comprendido desde julio hasta diciembre con el punto más bajo en septiembre (ver anexo 6.1.2-2).

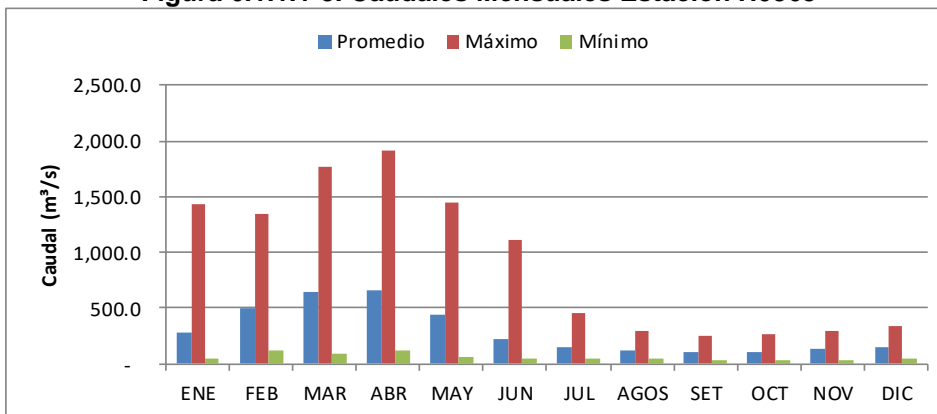
A continuación, se describen los caudales mensuales de las estaciones hidrométricas seleccionadas:

Cuadro 6.1.1.1-5. Caudales Mensuales Estación H0365 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	283,0	499,2	650,5	658,8	443,1	218,4	151,7	125,2	109,0	110,3	133,2	154,9	294,8
Máximo	1439,1	1339,7	1770,0	1910,8	1454,1	1117,3	448,7	294,4	251,2	271,4	293,9	344,2	911,2
Mínimo	43,5	119,7	93,5	114,7	63,5	44,7	43,5	39,9	34,5	31,0	30,8	47,1	58,9

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-3. Caudales Mensuales Estación H0365



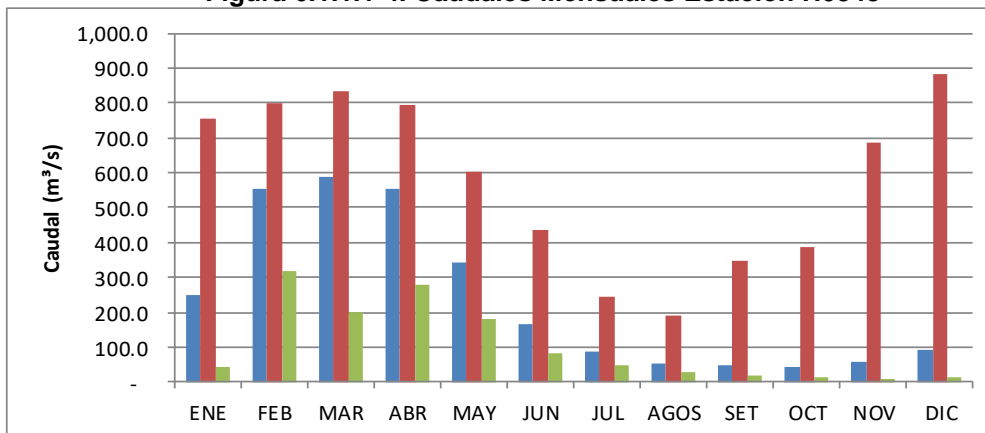
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-6. Caudales Mensuales Estación H0348 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	250,6	556,3	590,3	553,2	345,2	166,9	85,9	53,6	46,4	42,8	55,8	93,6	236,7
Máximo	755,7	800,0	832,2	792,8	600,8	435,3	242,6	192,2	347,9	385,0	685,0	881,2	431,6
Mínimo	41,4	317,5	199,7	281,0	182,3	81,8	46,2	27,9	19,8	12,2	9,4	14,2	113,0

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-4. Caudales Mensuales Estación H0348



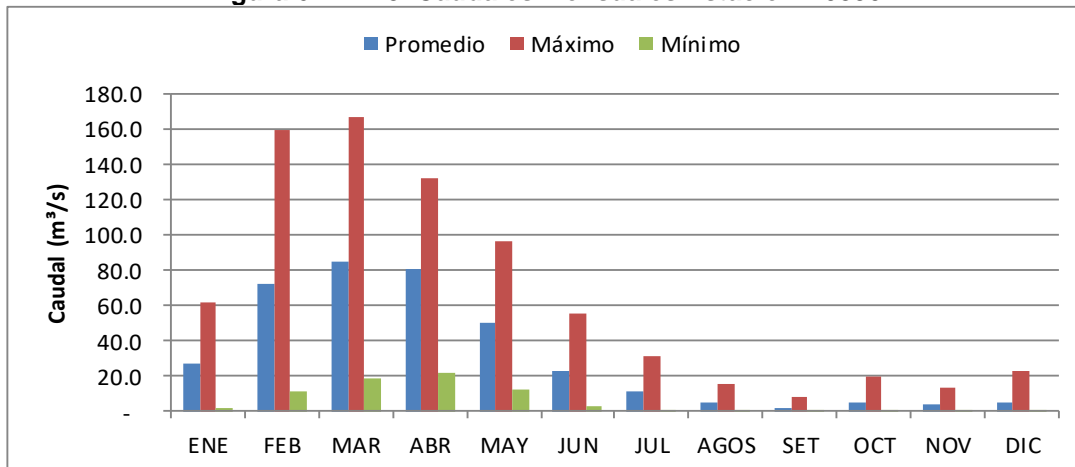
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-7. Caudales Mensuales Estación H0390 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	27,4	72,1	85,2	80,4	50,7	23,2	11,0	5,1	2,1	5,0	4,3	4,6	30,9
Máximo	61,5	159,4	166,7	132,2	96,7	55,8	30,8	15,3	8,0	20,1	13,8	22,5	65,2
Mínimo	2,1	11,0	18,2	22,0	11,9	2,4	0,9	0,4	0,1	0,4	0,4	0,1	5,8

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-5. Caudales Mensuales Estación H0390



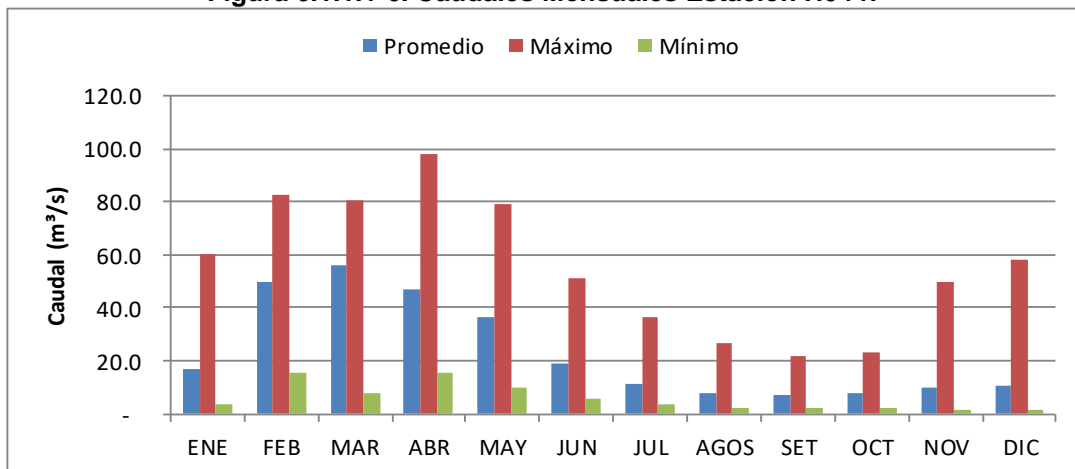
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-8. Caudales Mensuales Estación H0447 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	16,9	49,8	56,1	47,0	36,4	19,0	11,0	7,6	7,0	7,6	9,5	10,7	23,2
Máximo	60,6	83,0	80,9	97,9	78,9	50,9	36,3	26,9	21,9	23,1	50,0	58,1	55,7
Mínimo	3,5	15,3	8,0	15,6	9,8	5,4	3,3	1,9	2,0	1,8	1,4	1,6	5,8

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-6. Caudales Mensuales Estación H0447



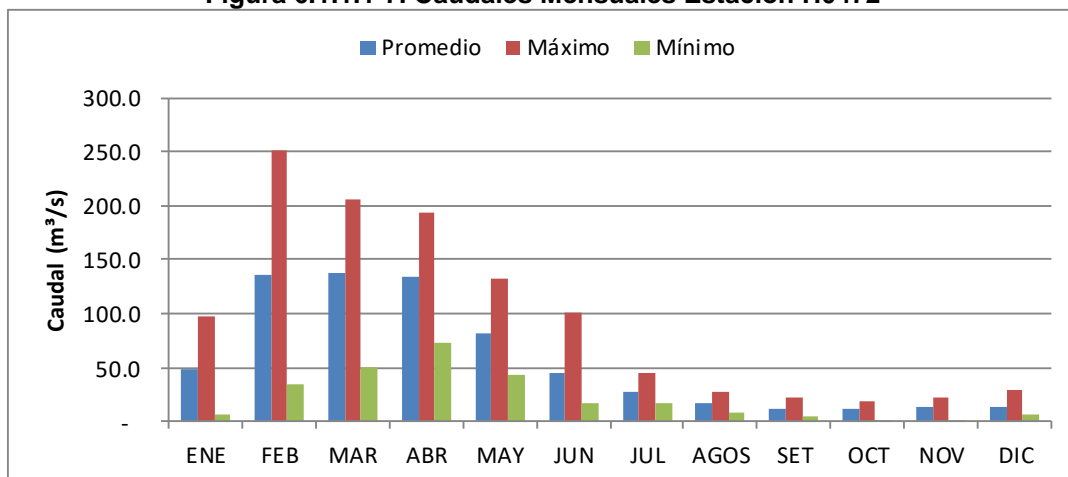
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-9. Caudales Mensuales Estación H0472 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	49,0	135,2	137,5	134,4	81,2	45,5	28,1	16,6	11,5	10,7	13,3	13,0	56,34
Máximo	96,4	250,6	206,1	192,7	131,5	100,2	44,4	28,1	21,9	18,7	21,9	29,7	95,19
Mínimo	6,2	34,0	50,2	73,4	42,6	17,6	16,4	8,4	4,2	1,2	0,7	6,4	21,78

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-7. Caudales Mensuales Estación H0472



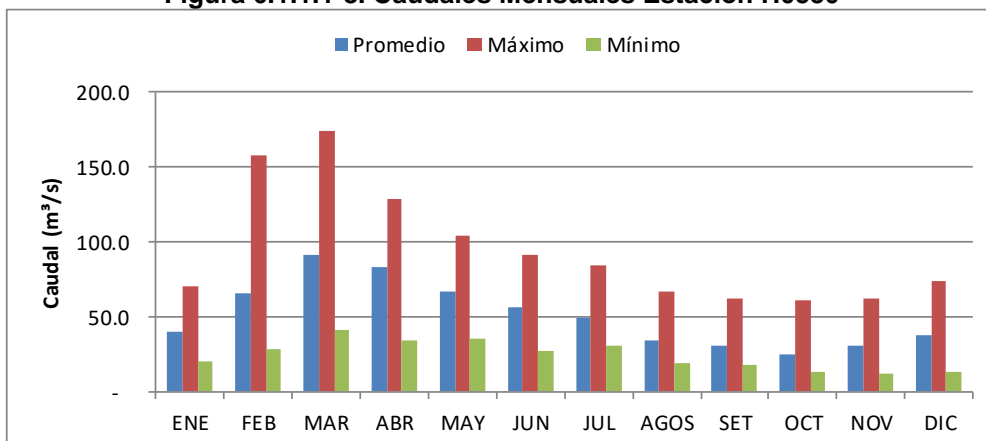
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-10. Caudales Mensuales Estación H0530 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	39,7	65,8	90,6	82,4	66,7	55,8	49,0	34,5	30,2	25,0	30,8	37,4	50,66
Máximo	69,8	157,9	173,8	128,8	103,6	91,6	84,1	66,6	61,8	60,6	62,2	73,9	94,56
Mínimo	19,4	27,9	41,3	34,3	34,5	27,1	30,2	18,9	17,1	13,0	11,4	12,5	23,98

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-8. Caudales Mensuales Estación H0530



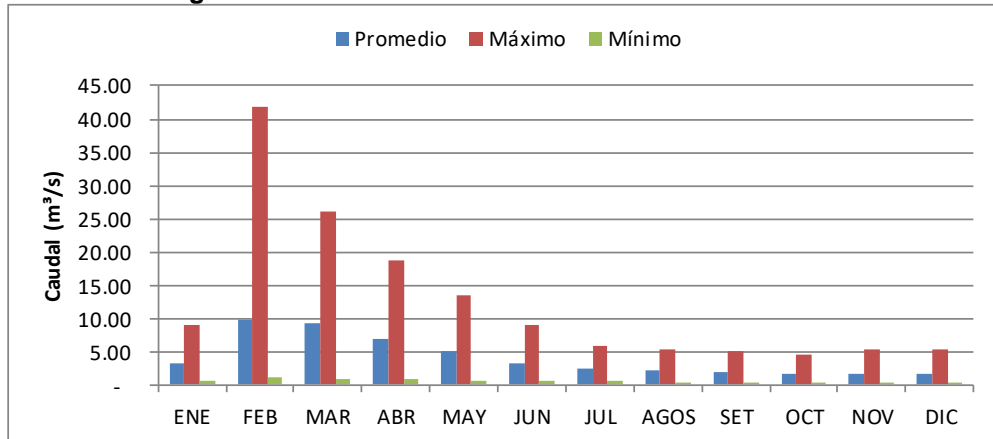
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-11. Caudales Mensuales Estación H0573 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	3,13	9,72	9,26	7,02	5,20	3,14	2,51	2,22	1,97	1,76	1,68	1,61	4,10
Máximo	9,1	41,9	26,1	18,9	13,4	9,1	6,0	5,3	5,0	4,5	5,2	5,5	12,49
Mínimo	0,6	1,3	0,8	0,9	0,7	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,47

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-9. Caudales Mensuales Estación H0573



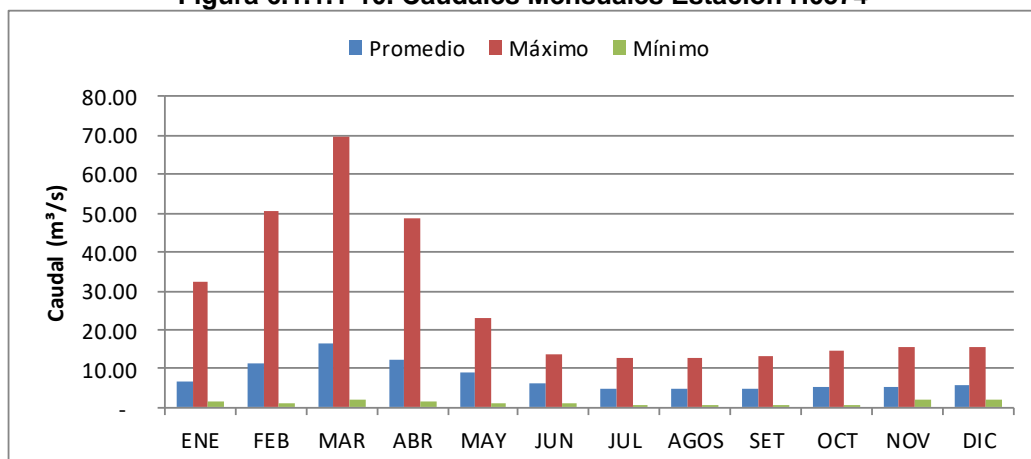
Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.1.1-12. Caudales Mensuales Estación H0574 (m³/s)

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Media	6,49	11,48	16,65	12,40	9,03	6,12	4,98	4,74	4,80	5,09	5,38	5,61	7,73
Máximo	32,2	50,8	69,9	48,8	23,0	13,5	12,7	13,0	13,1	14,4	15,5	15,5	26,86
Mínimo	1,7	0,9	2,1	1,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,7	2,1	2,0	1,27

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.1.1-10. Caudales Mensuales Estación H0574



Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Para estimar el Rendimiento Hídrico de las cuencas con mediciones hidrométricas se ha obtenido la relación entre el caudal medio en avenidas y estiaje entre el área de la cuenca tributaria de la estación de aforo. En el siguiente cuadro se obtiene el parámetro Rendimiento hídrico en unidades l/s/km².

Cuadro 6.1.1.1-13. Rendimiento hídrico de las cuencas principales

Código de Estación	Área Estación Hidrométrica	Caudal medio Anual	Rendimiento hídrico
	km ²	m ³ /s	l/s/km ²
H0365	8690,00	294,76	33,92
H0348	4400,00	236,71	53,80
H0390	3922,00	30,92	7,88

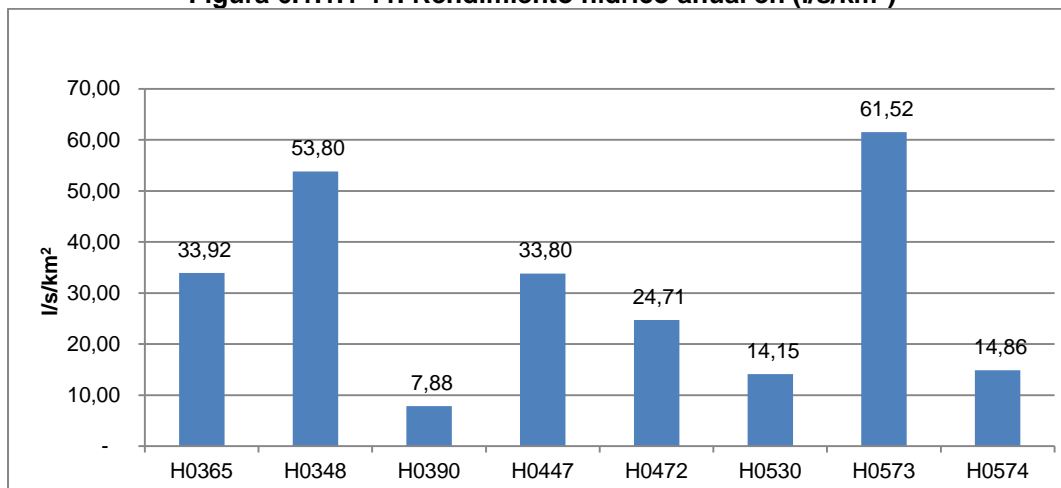
Código de Estación	Área Estación Hidrométrica	Caudal medio Anual	Rendimiento hídrico
	km ²	m ³ /s	l/s/km ²
H0447	687,00	23,22	33,80
H0472	2280,00	56,34	24,71
H0530	3580,00	50,66	14,15
H0573	66,64	4,10	61,52
H0574	520,00	7,73	14,86

Fuente: Elaborado en base a los datos de los Anuarios Hidrológicos (1990-2016), INAMHI, Ecuador.

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

El rendimiento bajo de la cuenca H0390 se debe a la existencia de una derivación hacia otra cuenca; y por lo tanto, las lecturas de caudales son reguladas.

Figura 6.1.1.1-11. Rendimiento hídrico anual en (l/s/km²)



Fuente: Elaborado en base a los datos de los Anuarios Hidrológicos (1990-2016), INAMHI, Ecuador.

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

En la cuenca del Guayas que corresponde al tramo norte de la L/T, la tasa de rendimiento hídrico permite indicar que se trata de cuencas muy húmedas; inclusive en época de estiaje tiene un rendimiento que permite la continuidad del desarrollo de la vegetación y el mantener una cobertura vegetal permanente, característica general al inicio del trazado de la L/T.

Conforme la L/T se dirige al sur del país, las condiciones hidrológicas varían porque las precipitaciones disminuyen conforme se acercan a la frontera. De los datos de los anuarios hidrológicos del INAMHI se obtuvo el área en cada estación hidrométrica, con los caudales medios anuales se obtuvo el rendimiento hídrico anual de cada cuenca hidrológica.

Debido a las características del proyecto, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. Este proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces. Además, el proyecto no generará descargas durante la construcción, operación y cierre.

En el siguiente cuadro se presentan las características de los principales ríos para las zonas de influencia del proyecto. Para generar los caudales medios anuales en los puntos de cruce de la L/T se ha aplicado el rendimiento hídrico de la cuenca y un coeficiente por precipitaciones que se obtuvo utilizando herramientas GIS del mapa de isoyetas anuales. Cabe mencionar, que por las características del proyecto no se identifican impactos significativos que comprometan el recurso hídrico en cantidad o calidad.

En el siguiente cuadro se presentan los datos utilizados y los caudales medios generados.

Cuadro 6.1.1.1-14. Caudales medios anuales generados

Nº	Ríos principales que cruza la Línea de transmisión	Área cuenca (km ²)	Precipitación media anual mm	Factor de precipitación	Rendimiento hídrico calculado (l/s/km ²)	Caudal medio anual generado (m ³ /s)
1	Daule	12 873,90	1826,48	0,92	31,30	403,02
2	Babahoyo	13 720,92	2108,67	0,93	49,90	684,66
3	Chimbo	3687,19	1084,87	0,93	7,35	27,10
4	Cañar	2280,00	1113,42	1,00	24,71	56,34
5	Balao Grande	600,00	953,47	1,00	19,67	11,80
6	Jubones	4131,80	759,54	1,03	14,63	60,44
7	San Agustín	248,47	1039,79	1,01	62,26	15,47
8	Arenillas	414,54	1066,66	1,03	15,35	6,36

Nota: (*) Se generó de cuencas vecinas.

Fuente: Elaborado en base a los datos de los Anuarios Hidrológicos (1990-2016), INAMHI, Ecuador.

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

Los datos históricos y las gráficas de los caudales medios mensuales de cada estación y los caudales medios generados se presentan en el Anexo 6.1.2-2.

A continuación, se presenta las características hidrométricas de los cuerpos hídricos:

Cuadro 6.1.1.1-15. Características hidrométricas de los cuerpos hídricos

Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Punto 1		Punto 2		Ancho de sección (m)	Profundidad (m) media	Velocidad (m/s) Media	Caudal (m3/s) medio	Usos
		Coordenadas (WGS 84)		Coordenadas (WGS 84)						
		X	Y	X	Y					
Daule	Lótico	612 903	9 781 489	613 135	9 781 390	252	1,6	1,0	403,02	Agrícola
Babahoyo	Lótico	642 002	9 781 837	642 252	9 781 734	270	2,3	1,1	684,66	Agrícola
Bulubulu - Chimbo	Lótico	667 304	9 744 525	667 321	9 744 553	33	1,8	0,4	23,22	Agrícola
Cañar	Lótico	663 503	9 719 330	663 541	9 719 365	52	2,2	0,5	56,34	Agrícola
Balao Grande	Lótico	646 231	9 674 989	646 271	9 675 083	102	0,4	0,3	11,8	Agrícola
Jubones	Lótico	637 825	9 632 482	637 831	9 632 538	57	2,1	0,5	60,44	Agrícola
San Agustín	Lótico	631 539	9 627 570	631 568	9 627 605	45	1,1	0,3	15,47	Agrícola
Arenillas	Lótico	607 858	9 600 990	607 879	9 601 018	35	0,9	0,2	6,36	Agrícola

Elaborado por: Consorcio CESEL-CTOTAL

6.1.1.2. Descripción de cuerpos hídricos

Debido a las características del proyecto, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. Este proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces. Además, el proyecto no generará descargas durante la construcción, operación y cierre. En el sentido Norte-Sur a continuación se describen los principales cuerpos hídricos que tienen influencia sobre el área del estudio:

- ❖ **Río Daule:** Nace en el nudo de Sandomo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, muy cerca de San Miguel; su longitud aproximadamente es de 260 km y forma la subcuenca del río Daule, y es la más grande de las subcuencas de la cuenca del Guayas, abarcando una extensión territorial de 11 567,15 km² que representa más o menos el 5% del territorio nacional, y el 36% de toda la cuenca del río Guayas. Según los datos extraídos de la Tesis Doctoral: *Estudios de las aguas y sedimentos del río Daule, en la provincia del Guayas desde el punto de vista físico-químico, orgánico, bacteriológico y toxicológico*, elaborado por el Dr. Justo Pastor Huayamave en el 2013, los caudales oscilan entre 1446 m³/s en abril de 1983 (durante el Fenómeno El Niño) y 7,21 m³/s en octubre de 1982. El promedio histórico de medio mensual es de 100 m³/s aproximadamente.

Así mismo, la L/T cruza el río Daule cerca del vértice V05, aguas arriba de la entrega al río Guayas. Las cotas del terreno natural están comprendidas entre los 5 y 6 m s n.m. En la zona del cruce del río, este tiene un ancho que oscila entre 230 y 350 m de longitud en una zona próxima a una curva.

Fotografía 6.1.1.2-1. Río Daule



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

- ❖ **Río Babahoyo:** Está ubicado entre los vértices V12R y V13, entre las cotas 3 y 5 m s.n.m.; este río se une al Daule y juntos forman el río Guayas.

El cruce del río se ha realizado en una zona de estrechamiento del río, con 350 m de ancho; mientras que aguas arriba tiene un ancho de 780 m y aguas abajo tiene 760 m de ancho, aproximadamente.

Según estudio de las inundaciones en la zona costera, mecanismos responsables obras de protección existentes y previstas serie INSEQ N°5 de INAMHI 1996 señala que el régimen de caudales máximos para un periodo de retorno de 50 años es de 2709 m³/s.

Fotografía 6.1.1.2-2. Río Babahoyo



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

- ❖ **Río Chimbo:** Nace en los deshielos del Chimborazo, de la unión de los ríos Salinas y Llangama, y recorre la provincia de Bolívar y la hoya de su mismo nombre en dirección sur, y para regar con sus aguas los ricos valles de Guaranda, San José, San Miguel y Pallatanga; al tiempo que sirve de límite natural entre las provincias de Bolívar y Chimborazo. Posteriormente, se introduce en la provincia del Guayas donde se junta al Chachán para formar el río Yaguachi. El trazado de la L/T lo cruza entre los vértices V16R y V17R, aproximadamente en la cota 31 m s.n.m. El ancho promedio del río se mantiene entre 40 y 50 m en la zona del cruce, aunque aguas arriba el ancho llega a 80 m en una curva.

Fotografía 6.1.1.2-3. Río Chimbo



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

- ❖ **Río Cañar,** se origina en la región Interandina con el nombre de Cañar, y luego se denomina Naranjal, recorre sectores potenciales de gran producción agrícola y ganadera; y para desembocar en el Pacífico en la parte sur del golfo de Guayaquil. La L/T cruza el río Cañar entre los vértices V18R y V19R, cerca de Puerto Inca. En la zona de cruce, el río tiene un ancho de 55 m, más o menos; aguas arriba tiene hasta 110 m. La siguiente fotografía muestra el río Cañar. río Cañar tiene una máxima creciente de 1.500¹ m³/s

¹ Boletín de la estadística sectorial del agua (2017) SENAGUA

Fotografía 6.1.1.2-4. Río Cañar



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

- ❖ **Río Balao Grande**, se cruza cerca del vértice V25R, lo cruza en la cota 64 aproximadamente y desemboca en el océano Pacífico cerca del poblado de Balao. En la zona del cruce, el río tiene un ancho promedio de 100 m, aguas arriba es más ancho y llega a 200 m con una isla que separa el cauce en 2 brazos principales. el río Balao Grande tiene una máxima creciente de $298,8^2$ m³/s (fenómeno del niño 1997-98). A continuación se muestra una fotografía de este río.

Fotografía 6.1.1.2-5. Río Balao Grande



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

- ❖ **Río Jubones**, luego de la S/E Pasaje, se reinicia la numeración de los vértices de la L/T, y entre los vértices V05A y V06R se cruza el río Jubones que se origina en la hoya de Girón, de la cual toma su nombre, y al salir de esta recoge las aguas de un gran número de pequeños afluentes. Cabe señalar que el río Jubones desemboca en el océano Pacífico a 10 km al norte de Machala. Así mismo, el río Jubones tiene una longitud de 154 km y drena una cuenca de 4285 km², siendo su descarga media a la salida de 52,4 m³/s. Actualmente, el río es de alta utilización en su provincia: riega casi

² <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril-Mayo2005/CD1/pdf/spa/doc15907/doc15907-2.pdf>

26 000 ha y aporta agua para el consumo urbano de Machala. Es importante mencionar que el río Jubones tiene un ancho promedio de 80 m en la zona de cruce de la L/T, y se amplía a 200 m aguas abajo del cruce; a continuación, se presenta una fotografía del punto de cruce:

Fotografía 6.1.1.2-6. Río Jubones



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

- ❖ **Río San Agustín**, se cruza este río entre los vértices V06A y V06B, ubicado entre las cotas 24 y 28 m s.n.m. Además, tiene un ancho promedio de 20 m en estiaje y 40 m en épocas de avenidas. Se trata de un río de baja pendiente, en agosto el nivel ha descendido lo suficiente para poder ingresar a pie, tal como se aprecia en la siguiente fotografía:

Fotografía 6.1.1.2-7. Río San Agustín



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

- ❖ **Río Zarumilla**: Forma parte de la frontera entre Ecuador y Perú. Nace en las serranías de Ecuador, a 850 m.s.n.m. y desemboca en el océano Pacífico, después de recorrer la frontera de los dos países en una longitud de 62,6 km. La superficie total de la cuenca abarca un área de 731,2 km². En épocas de lluvia se desborda afectando tierras de cultivo en ambos países. La L/T no cruza el río, pero se aproxima por la margen derecha a un afluente, con un ancho comprendido entre 40 y 60 m aproximadamente. Se considero el presente curso de agua debido a que representa línea de frontera.

Fotografía 6.1.1.2-8. Río Zarumilla



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

6.1.1.3. Calidad del Agua.

La calidad del agua es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. En ese sentido, el análisis de la calidad del agua de los principales ríos que están en el área de estudio del proyecto.

A. Objetivos

Evaluar la calidad de agua superficial de los principales ríos del área de estudio de la L/T, tomando como referencia la legislación vigente.

B. Legislación de calidad ambiental de agua

La normativa de comparación utilizada para determinar la calidad del agua de los ríos ubicados en el área de influencia del proyecto fue el Acuerdo Ministerial N° 097-A. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI. Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de calidad: Agua Dulce. Así como la Tabla 3: Criterios de calidad de aguas para Riego Agrícola.

C. Parámetros

Los Términos de referencia estándar para estudios de impacto ambiental, generación, transmisión y distribución de energía eléctrica del Ministerio del Ambiente – Subsecretaría de calidad ambiental SCA menciona lo siguiente:

En el acápite calidad de agua “. Parámetros de acuerdo con la normativa aplicable y características de la actividad”

Debido a las características de la actividad, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. Este proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces. Además, el proyecto no generará descargas durante la construcción, operación y cierre. En el área de influencia de la S/E Pasaje no se ubican cursos de agua.

En consecuencia, la línea base de la calidad del agua se limitó al análisis de algunos parámetros de agua. Esto considerando que su construcción y operatividad no implicará ningún contacto con los ríos.

Los parámetros analizados fueron:

- Aceites y Grasas
- Coliformes fecales (termotolerantes)
- DBO5,
- DQO
- Turbiedad
- Sólidos suspendidos totales
- pH
- Temperatura
- Conductividad Eléctrica

La selección de los parámetros está relacionada a las actividades del proyecto

- Excavaciones para cimentaciones: Potencial vertimiento de excedentes de tierra podría afectar la concentración de solidos suspendidos, turbiedad, pH y temperatura
- Montaje de estructuras metálicas de L/T: Relacionada con el parámetro aceites y grasas
- Movimiento y nivelación de tierras. Potencial vertimiento de excedentes de tierra podría afectar la concentración de solidos suspendidos, turbiedad, pH, conductividad y temperatura
- Movilización de material (transporte de materiales, maquinarias y equipos): Relacionada con el parámetro aceites y grasas
- Movilización de personal: potencial vertimiento de residuos sólidos podría afectar el aporte de materia orgánica relacionada con Coliformes fecales, DBO5 y DQO.

Debido a las características del proyecto, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. Este proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces. Además, el proyecto no generará descargas durante la construcción, operación y cierre.

D. Determinación de las estaciones de muestreo

Para la determinación del número y ubicación de las estaciones de muestreo se determinó teniendo en cuenta a los ríos más representativos establecidos en ítem 6.1.1.1 Hidrología de superficie, pagina 6-5 por donde la L/T cruza.

Ubicación de estaciones de muestreo de calidad de agua:

- Identificación; Con la ayuda de un GPS se ubicaron las estaciones de muestreo, teniendo en cuenta la accesibilidad en el cruce de cada río con la L/T. La ubicación de las estaciones de muestreo, se determinaron teniendo en cuenta el área de estudio del proyecto, así como la accesibilidad al río, de tal manera que las estaciones siempre fueron en el cruce de la L/T y el río, dentro del área directa del proyecto.
- Accesibilidad; se tomó en cuenta acceso seguro a la estación de muestreo.

A continuación, presentamos estaciones de muestreo de calidad de agua.

Cuadro 6.1.1.3-1. Estaciones de muestreo de calidad de agua.

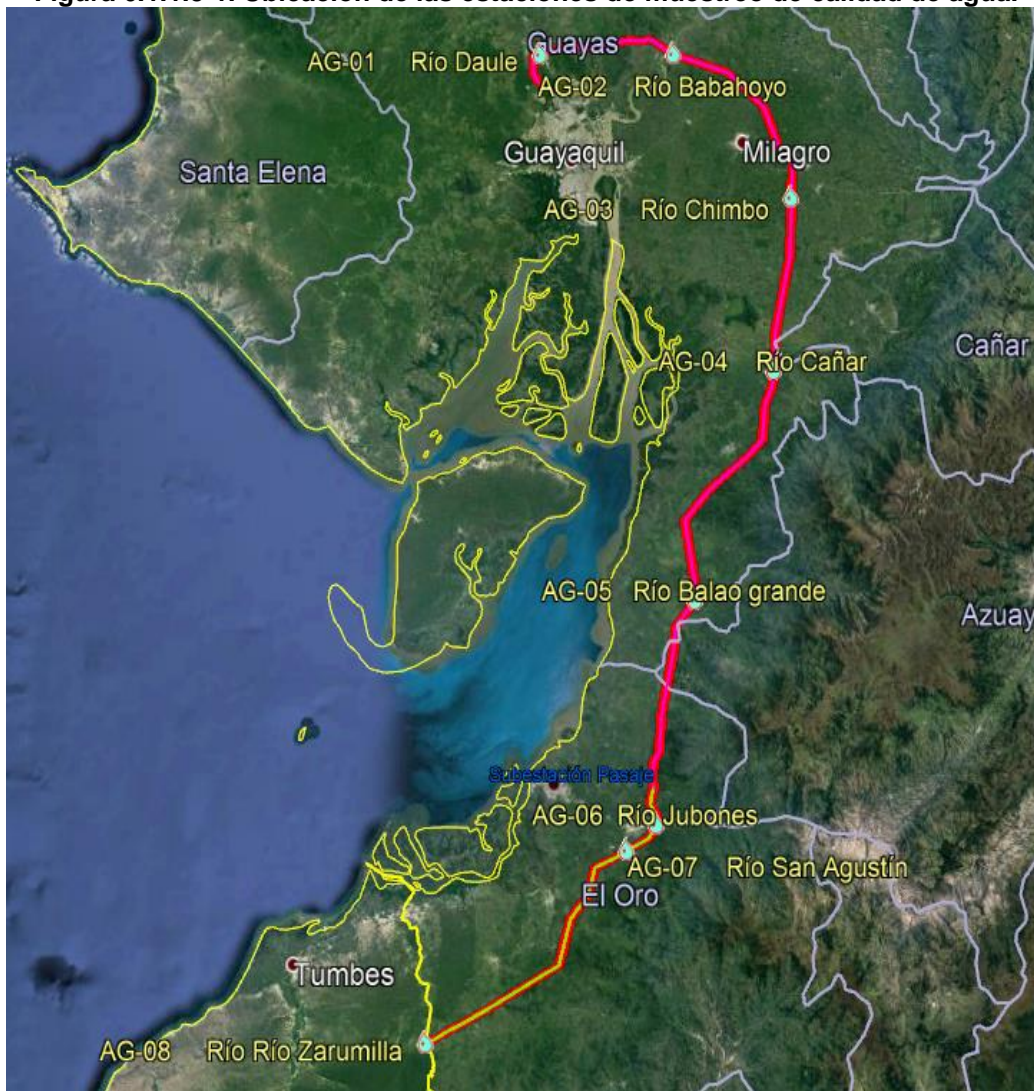
Estación de muestreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Z17s		
		Este	Sur	Altitud (m.s.n.m.)
AG - 01	Río Daule	613 106	9 781 409	10
AG - 02	Río Babahoyo	642 197	9 781 714	4

Estación de muestreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Z17s		
		Este	Sur	Altitud (m.s.n.m.)
AG - 03	Río Chimbo	667 663	9 753 342	8
AG - 04	Río Cañar	663 501	9 719 379	26
AG - 05	Río Balao grande	646 224	9 675 059	30
AG - 06	Río Jubones	637 806	9 632 540	25
AG - 07	Río San Agustín	631 540	9 627 614	47
AG - 08	Río Zarumilla	589 118	9 591 486	83

Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

Adicionalmente para el control y seguimiento en plan de manejo ambiental se plantea estaciones de muestreo de la calidad de agua como medida control. (Ver capítulo 13.6 Plan de Monitoreo y Seguimiento)

Figura 6.1.1.3-1. Ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de agua.



Fuente: CELEC-EP UNIDAD DE NEGOCIOS TRANSELECTRIC
 Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.
 Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

E. Cronograma para el muestreo de calidad del agua

A continuación, se presenta el cronograma para el monitoreo de calidad de agua, el cual estuvo diseñado en función a las distancias, teniendo en cuenta la accesibilidad de las rutas para llegar a cada estación.

Cuadro 6.1.1.3-2. Cronograma de muestreo de calidad del agua

Estación de muestreo	Descripción	Fecha de muestreo	Vértices / Tramo	
AG - 01	Río Daule	28/06/2017	V04- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje	V05- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje
AG - 02	Río Babahoyo	27/06/2017	V12- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje	V13R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje
AG - 03	Río Chimbo	27/06/2017	V16R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje	V17R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje
AG - 04	Río Cañar	28/06/2017	V18R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje	V19R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje
AG - 05	Río Balao grande	01/07/2017	V25R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje	V26R- Tramo: S/E Chorrillos – S/E Pasaje
AG - 06	Río Jubones	01/07/2017	V05A- Tramo: S/E Pasaje - Frontera	V06A- Tramo: S/E Pasaje - Frontera
AG - 07	Río San Agustín	01/07/2017	V06A- Tramo: S/E Pasaje - Frontera	V06B- Tramo: S/E Pasaje - Frontera
AG - 08	Río Zarumilla	30/06/2017	V13- Tramo: S/E Pasaje - Frontera	-

Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

F. Metodología del muestreo de agua

El muestreo de calidad del agua se llevó a cabo cumpliendo con la metodología establecida en la normativa ambiental nacional a través del laboratorio CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR (CORPLABEC S.A) con nombre comercial ALS, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE). Los certificados y alcances de acreditación, así como otras certificaciones,

se encuentran en el anexo 6.1.1 Línea base física / calidad de agua / acreditación del laboratorio SAE.

La metodología empleada en el monitoreo de la calidad de agua, tuvo en cuenta los siguientes documentos de referencia:

- NTE INEN 2176:1998 “Agua. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.”
- NTE INEN 2169:1998 “Agua. Calidad de agua. Muestreo. Manejo y conservación de Muestras.”
- STANDARD METHODS “For the examination of water & wastewater” 22 edition: 2012, 1060B
- DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE “Manual para muestreo de aguas y sedimentos” junio 1998.
- NTE INEN ISO/IEC17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

Los instructivos de monitoreo del laboratorio CORPLABEC S.A, se encuentran en el anexo 6.1.1 Línea base física / calidad de agua / instructivo de muestreo. A continuación, se presentan las actividades desarrolladas del muestreo.

❖ Colección, preservación y custodia de muestras

Una vez en la estación de muestreo (espacio en el cual se realiza medición in situ y recolecta muestra para análisis de laboratorio) se adecuó el área de trabajo, limpiándola de materiales extraños tales como ramas, rocas, desechos, etc., para proceder con el

análisis organoléptico de una pequeña cantidad de agua, respecto a la presencia de películas flotantes, olor, color, materiales suspendidos u otros indicadores de contaminación. En todas las estaciones de muestreo se tuvo en cuenta no alterar los márgenes y el lecho del río. Los parámetros muestreados son los siguientes:

Muestras recolectadas para posterior análisis de laboratorio:

- Aceites y Grasas
- Coliformes fecales (termotolerantes)
- DBO5
- DQO
- Turbiedad
- Sólidos suspendidos totales

Mediante utilización de equipo de muestreo se obtuvo resultado en campo (In Situ)

- pH (resultado In Situ)
- Temperatura (resultado In Situ)
- Conductividad Eléctrica (resultado In Situ)

Para el muestreo de agua se utilizó guantes de látex (quirúrgicos), los cuales se descartaron luego de culminado el muestreo en cada estación.

Se utilizaron envases adecuados para cada parámetro muestreado, los cuales estuvieron en función a los estándares del laboratorio acreditado CORPLABEC S.A.

La toma de muestra se realizó evitando áreas de turbulencia del río, enjuagando el envase en el que se colectó la muestra, tres veces con la misma muestra. Esta operación no se realizó cuando la muestra fue para análisis microbiológicos, así como para aceites y grasas.

Para DBO se utilizó envases de plástico y se llenaron completamente, sin burbujas de aire atrapadas. En todo momento se evitó tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

Para aceites y grasas se utilizó botellas de vidrio con tapa de teflón, se preservó con 1ml de ácido clorhídrico aproximadamente, por cada litro de muestra tomada, usando un contador de gotas o gotero plástico, se mezcló y luego se revisó el pH de la muestra para asegurarse que esté en 2 o menos unidades de pH.

Para el DQO se utilizó botellas de vidrio y se preservó con ácido sulfúrico a pH menor a 2 ml/l.

Para los sólidos suspendidos totales se utilizó botellas de plástico limpias y solo se refrigeró.

Para la turbidez se utilizó envases de plástico limpios y solo se refrigeró.

Para los coliformes fecales o termotolerantes además de guantes de látex estériles, se utilizó también mascarilla y gorra, de esta manera se aseguró un muestreo aséptico, con frascos estériles, abriéndolos al momento de la toma de muestras y destapándose el menor tiempo posible. Los frascos no se llenaron completamente manteniendo por lo menos 2,5 cm de aire que permitió un adecuado espacio para mezclar la muestra antes del análisis.

Todas las muestras fueron etiquetadas con su respectiva identificación y datos como: nombre del cliente, código de muestra, procedencia, tipo de preservante, fecha, hora y responsable de muestreo.

La conservación de las muestras dentro del cooler se realizó inmediatamente luego de la recolección, con un sistema de enfriamiento (baño de hielo) hasta lograr temperaturas menores a 10 °C el traslado al laboratorio acreditado para sus respectivos análisis, fue teniendo en cuenta el lugar más oscuro del transporte.

❖ **Medición de parámetros de campo in situ**

Ciertos parámetros físicos y químicos como el pH, temperatura y conductividad eléctrica, fueron medidos in situ, en el campo utilizando un equipo de medición portátil. (Ver certificados de calibración en el anexo 6.1.1. Para realizar las mediciones se lavaron los electrodos con agua destilada y luego secados con papel sin frotar (esto se hizo para limpiar y prevenir la contaminación cruzada entre muestras de diferentes estaciones), después se procedió a introducir el electrodo en la muestra y hacer las lecturas, finalmente se volvió a enjuagar el electrodo con agua destilada.

❖ **Documentación de campo**

Las actividades de campo y de muestreo fueron cuidadosamente documentadas inmediatamente después de la actividad en cada estación de muestreo, a fin de establecer un registro minucioso y preciso de las mediciones realizadas. Se llenó la cadena de custodia y la hoja de campo con todos los datos como: código de muestra, identificación de la muestra, análisis requerido, número de envases, coordenadas, registro de datos medidos, nombre del responsable, fecha y hora de muestreo, observaciones de campo, etcétera. Las cadenas de custodia se encuentran en el anexo 6.1.1 Calidad de agua.

G. Resultados y análisis

Los resultados emitidos por el laboratorio acreditado se encuentran en el anexo 6.1.1 Calidad de agua.

Los resultados de laboratorio se presentan en el cuadro 6.1.1.3-3, se observa que la calidad del agua superficial de todas las estaciones de muestreo, tienen concentraciones que se encuentran dentro de los límites permisibles comparados con la Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de calidad: Agua Dulce, que consta en el Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI. Así como la Tabla 3: Criterios de calidad de aguas para Riego Agrícola, utilizada para el parámetro coliformes fecales (termotolerantes). En consecuencia, las aguas de los ríos son aptas para riego y aceptables para las especies propias de los cuerpos de agua dulce.

Cabe mencionar, que el área circundante a las estaciones de muestreo estuvo rodeada de cultivos como: banano (mayor frecuencia), arroz y naranja. En los ríos no se visualizó material flotante alguno, ni de origen antropogénico.

Cuadro 6.1.1.3-3. Comparación de parámetros físicos químicos en los ríos más importantes dentro del área de influencia de la L/T.

Estaciones de muestreo	Nombre del cuerpo hídrico	Cultivos adyacentes a estaciones de muestreo	Aceites y Grasas (mg/l)	Coliformes Fecales (termotolerantes) NMP/100ml	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	Turbiedad (UNT)	Sólidos Suspendedos Totales (mg/l)	(*) Parámetros de campo RESULTADOS IN SITU		
									pH (unidades de pH)	Temperatura (°C)	Conductividad Eléctrica (µS/cm)
AG - 01	Río Daule	Arroz	<0,20	220,0	<10,0	<4,75	20,4	18,0	7,39	26,9	148,1
AG - 02	Río Babahoyo	Arroz	<0,20	79,0	<10,0	<4,75	29,1	74,0	7,75	23,4	101,3
AG - 03	Río Chimbo	Banano	<0,20	110,0	<10,0	<4,75	48,0	106,0	7,94	22,8	254,1
AG - 04	Río Cañar	Banano	<0,20	17,0	<10,0	<4,75	10,1	34,0	6,97	25,1	172,9
AG - 05	Río Balao grande	Banano	<0,20	7,8	<10,0	<4,75	<4,0	12,0	7,12	22,3	44,1
AG - 06	Río Jubones	Banano	<0,20	33,0	10,6	<4,75	36,8	66,0	7,39	22,7	116,7
AG - 07	Río San Agustín	Banano	<0,20	130,0	<10,0	<4,75	<4,0	<10,0	7,24	23,3	84,3
AG - 08	Río Zarumilla	Banano y naranjas	<0,20	<1,8	<10,0	<4,75	4,7	<10,0	7,75	25,9	127,6
**Tabla 2: Agua dulce		-	0,3	-	40	20	No Aplica	Máx. incremento de 10% de la condición natural	6,5 - 9	No Aplica	-
***Tabla 3: Riego Agrícola		-	-	1000	-	-	-	-	-	-	-

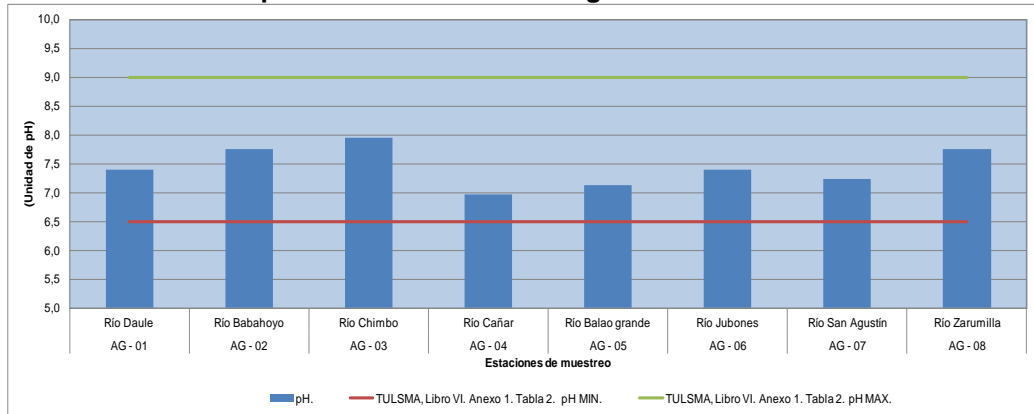
Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

(*) Parámetros de campo in situ.

** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI. Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de calidad: Agua Dulce.

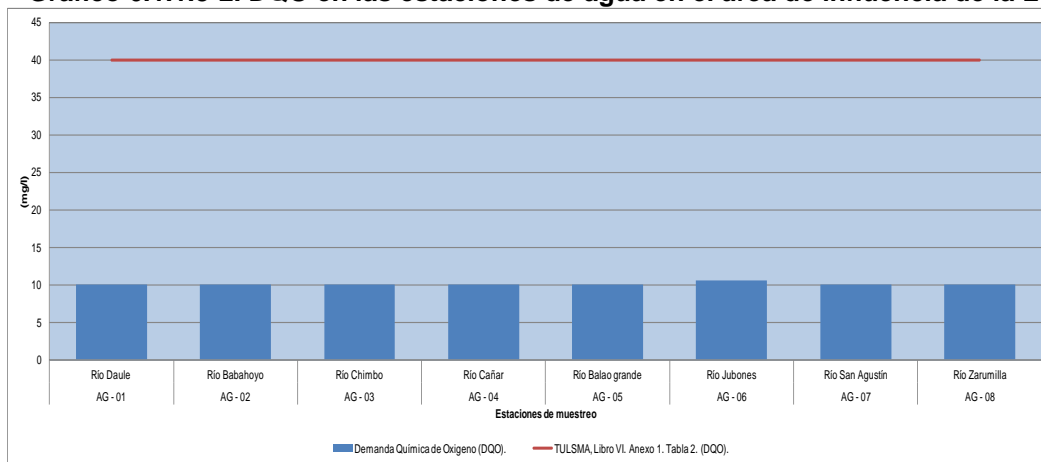
*** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI. Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 3: Criterios de calidad de aguas para Riego Agrícola.

Gráfico 6.1.1.3-1. pH en las estaciones de agua en el área de influencia de la LT.



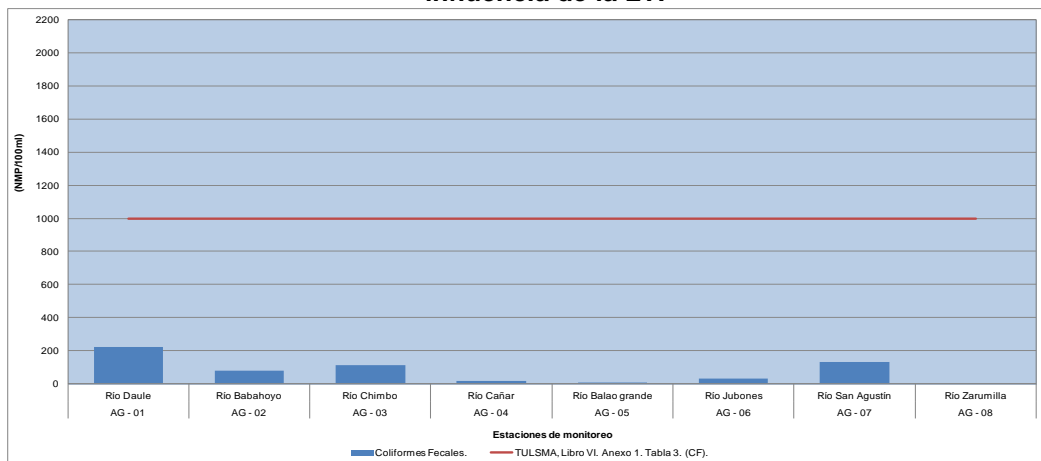
Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

Gráfico 6.1.1.3-2. DQO en las estaciones de agua en el área de influencia de la LT.



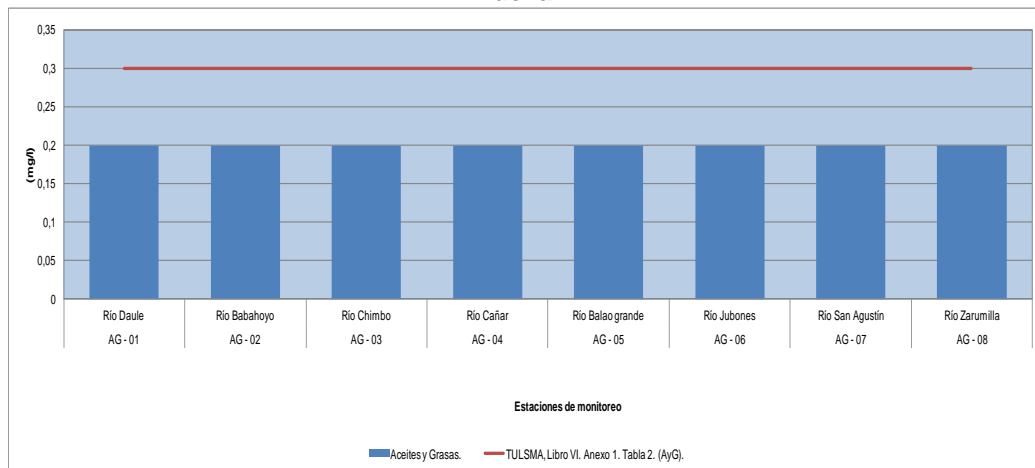
Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

Gráfico 6.1.1.3-3. Coliformes fecales en las estaciones de agua en el área de influencia de la LT.



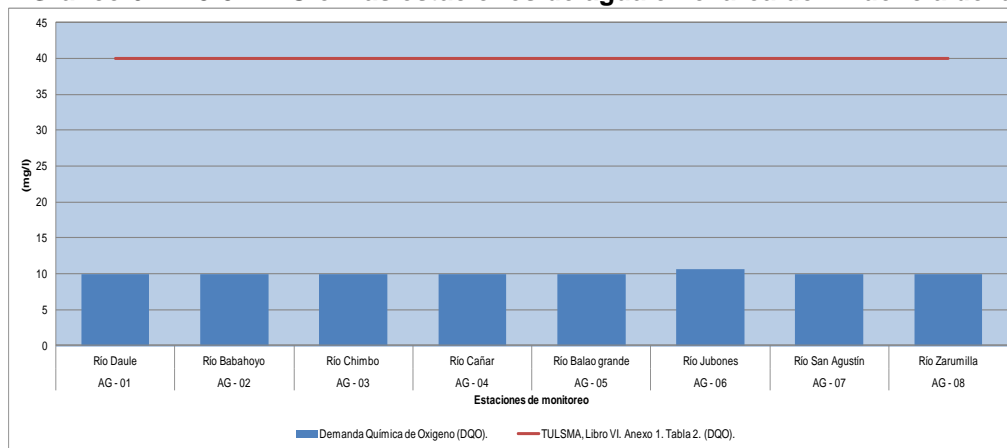
Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

Gráfico 6.1.1.3-4. Aceites y Grasas en las estaciones de agua en el área de influencia de la LT.



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

Gráfico 6.1.1.3-5. DBO en las estaciones de agua en el área de influencia de la LT.



Fuente: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

H. Conclusiones

El número y ubicación de las estaciones de muestreo se determinó teniendo en cuenta a los ríos más representativos por donde la L/T cruza, se consideró los posibles impactos negativos de las estructuras del proyecto, en los principales cuerpos de agua superficial, de los cuales no se han identificado impactos significativos que comprometan el recurso en su cantidad o calidad del recurso. Esto debido a la incompatibilidad de la actividad, con la calidad de agua de los ríos

Debido a las características del proyecto, no se generará afectaciones a las fuentes hídricas. Este proyecto no modifica cuerpos de agua, ni se ubica sobre cauces. Además, el proyecto no generará descargas durante la construcción, operación y cierre. Durante las actividades constructivas se instalarán baterías sanitarias móviles en los frentes de obra, para la S/E Pasaje se instalarán baterías sanitarias móviles en la primera etapa constructiva, posteriormente se utilizará sanitarios construidos e instalará una fosa séptica, utilizada también para la etapa operativa. En el área de la S/E Pasaje no se ubican cursos de agua.

Ningún componente del proyecto se realizará sobre algún curso de agua.

El pH tuvo menor registro en la estación AG-04 con 6,97 unidades de pH, mientras que el mayor fue en la estación AG-03 con 7,94 unidades de pH. En general el pH tuvo una tendencia ligeramente básica con un promedio de 7,44 unidades de pH, con un rango de variación mínima entre las estaciones a lo largo de la L/T.

La temperatura de agua menor fue en la estación AG-05 y AG-07 ambas con 22,3 °C, mientras que la mayor fue la estación AG-04 con 26,9 °C, estas variaciones de temperaturas entre cada estación, probablemente fue por la diferencia de volúmenes de agua que transporta cada río, así como la ubicación geográfica del recorrido de cada río. El promedio de temperatura del agua entre todas las estaciones fue 24,05 °C, la cual es propia de la zona de evaluación.

La conductividad eléctrica tuvo un máximo de 254,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la estación AG-03, mientras que el menor registro fue en AG-05 con 44,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un promedio de 131,14 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los registros de conductividad eléctrica no tuvieron mucha variación entre las estaciones AG-01, AG-02, AG-04, AG-06 y AG-08.

Los coliformes fecales (termotolerantes) tuvieron un máximo en la estación AG-01 con 220 NMP/100ml y un mínimo en la estación AG-08 con <1,8 NMP/100ml esta diferencia de concentraciones se asocia al caudal de agua que recorre cada río evaluado (diluye las concentraciones de este parámetro), así como posible presencia de actividad antrópica, en los alrededores o aguas arriba de las estaciones de muestreo. Las estaciones AG-04, AG-05, AG-06 y AG-08 tuvieron valores con menor variación, mientras que AG-02, AG-03 y AG-07 tuvieron valores con mayor variación.

Los sólidos suspendidos totales mayormente tuvieron concentración de 106 mg/l en la estación AG-03, mientras que las menores concentraciones fueron en las estaciones AG-07 y AG-08 ambas con <0,10 mg/l, la mayor concentración posiblemente sea, debido al arrastre de sólidos a lo largo de su recorrido, desde las partes altas de los ríos. Cabe resaltar que a excepción de la estación AG-03, los valores no tuvieron muchas variaciones.

El DBO5 tuvo concentraciones estables de <4,75 mg/l en todas las estaciones, con lo cual confirma que el consumo de oxígeno fue mínimo durante la degradación de la materia orgánica que pudo haber.

En conclusión, la calidad del agua superficial de todas las estaciones de muestreo, como son los principales ríos en el área de influencia de la L/T, tienen concentraciones dentro de la normativa vigente, para los parámetros analizados. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI. Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de calidad: Agua Dulce. Así como la Tabla 3: Criterios de calidad de aguas para Riego Agrícola. En consecuencia, las aguas de los ríos son aptas para riego, como se evidenció a lo largo de toda la zona circundante a cada estación de muestreo (ríos); siendo el cultivo de banano el sembrío predominante, seguido del arroz y finalmente la naranja. Las aguas de los ríos también son aceptables para las especies propias de los cuerpos de agua dulce.

En Anexo 18, subcarpeta 6.1 LB Física / Anexo 6.1.1, se presenta los resultados de análisis de laboratorio.

6.1.2. Clima

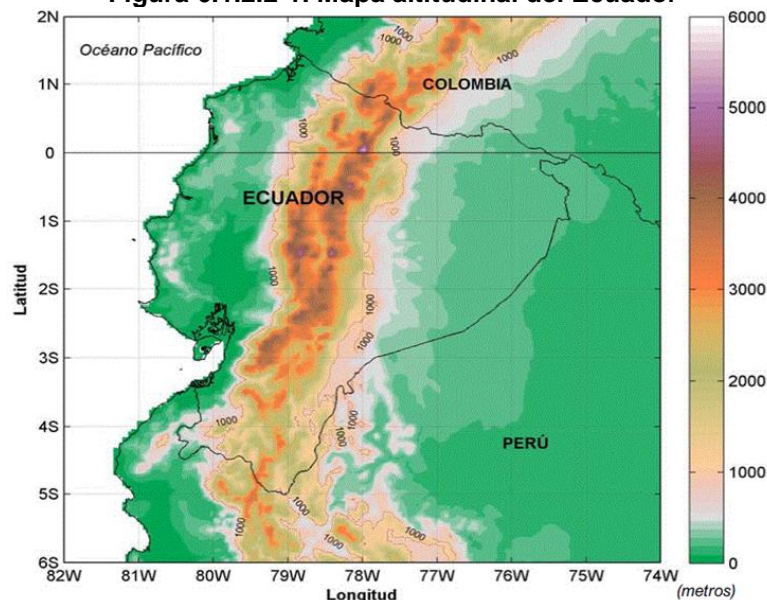
6.1.2.1. Metodología

En primera instancia se analiza los diferentes climas presentes en el recorrido de la línea de transmisión en forma general, por medio de métodos de clasificación climática. Para ello se utilizan dos métodos, el primero es la Clasificación Climática de Thornthwaite (1948) y el segundo es la Clasificación de Köppen (1936). En segunda instancia, los términos de referencia del MAE, se han analizado los principales parámetros e indicadores climáticos y su comportamiento espacial y estacional. Esta caracterización climática fue descrita en base a información registrada de estaciones climatológicas operadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Las estaciones meteorológicas usadas han sido escogidas debido a su cercanía con el área del proyecto y por ser representativas a lo largo de la línea de transmisión. La metodología aplicada ha consistido en una revisión de por lo menos los últimos 10 años de las condiciones meteorológicas. Se ha descrito los siguientes parámetros principales: Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa, Nubosidad, Evapotranspiración Potencial (ETP), Velocidad del viento. El área de estudio está ubicada dentro de la faja ecuatorial (dentro de los 5° de latitud norte y sur), lo que hace que los parámetros meteorológicos a nivel global estén influenciados también por el desplazamiento anual de la zona de convergencia intertropical del Ecuador térmico, lo cual, en general, puede dar origen a una formación de nubes con potencial de generación de lluvias.

6.1.2.2. Clasificación Climática

La región costera de Ecuador comprende desde el perfil costero hasta la altitud 1000 m.s.n.m., conformada por llanuras bajas, cuencas sedimentarias y una cordillera costera de baja altitud. El ancho promedio de la región costera varía entre 20 y 200 km, y en general, presenta un clima cálido y seco al sur y tropical y húmedo al norte del país.

Figura 6.1.2.2-1. Mapa altitudinal del Ecuador



Nota: Las regiones Costa, Sierra y Oriente se ven delimitadas por las curvas de nivel de 1000 m.s.n.m. La topografía, en m.s.n.m. es mostrada por la barra derecha, según NGDC (2006). Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

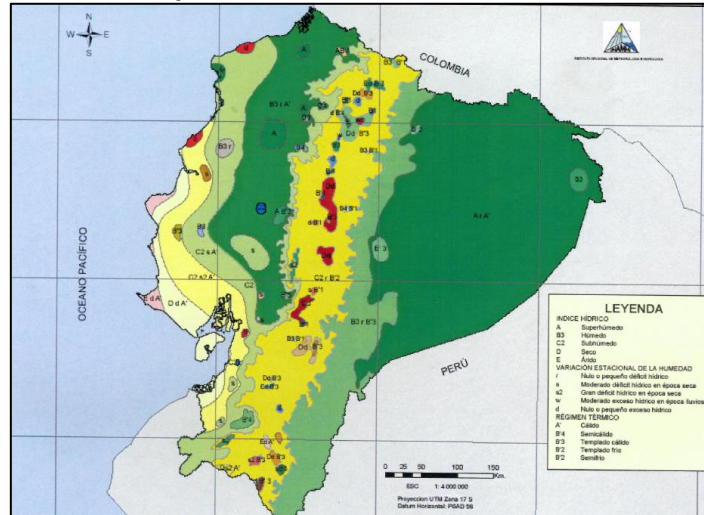
A. Clasificación de Thonthwaite

En el presente acápite se utiliza la clasificación climática de Thornthwaite, la misma que se basa en la evaporación potencial que mide la "eficiencia térmica" del medio analizado, y el índice hídrico que mide la "eficiencia pluvial". En el estudio "Climas del Ecuador" (Rene Moya, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2006) se realizó el balance hídrico regional con una serie de datos tomados de 140 estaciones donde 55 corresponden a la zona del litoral, 69 estaciones a la zona interandina y 16 a la zona oriental. El estudio en mención logró obtener homogeneidad de información en el 70% de estaciones consideradas con una serie de treinta (30) años o más de registros. El 30% restante de estaciones presentan una serie menor, pero en ningún caso menor de diez (10) años. De acuerdo a consideraciones de la Organización Meteorológica Mundial ("Guía de prácticas hidrológicas Volumen I Hidrología – De la medición a la información hidrológica" OMM-N° 168, 2011) un período de datos típicamente necesario para obtener una estimación fiable de precipitaciones es de 30 años, con lo cual, se considera que la caracterización presentada del estudio Climas del Ecuador; la cual ha sido generada con data de 30 a más años en el 70% de estaciones consideradas; cumple los objetivos del presente estudio Bajo estas consideraciones se establecieron tres parámetros que clasifican el clima en Ecuador:

- Índice Hídrico:
 - A (Superhúmedo)
 - B3 (Húmedo)
 - C2 (Subhúmedo)
 - D (Seco)
 - E (Árido)
- Variación Estacional de la Humedad:
 - r (Nulo o pequeño déficit hídrico)
 - s (Moderado déficit hídrico en época seca)
 - s2 (Gran déficit hídrico en época seca)
 - w (Moderado exceso hídrico en época lluviosa)
 - d (Nulo o pequeño exceso hídrico)
- Régimen Térmico
 - A' (Cálido)
 - B'4 (Semicálido)
 - B'3 (Templado cálido)
 - B'2 (Templado frío)
 - B'1 (Semifrío)

En la siguiente figura se muestran los resultados, dando lugar al Mapa Climático de Ecuador, elaborado por el INAMHI (2006).

Figura 6.1.2.2-2. Mapa de Clasificación Climática del Ecuador – Thonhwaite



Fuente: Climas del Ecuador (2006) – INAMHI.

Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

De acuerdo con los resultados del estudio de la referencia, se ha establecido la siguiente clasificación de climas del litoral de Ecuador, tal como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 6.1.2.2-1. Clasificación Climática región Litoral - INAMHI

Climas húmedos	Climas subhúmedos	Climas secos
A r A'	C2 d A'	D d A'
A r B'3	C2 r A'	E d A'
B3 r A'	C2 s A'	
B3 r B'3	C2 s2 A'	
B3 s A'	C2 s2 B'3	
	C2 w A'	

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL, 2017.

En la siguiente figura se muestra el trazado de la L/T, superpuesto en la Mapa de Clasificación Climática de Ecuador.

Cuadro 6.1.2.2-3. Clasificación climática de KÖPPEN (1936) – Grupos de climas

A	Climas lluviosos tropicales	El mes más frío tiene una temperatura superior a los 18 °C
B	Climas secos	La evaporación excede las precipitaciones. Siempre hay déficit hídrico
C	Climas templados y húmedos	Temperatura media del mes más frío es menor a 18 °C y superior a -3 °C, y al menos un mes la temperatura media superior a 10 °C
D	Climas boreales o de nieve y bosque	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3 °C, y la del mes más cálido superior a 10 °C
E	Climas polares o de nieve	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C y superior a 0 °C
F	Climas de hielos perpetuos	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C
H	Climas de altura	Característica de la alta montaña

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.2-4. Clasificación climática de KÖPPEN (1936) - Subgrupos de climas

S	Semiárido (estepa)	Solo para climas tipo B
W	Árido (desértico)	Solo para climas tipo B
f	Húmedo sin estación seca	Solo para climas tipo A, C y D
m	Húmedo con una corta estación seca	Solo para climas tipo A
w	Estación seca en invierno	Solo en posición baja
s	Estación seca en verano	Solo en posición alta

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL

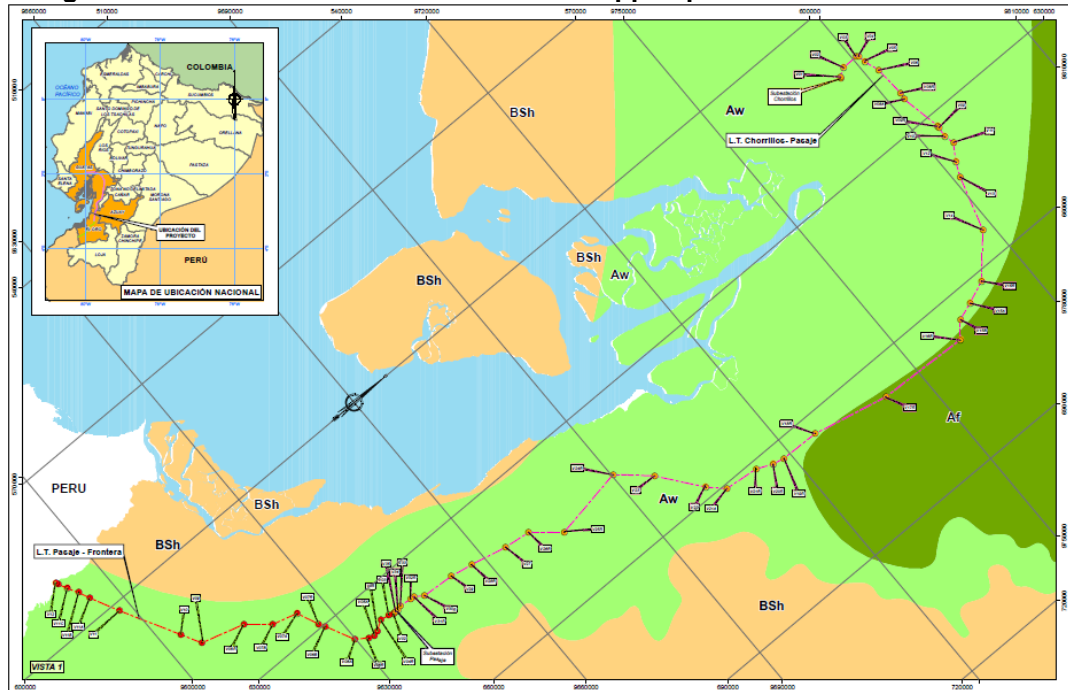
Cuadro 6.1.2.2-5. Clasificación climática de KÖPPEN (1936) – Subgrupos de climas

a	La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C	Se aplica a los tipos C y D
b	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 22 °C	Se aplica a los tipos C y D
c	La temperatura media del mes más frío es inferior a -38°C	Se aplica a los tipos D
h	La temperatura media anual es superior a 18 °C	Se aplica a los tipos B
k	La temperatura media anual es inferior a 18 °C	Se aplica a los tipos B

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL

Con la información disponible se ha elaborado el mapa de clima según Köppen, el cual se muestra a continuación y se incluye en el Anexo Mapas.

Figura 6.1.2.2-4. Clasificación climática de Köppen para la Línea de Transmisión



Fuente: Clasificación climática de Köppen
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

De acuerdo con la figura anterior se ha realizado el siguiente cuadro con los climas que atraviesa la L/T.

Cuadro 6.1.2.2-6. Clasificación climática en la zona de la L/T

Clasificación Climática	Descripción
Aw	Clima lluvioso tropical, húmedo sin estación seca
Af	Clima lluvioso tropical, estación seca en invierno

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL 2017.

De acuerdo con la clasificación Köppen el proyecto se emplazan en la zona de clima lluvioso tropical, húmedo sin estación seca (Aw) en el 85% del trazo.

6.1.2.3. Parámetros climáticos de interés

Para el desarrollo del presente acápite se realizó lo siguiente:

- Revisión de atlas pluviométricos del Ecuador.
- Base de datos del SENAGUA (240 estaciones para la generación de mapas temáticos)
- Se seleccionó estaciones puntuales con fines verificación de información.

Para el análisis de los parámetros climáticos se ha recurrido a dos fuentes adicionales principales: por un lado, el *Atlas Pluviométrico del Ecuador*, preparado por la UNESCO, Programa Hidrológico Internacional, PHI-LAC, Documento Técnico N° 21, del 2010; y por otro lado a la información de la red de estaciones meteorológicas y pluviométricas administradas por el INAMHI.

Se han considerado estaciones ubicadas en las cercanías al trazo de la línea de transmisión en las partes, norte, central y sur del proyecto, y que son representativas de los principales tipos de clima del proyecto según la clasificación Thornthwaite. A

continuación, se presentan las estaciones operadas por el INAMHI que han sido utilizadas en el presente análisis.

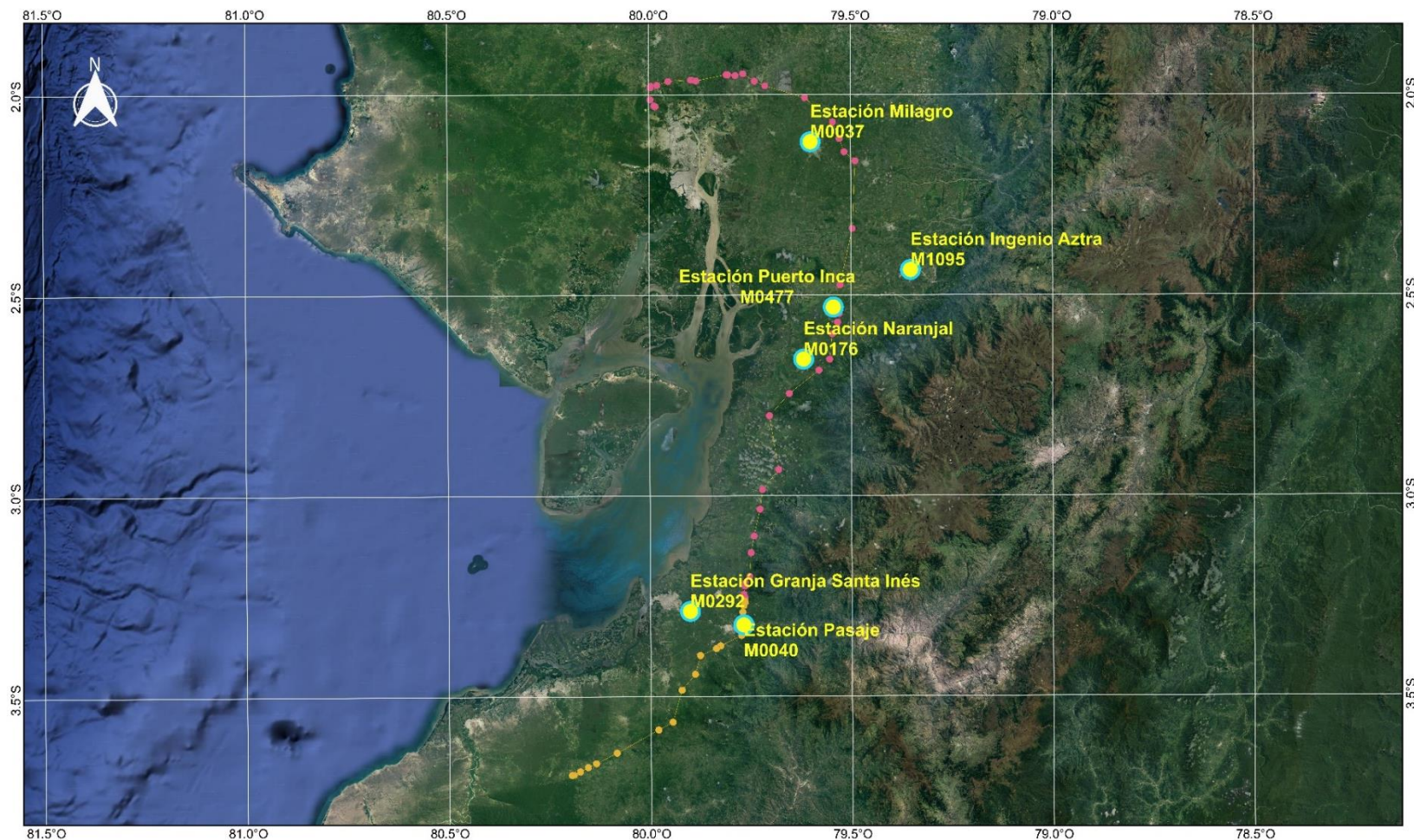
Cuadro 6.1.2.3-1. Estaciones analizadas operadas por el INAMHI

Código	Nombre	UTM WGS 84 Zona 17S		Altitud (msnm)	Provincia	Tipo	Clima según Thornthwaite
		Long. Sur	Lat. Este				
M0037	Milagro	79°36'	2°07'05"	13	Guayas	Agrometeorológico	C2SA'
M0040	Pasaje	79°46'	3°19'19"	40	El Oro	Pluviométrica	C2SA'
M0176	Naranjal	79°37'	2°39'36"	50	Guayas	Climatológica	C2dA'
M0292	Granja Santa Inés	79° 54' 05"	3° 17' 16"	5	El Oro	Climatológica Ordinaria	DdA'
M0477	Puerto Inca	79°32'	2°31'49"	50	Guayas	Pluviométrica	C2SA'
M1095	Ingenio Aztra	79°21' 8.28"	2°26'14 .63"	5	Guayas	Climatológica Ordinaria	B3rA'

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Para los casos en los cuales la información del INAMHI de los distintos parámetros se presenta incompleta, se ha utilizado el software HEC-4 (Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corp of Engineers, 1994) para la restitución de datos faltantes. Cabe señalar que el HEC-4 es un modelo estocástico para el análisis mensual de datos que calcula los parámetros estadísticos de la información de las estaciones de medición y generar series sintéticas mediante correlación múltiple y autocorrelación, y de esta manera completa y extiende series de información. En el Anexo – Data Meteorológica se presentan las series completadas y extendidas de la información climatológica analizada.

Figura 6.1.2.3-1. Estaciones del INAMHI consideradas en el análisis de parámetros Climatológicos



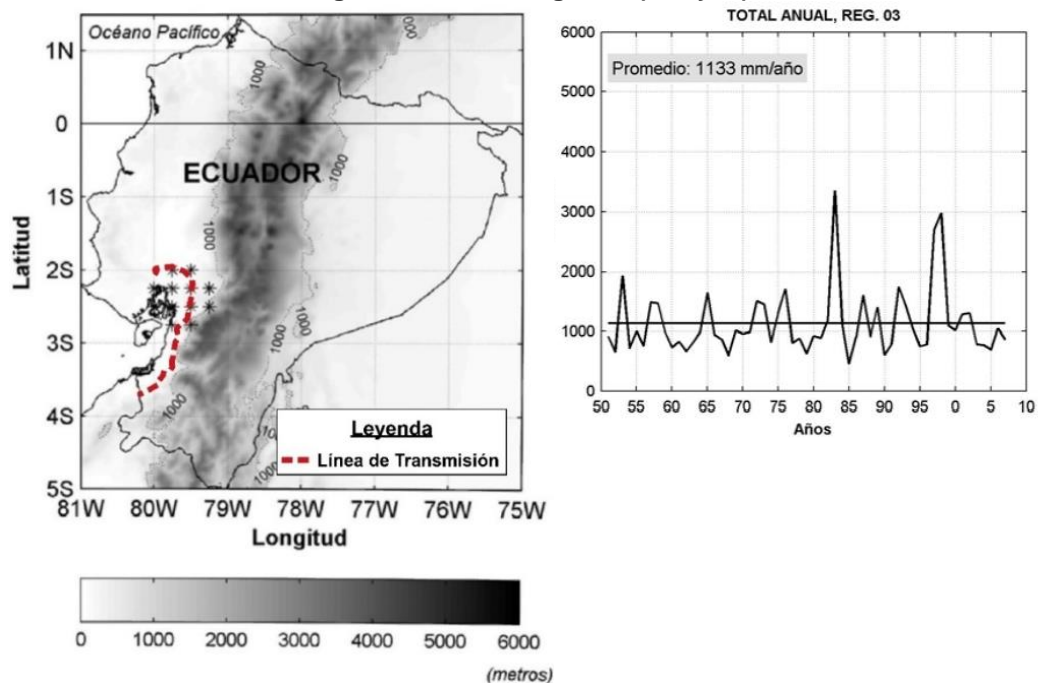
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.
Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

A. Precipitación

El *Atlas pluviométrico del Ecuador* ha desarrollado una regionalización sobre la base de 106 registros pluviométricos distribuidos en todo el país, y una caracterización pluviométrica basada en una división por regiones.

Para la región norte y central de la Línea de Transmisión, abarcando aproximadamente el 50% del trazo, se tiene un periodo de información de 57 años (período 1951-2007), y una precipitación media interanual de 1330 mm. En la Figura 6.1.2.3-1 Región 3 (Guayas) la ubicación de los puntos de grilla corresponde a la región indicada, la cual es marcada con símbolos de asteriscos, mostrándose, además, la ubicación de la LT. Se muestra así mismo, el registro anual de la precipitación, y en una barra horizontal la precipitación anual media en la región. Se observa que durante el periodo de análisis se han presentado precipitaciones anuales mínimas del orden de 450 mm, y máximas entre 3000 a 3200 mm (en los años de Fenómeno del Niño Extremos, 1982-83, 1997-98).

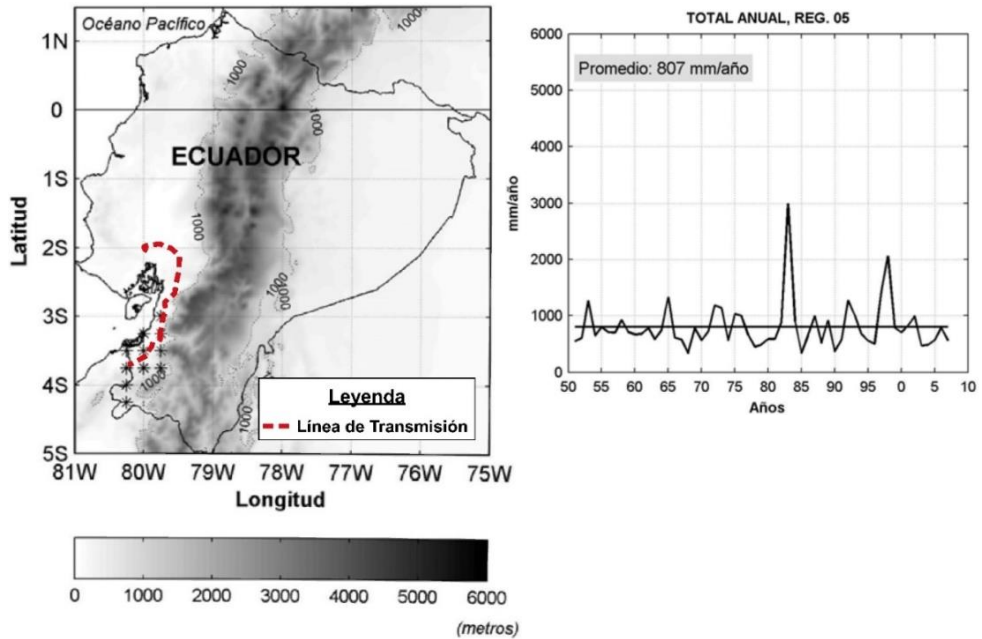
Figura 6.1.2.3-2. Región 3 (Guayas)



Fuente: *Atlas pluviométrico del Ecuador*
Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

Para sector central y sur del área de estudio, abarcando aproximadamente el 40% del trazo, se tiene información de 57 años (período 1951-2007) y una precipitación anual media de 807 mm, significativamente menor que las regiones central y norte del área de estudio. Se puede apreciar un descenso del 28,8 %, entre la región 3 ubicada al norte de la L/T y la región 5 ubicada al sur. En la Figura 6.1.2.3-2 Región 5 (El Oro), la ubicación de los puntos de grilla corresponde a la región indicada, la cual es marcada con símbolos de asteriscos, mostrándose, además, la ubicación de la L.T. Se muestra así mismo, el registro anual de la precipitación, y en una barra horizontal la precipitación anual media en la región. Se observa que durante el periodo de análisis se han presentado precipitaciones anuales mínimas del orden de 300 mm, y máximos entre 2000 a 3000 mm (en los años de Fenómeno del Niño Extremos, 1982-83, 1997-98).

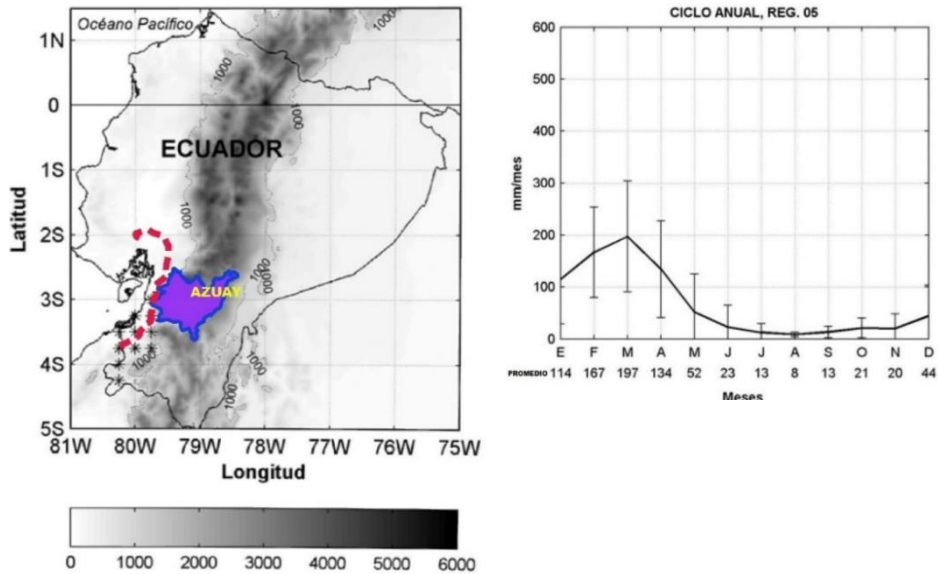
Figura 6.1.2.3-3. Región 5 (El Oro)



Fuente: Atlas pluviométrico del Ecuador
Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

Con la finalidad de analizar específicamente el comportamiento pluviométrico a nivel anual en la Región de Azuay, en la Figura 6.1.2.3-4. se muestran los límites de dicha Región y la porción del área de influencia ambiental que se encuentra en las cercanías de la provincia de Azuay, la misma que corresponde a lo descrito en la Región 05. Presenta una precipitación anual media de 807 mm/año. La distribución de la precipitación es claramente estacional, con valores máximos en marzo con 197 mm, y mínimos en agosto con 8 mm.

Figura 6.1.2.3-4. Precipitación en la región Azuay



Fuente: Atlas pluviométrico del Ecuador
Solo para fines de visualización se presenta la presente imagen de referencia.

Estaciones puntuales de verificación

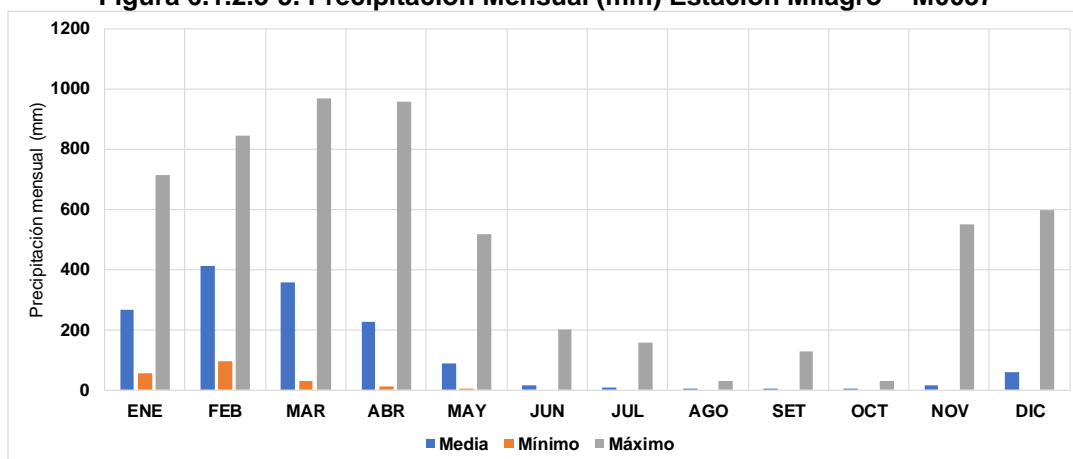
Por otro lado, con el objetivo de corroborar y actualizar la información del Atlas pluviométrico del Ecuador, se analizó información de estaciones operadas por el INAMHI y ubicadas en las cercanías del trazo y representativas de los sectores Norte, Central y Sur. Se consideraron las estaciones Milagro (M0037), Pasaje (M0040), Naranjal (M0176), y Puerto Inca (M0477). Mediante el software estadístico HEC-4 se completó y extendió la información para el periodo 1986 – 2019. En la estación Milagro se tiene un comportamiento de la precipitación claramente estacional, con valores medios mensuales mayores entre los meses de enero a abril, meses de estiaje, entre julio y octubre, y meses de transición entre épocas húmeda y seca en los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre. El mes con mayor precipitación media es febrero con 412,9 mm, mientras que el mes más seco es agosto con una media de 1,4 mm. La precipitación media anual es de 1456,4 mm. Esta estación es representativa de la zona norte del área de estudio.

Cuadro 6.1.2.3-2. Precipitación Mensual (mm) Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	264,9	412,9	359,2	225,9	86,8	15,0	7,3	1,4	4,5	2,7	17,4	58,4	1456,4
Mín.	56,3	97,5	29,8	10,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	786,5
Máx.	712,7	846,0	966,4	957,3	517,8	200,5	156,3	31,7	127,1	30,5	551,2	595,5	4130,4

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-5. Precipitación Mensual (mm) Estación Milagro – M0037



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

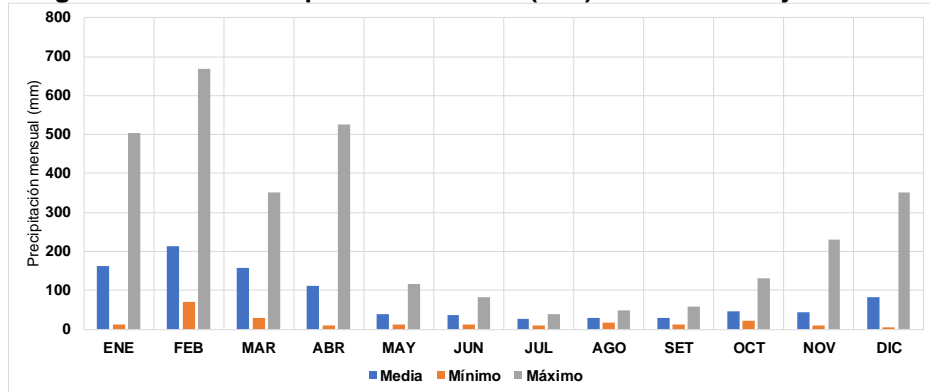
En la estación Pasaje se tiene un comportamiento de la precipitación claramente estacional, siendo los meses húmedos de enero a abril, los meses de estiaje, entre julio y octubre, y los meses de transición entre épocas húmeda y seca, mayo, junio, noviembre y diciembre. El mes con mayor precipitación media es febrero con 213,7 mm, mientras que el mes más seco es julio con una media de 26,7 mm. La precipitación media anual es de 981,0 mm. Esta estación es representativa de la zona sur del área de estudio.

Cuadro 6.1.2.3-3. Precipitación Mensual (mm) Estación Pasaje – M0040

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	163,7	213,7	158,6	112,0	40,0	35,6	26,7	30,4	29,8	45,2	43,3	82,1	981,0
Mín.	12,0	71,0	29,1	10,3	11,9	12,9	9,9	16,0	12,0	21,0	9,2	5,2	492,0
Máx.	504,1	669,0	351,8	525,0	116,0	81,9	39,1	49,8	59,3	131,9	230,5	352,0	1767,6

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-6. Precipitación Mensual (mm) Estación Pasaje – M0040



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

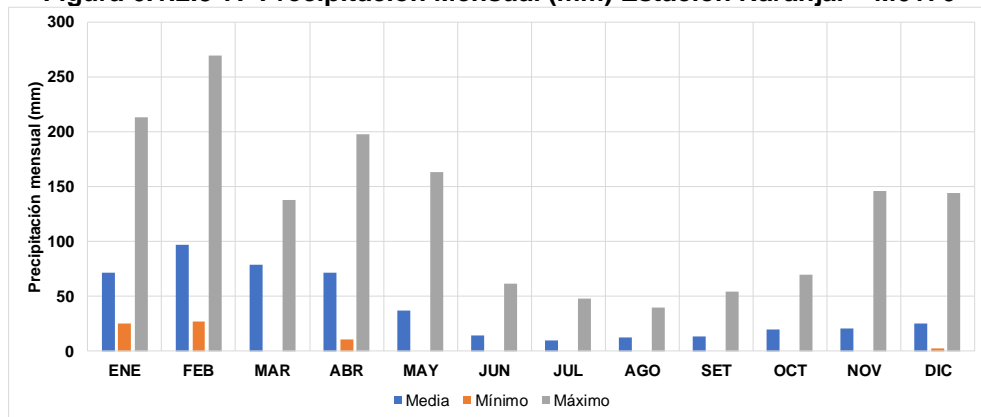
En la estación Naranjal se tiene un comportamiento de la precipitación marcadamente estacional, siendo los meses de mayor precipitación en el periodo de enero a abril, los meses de estiaje, entre julio y octubre, y los meses de transición entre épocas húmeda y seca, mayo, junio, noviembre y diciembre. El mes con mayor precipitación media es febrero con 97,1 mm, mientras que el mes más seco es julio con una media de 9,8 mm. La precipitación media anual es de 472,0 mm. Esta estación es representativa de la zona costera central del área de estudio.

Cuadro 6.1.2.3-4. Precipitación Mensual (mm) Estación Naranjal – M0176

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	71,2	97,1	78,7	71,9	40,3	14,0	9,8	12,2	13,9	20,0	20,7	25,2	472,0
Mín.	25,0	26,8	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	228,4
Máx.	213,0	269,4	137,8	197,8	163,0	61,6	48,3	39,7	54,5	69,5	145,7	144,5	925,9

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-7. Precipitación Mensual (mm) Estación Naranjal – M0176



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

En la estación Puerto Inca se tiene también un comportamiento de la precipitación marcadamente estacional, siendo los meses de mayor precipitación en el periodo de enero a abril, los meses de estiaje, entre julio y octubre, y los meses de transición entre épocas húmeda y seca, mayo, junio, noviembre y diciembre. El mes con mayor precipitación media es marzo con 357,5 mm, mientras que el mes más seco es agosto con una media de 9,7 mm. La precipitación media anual es de 1390,2 mm. Esta estación es representativa de la zona norte del área de estudio y presenta valores de precipitación anuales similares a la estación Milagro, ubicada al norte de Puerto Inca.

En el mapa anterior se aprecia que las precipitaciones anuales están comprendidas entre 500 y 800 mm en el tramo sur; y en el tramo norte de la L/T, las precipitaciones están comprendidas entre 1000 y 1800 mm anuales. En el Anexo Mapas, se adjunta el plano CSL-165600-1-HI-06 Mapa de Precipitaciones.

B. Temperatura

El parámetro temperatura media del aire se ha analizado con base en la información de las estaciones Milagro (M0037), Naranjal (M0176), Santa Inés (M0292), Ingenio Aztra (M1095). A continuación, se presenta el resumen de la información, la series completas, reconstruidas y extendidas se presentan en el Anexo – Data Meteorológica.

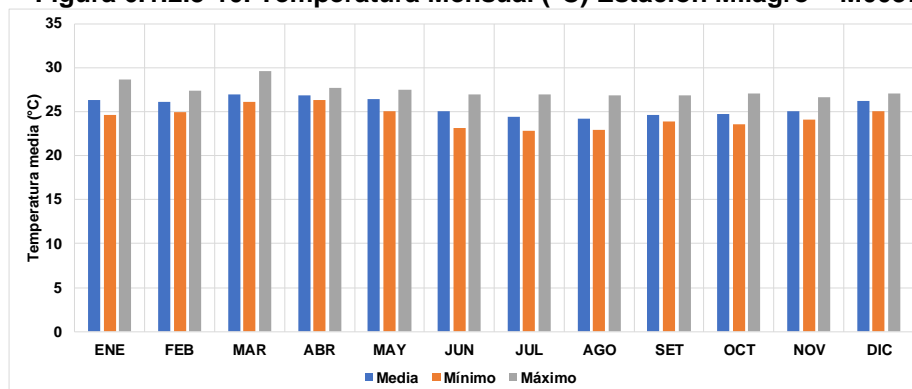
La distribución de la temperatura media mensual en la estación Milagro muestra un ligero comportamiento temporal, con valores mayores durante los meses con mayores precipitaciones, entre diciembre y abril, siendo los meses entre mayo y noviembre los que presentan menores valores medios, coincidiendo con la no ocurrencia de precipitaciones. El mes más cálido es marzo con 27,0 °C, y el de menor media mensual, agosto con 24,2 °C. La temperatura media anual en esta estación ubicada al norte de la zona de estudio es de 25,6 °C.

Cuadro 6.1.2.3-6. Temperatura Mensual (°C) Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	26,4	26,2	27,0	26,9	26,4	25,1	24,4	24,2	24,6	24,7	25,1	26,2	25,6
Mín.	24,6	24,9	26,1	26,3	25,1	23,1	22,8	22,9	23,9	23,6	24,1	25,1	24,8
Máx.	28,7	27,4	29,6	27,7	27,5	27,0	27,0	26,8	26,9	27,1	26,6	27,1	26,7

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-10. Temperatura Mensual (°C) Estación Milagro – M0037



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

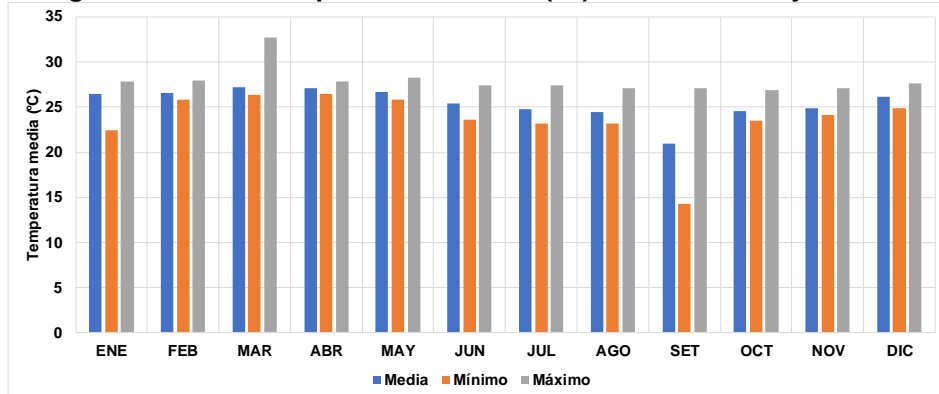
La distribución de la temperatura media mensual en la estación Naranjal muestra un ligero comportamiento temporal, con valores mayores durante los meses con mayores precipitaciones, entre diciembre y abril, siendo los meses entre mayo y noviembre los que presentan menores valores medios, coincidiendo con la no ocurrencia de precipitaciones. El mes más cálido es marzo con 27,2 °C, y el de menor media mensual, setiembre con una media de 21,0 °C. La temperatura media anual en esta estación ubicada en la zona central del área de estudio es de 25,4 °C. Se han observado valores medios mensuales máximos de hasta 32,7 °C.

Cuadro 6.1.2.3-7. Temperatura Mensual (°C) Estación Naranjal – M0176

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	26,5	26,6	27,2	27,1	26,7	25,4	24,8	24,4	21,0	24,6	24,8	26,2	25,4
Mín.	22,5	25,8	26,4	26,5	25,8	23,6	23,2	23,2	14,3	23,5	24,1	24,9	24,6
Máx.	27,9	28,0	32,7	27,9	28,3	27,4	27,4	27,1	27,1	26,9	27,1	27,6	27,2

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-11 Temperatura Mensual (°C) Estación Naranjal – M0176



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

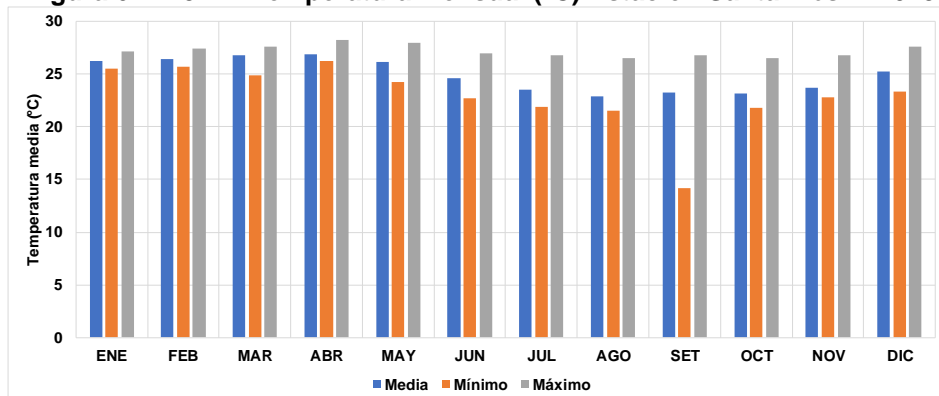
La distribución de la temperatura media mensual en la estación Santa Inés; ubicada en el sector sur del área de interés; muestra un comportamiento temporal, con valores mayores durante los meses con mayores precipitaciones, entre diciembre y abril, siendo los meses entre mayo y noviembre los que presentan menores valores medios, coincidiendo con la no ocurrencia de precipitaciones. El mes más cálido es abril con 26,9 °C, y el de menor media mensual, agosto con una media de 22,9 °C. La temperatura media anual en esta estación ubicada en la zona sur es de 24,9 °C. Se han observado valores medios mensuales máximos de hasta 28,3 °C. Se observa que en general, la zona sur del área de estudio presenta menor temperatura media anual que la zona norte.

Cuadro 6.1.2.3-8. Temperatura Mensual (°C) Estación Santa Inés – M0292

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	26,2	26,5	26,8	26,9	26,1	24,6	23,5	22,9	23,2	23,2	23,8	25,2	24,9
Mín.	25,5	25,7	24,9	26,3	24,3	22,7	21,9	21,5	14,2	21,8	22,8	23,4	23,9
Máx.	27,2	27,4	27,6	28,3	28,0	27,0	26,8	26,5	26,8	26,5	26,8	27,6	26,8

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-12. Temperatura Mensual (°C) Estación Santa Inés – M0292



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

La distribución de la temperatura media mensual en la estación Ingenio Aztra; ubicada en el sector norte del área de interés; muestra un comportamiento estacional, con valores mayores durante los meses con mayores precipitaciones, entre diciembre y abril, siendo los meses entre mayo y noviembre los que presentan menores valores medios, coincidiendo con la no ocurrencia de precipitaciones. El mes más cálido es marzo con 26,8 °C, y el de menor media mensual, julio con una media de 24,4 °C. La temperatura media

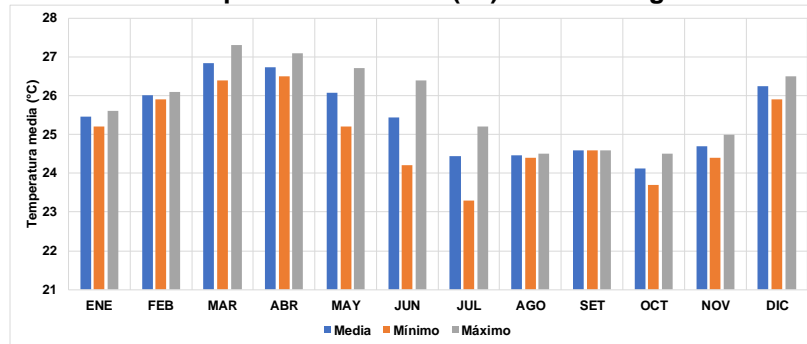
anual en esta estación ubicada en la zona sur es de 25,4 °C. Se han observado valores medios mensuales máximos de hasta 27,3 °C. Se observa que en general, la zona norte del área de estudio presenta mayor temperatura media anual que la zona sur, lo que se explica por su cercanía a la línea ecuatorial.

Cuadro 6.1.2.3-9. Temperatura Mensual (°C) Estación Ingenio Aztra – M1095

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	25,5	26,0	26,8	26,7	26,1	25,4	24,4	24,5	24,6	24,1	24,7	26,2	25,4
Mín.	25,2	25,9	26,4	26,5	25,2	24,2	23,3	24,4	24,6	23,7	24,4	25,9	25,1
Máx.	25,6	26,1	27,3	27,1	26,7	26,4	25,2	24,5	24,6	24,5	25,0	26,5	25,7

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

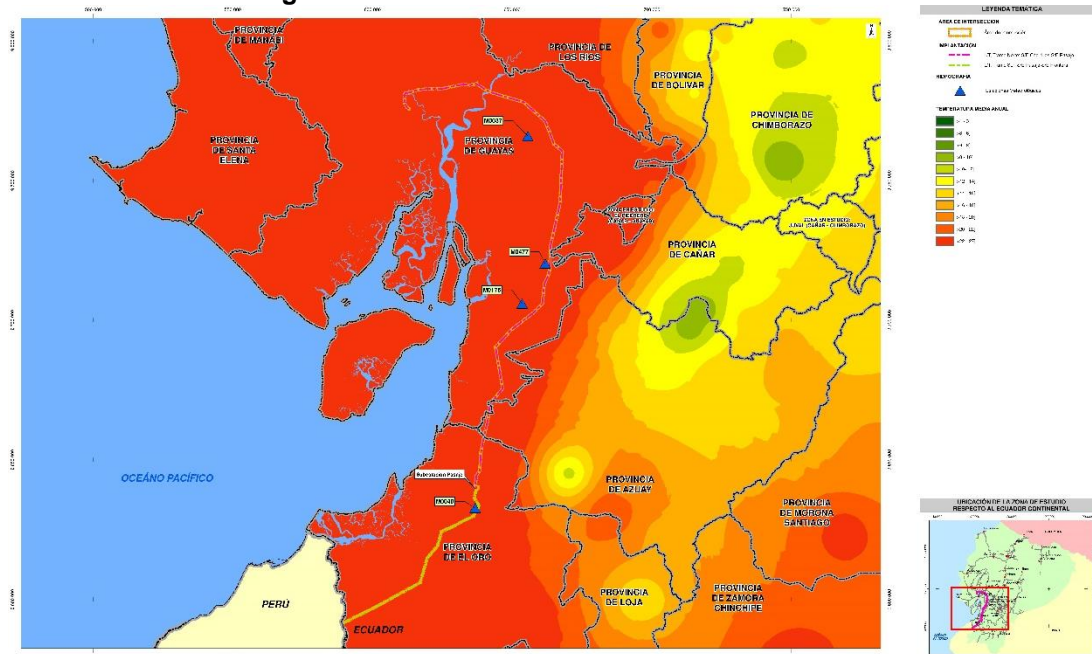
Figura 6.1.2.3-13. Temperatura Mensual (°C) Estación Ingenio Aztra – M1095



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Por otro lado, con base en la información administrada por el INAMHI y publicada por SENAGUA (238 estaciones) se elaboró un mapa de Isotermas con la serie histórica desde 1981 hasta el 2010. Se muestra dicho mapa en la siguiente figura.

Figura 6.1.2.3-14. Isotermas anuales en Ecuador



Fuente: Elaborado por Consorcio CESEL-CTOTAL con base en información de SENAGUA, 2020. <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/>. INAMHI de Ecuador

En el mapa anterior se aprecia que las temperaturas medias anuales a lo largo de toda la extensión de la L/T se ubica en el rango de 22 – 25°C. En el Anexo Mapas, se adjunta el plano CSL-165600-1-HI-07: Mapa de Temperaturas.

C. Humedad Relativa

El parámetro humedad relativa del aire se ha analizado con base en la información de las estaciones Milagro (M0037), Naranjal (M0176), Santa Inés (M0292), Ingenio Aztra (M1095). A continuación, se presenta el resumen de la información, la series completas, reconstruidas y extendidas se presentan en el Anexo 18 / Anexo 6.1 LB Física / 6.1.2 Data Meteorológica.

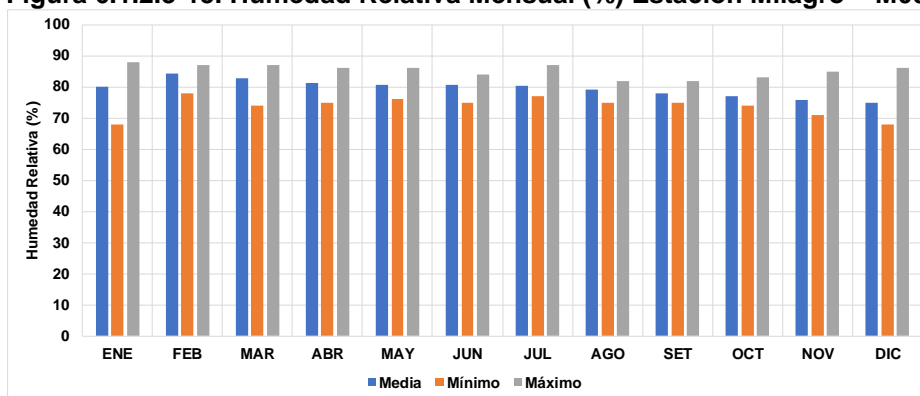
Del análisis de las estaciones consideradas se observa que la humedad relativa no presenta un patrón de variación estacional, aunque con cierta tendencia a presentar valores mayores en los meses con presencia de precipitaciones y en las zonas más cercanas a las costas. En general, el sector central del trazo presenta mayores valores de humedad relativa por su cercanía a la zona costera.

Cuadro 6.1.2.3-10. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	80,0	84,2	82,6	81,3	80,7	80,8	80,4	79,2	77,8	77,1	75,9	74,9	79,6
Mín.	68,0	78,0	74,0	75,0	76,0	75,0	77,0	75,0	75,0	74,0	71,0	68,0	76,8
Máx.	88,0	87,0	87,0	86,0	86,0	84,0	87,0	82,0	82,0	83,0	85,0	86,0	82,7

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-15. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Milagro – M0037



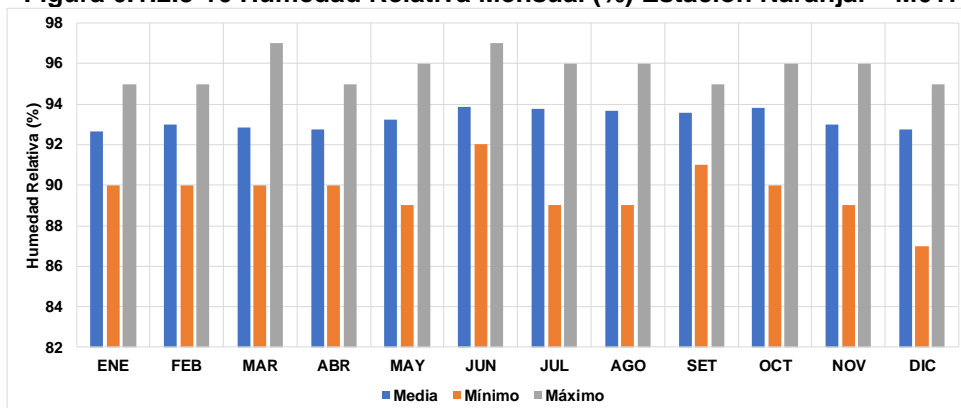
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-11. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Naranjal – M0176

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	92,6	93,0	92,8	92,8	93,2	93,9	93,8	93,6	93,6	93,8	93,0	92,7	93,2
Mín.	90,0	90,0	90,0	90,0	89,0	92,0	89,0	89,0	91,0	90,0	89,0	87,0	90,9
Máx.	95,0	95,0	97,0	95,0	96,0	97,0	96,0	96,0	95,0	96,0	96,0	95,0	95,2

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-16 Humedad Relativa Mensual (%) Estación Naranjal – M0176



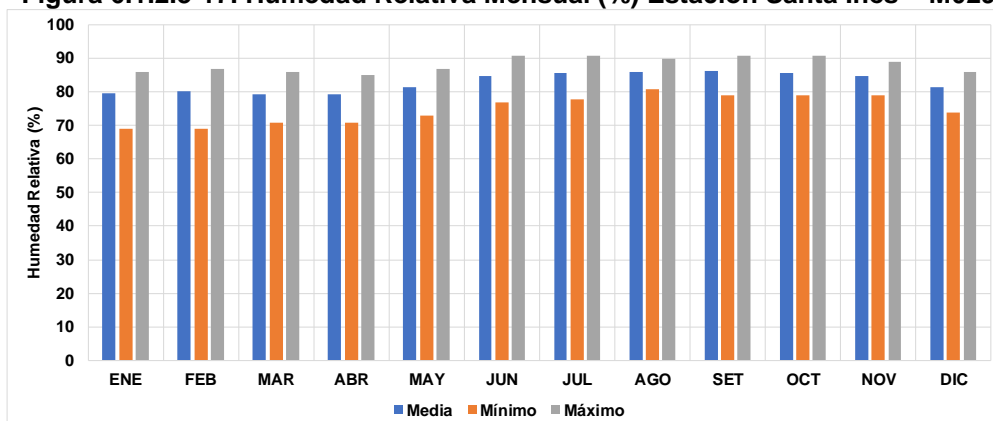
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-12. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Santa Inés – M0292

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	79,8	80,2	79,5	79,3	81,5	84,9	85,7	86,1	86,3	85,7	84,9	81,5	82,9
Mín.	69,0	69,0	71,0	71,0	73,0	77,0	78,0	81,0	79,0	79,0	79,0	74,0	75,9
Máx.	86,0	87,0	86,0	85,0	87,0	91,0	91,0	90,0	91,0	91,0	89,0	86,0	87,3

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-17. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Santa Inés – M0292



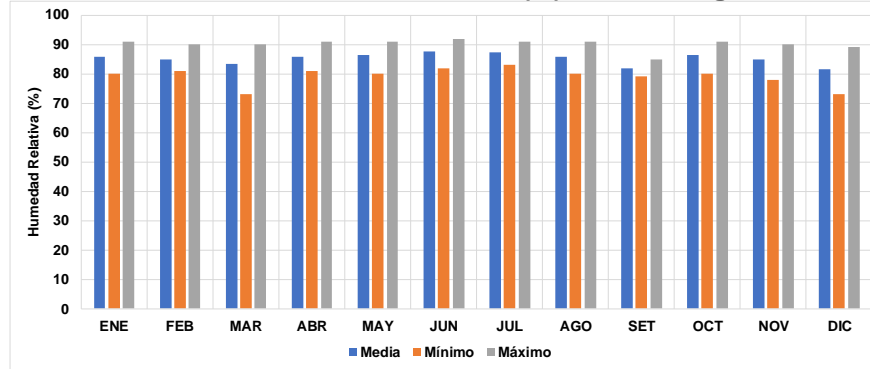
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-13. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Ingenio Aztra – M1095

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	85,7	85,0	83,3	85,7	86,3	87,7	87,3	85,7	82,0	86,3	85,0	81,7	85,1
Mín.	80,0	81,0	73,0	81,0	80,0	82,0	83,0	80,0	79,0	80,0	78,0	73,0	79,2
Máx.	91,0	90,0	90,0	91,0	91,0	92,0	91,0	91,0	85,0	91,0	90,0	89,0	89,9

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-18. Humedad Relativa Mensual (%) Estación Ingenio Aztra – M1095



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

D. Evaporación

El parámetro evaporación se ha analizado con base en la información de las estaciones Milagro (M0037), Santa Inés (M0292), e Ingenio Aztra (M1095). A continuación, se presenta el resumen de la información, la series completas, reconstruidas y extendidas se presentan en el Anexo – Data Meteorológica.

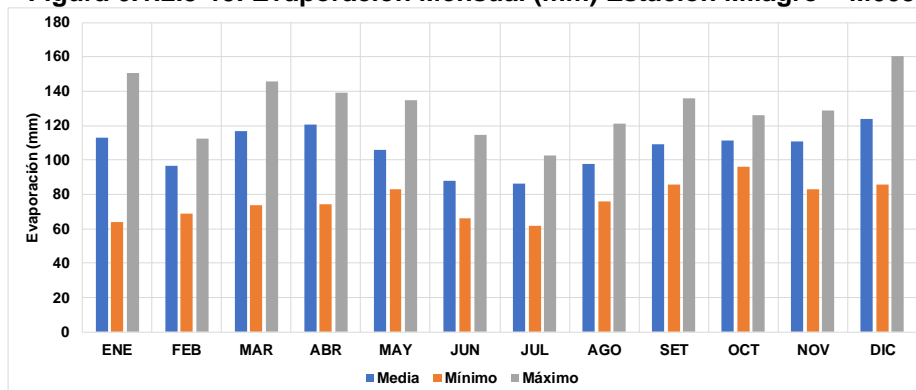
En el área de estudio se observa un comportamiento marcadamente estacional de la evaporación potencial, siendo que en los meses lluviosos se presentan los valores mayores, entre enero y abril, mientras que los meses secos, la evaporación potencial se ve reducida. En forma espacial, se observa que el sector norte del trazo de la línea de transmisión presenta valores mayores de evaporación potencial anual, lo cual se ve reflejado en el promedio anual de 1280 mm de la estación Milagro, en comparación con el promedio anual de la estación Santa Inés, ubicada al sur, la cual alcanza un valor de 1121,2 mm. Esta diferencia se explica debido a que la zona norte presenta valores anuales mayores en los parámetros que favorecen la evaporación, temperatura y humedad relativa. Los valores de la estación Ingenio Aztra, sólo se consideran referenciales debido a lo corto de su serie.

Cuadro 6.1.2.3-14. Evaporación Mensual (mm) Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	113,2	96,6	116,7	120,8	105,8	87,7	86,5	97,5	109,0	111,2	111,1	124,2	1280,0
Mín.	64,0	69,1	73,8	74,5	83,0	66,4	62,0	76,1	85,6	96,2	83,0	85,9	1118,9
Máx.	150,6	112,5	145,6	139,4	135,0	114,8	102,4	121,2	136,0	126,0	129,0	160,2	1450,4

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-19. Evaporación Mensual (mm) Estación Milagro – M0037



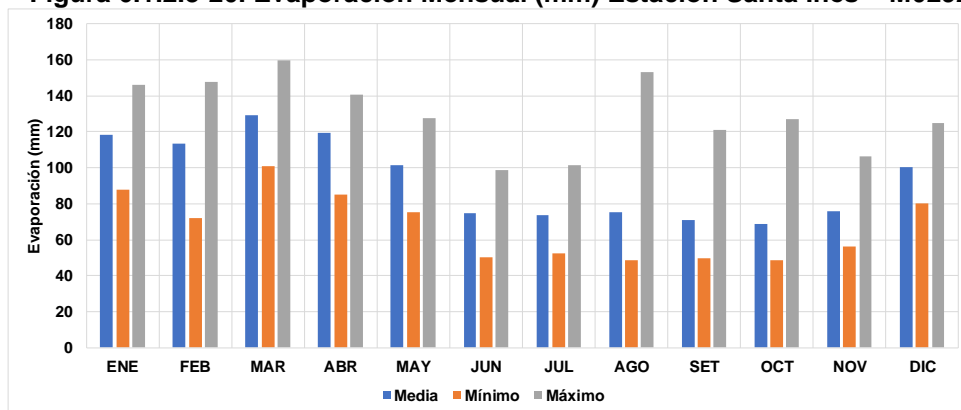
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-15. Evaporación Mensual (mm) Estación Santa Inés – M0292

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	118,1	113,2	129,3	119,6	101,6	74,6	73,9	75,2	70,9	68,8	75,6	100,5	1121,2
Mín.	87,7	72,0	101,0	85,0	75,4	50,0	52,5	48,3	49,7	48,5	56,2	80,0	973,0
Máx.	146,0	147,6	160,0	140,6	127,6	98,8	101,4	153,0	121,3	127,1	106,1	125,0	1474,9

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-20. Evaporación Mensual (mm) Estación Santa Inés – M0292



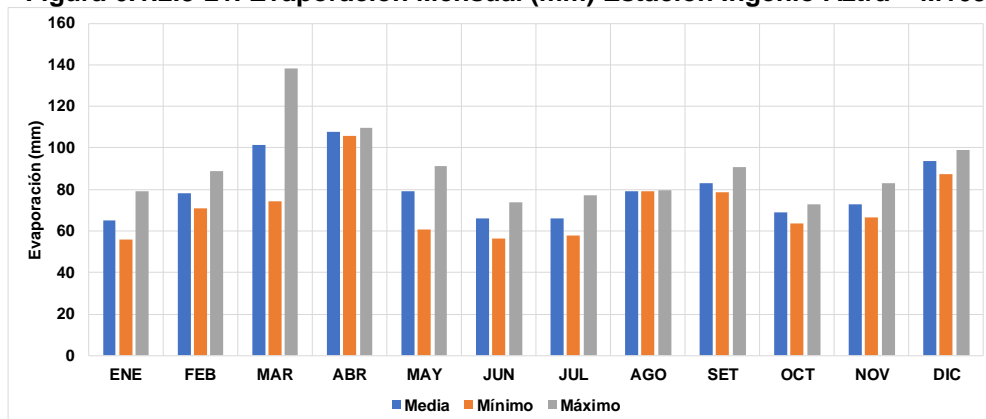
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-16. Evaporación Mensual (mm) Estación Ingenio Aztra – M1095

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	64,9	78,2	101,7	107,5	79,0	66,0	65,9	79,2	83,1	68,8	72,8	93,5	960,6
Mín.	55,7	70,7	74,2	106,0	60,7	56,2	57,6	79,0	78,6	63,4	66,7	87,4	865,7
Máx.	78,9	89,0	138,1	109,5	91,3	73,8	77,0	79,6	91,0	72,7	83,0	99,1	1056,9

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-21. Evaporación Mensual (mm) Estación Ingenio Aztra – M1095



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

E. Nubosidad

El parámetro nubosidad se ha analizado con base en la información de las estaciones Milagro (M0037), Naranjal (M0176), Santa Inés (M0292), Ingenio Aztra (M1095). A continuación, se presenta el resumen de la información, la series completas, reconstruidas y extendidas se presentan en el Anexo – Data Meteorológica.

El comportamiento temporal de la nubosidad no presenta un patrón estacional marcado, sin embargo, se observa una tendencia a presentar mayores valores durante los meses de

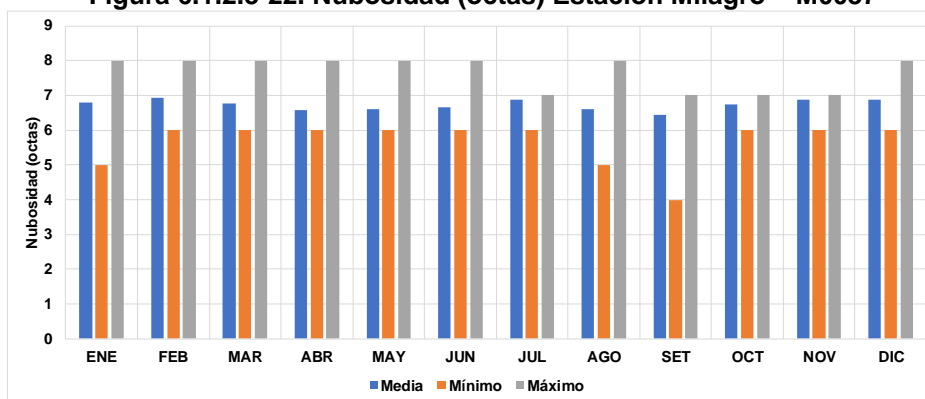
precipitaciones. Desde el punto de vista de la distribución espacial, se observa que las estaciones ubicadas al norte del área de estudio; Milagro e Ingenio Aztra; presentan un promedio anual mayor (6,7 y 6,9 octas respectivamente), que las estaciones ubicadas al sur; Naranjal y Pasaje (5,3 y 6,4 octas respectivamente).

Cuadro 6.1.2.3-17. Nubosidad (octas) Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	6,8	6,9	6,8	6,6	6,6	6,6	6,9	6,6	6,4	6,7	6,9	6,9	6,7
Mín.	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,1
Máx.	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	7,0	7,0	7,0	8,0	7,1

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-22. Nubosidad (octas) Estación Milagro – M0037



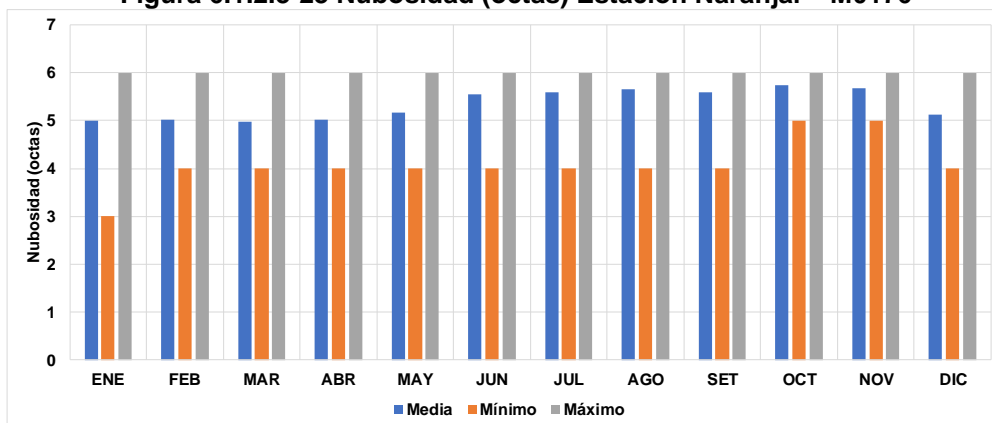
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-18. Nubosidad (octas) Estación Naranjal – M0176

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,1	5,3
Mín.	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,3
Máx.	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-23 Nubosidad (octas) Estación Naranjal – M0176



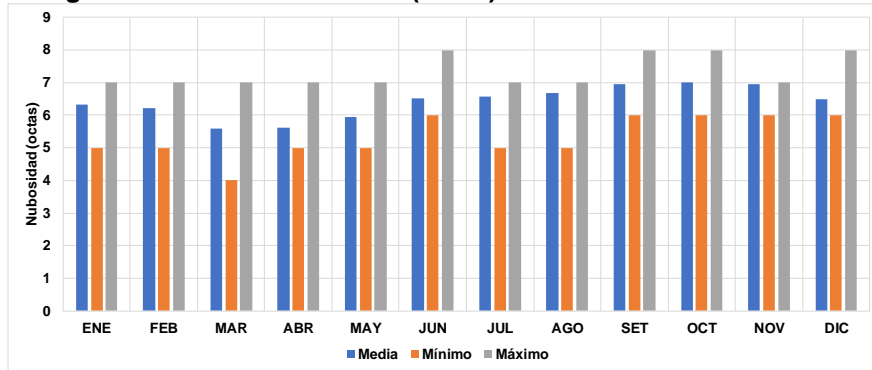
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-19. Nubosidad (octas) Estación Santa Inés – M0292

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	6,3	6,2	5,6	5,6	5,9	6,5	6,6	6,7	6,9	7,0	6,9	6,5	6,4
Mín.	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1
Máx.	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	7,0	7,0	8,0	8,0	7,0	8,0	7,0

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-24. Nubosidad (octas) Estación Santa Inés – M0292



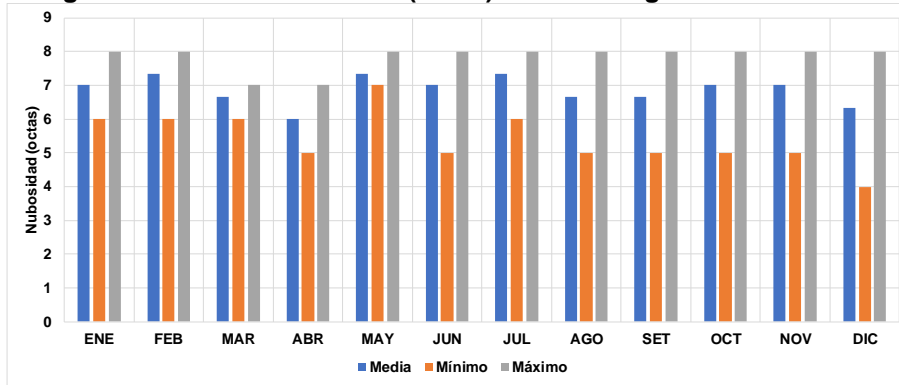
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-20. Nubosidad (octas) Estación Ingenio Aztra – M1095

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	7,0	7,3	6,7	6,0	7,3	7,0	7,3	6,7	6,7	7,0	7,0	6,3	6,9
Mín.	6,0	6,0	6,0	5,0	7,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,4
Máx.	8,0	8,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,6

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-25. Nubosidad (octas) Estación Ingenio Aztra – M1095



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

F. Heliofanía

Heliofanía es el tiempo de duración de brillo solar expresado en horas y décimo de hora. El dispositivo para medir la heliofanía es el heliofanógrafo, el cual es un registrador de la luz solar. Es el instrumento para registrar los intervalos de tiempo en que la radiación solar tiene intensidad suficiente para producir sombras definidas. La Línea en estudio se encuentra emplazada principalmente entre las provincias de Guayas y El Oro.

Se ha recopilado información del anuario meteorológico desarrollado por el INAMHI entre los años 1998-2012; y extendida mediante el software HEC-4 hasta el 2019; de las estaciones Milagros (M0037) y Granja Santa Inés (M0292). En el Anexo Data Meteorológica se presenta la serie completa.

La estación Milagro (Ingenio Valdez), ubicada en la zona norte del proyecto, muestra los siguientes datos de heliofanía total mensual.

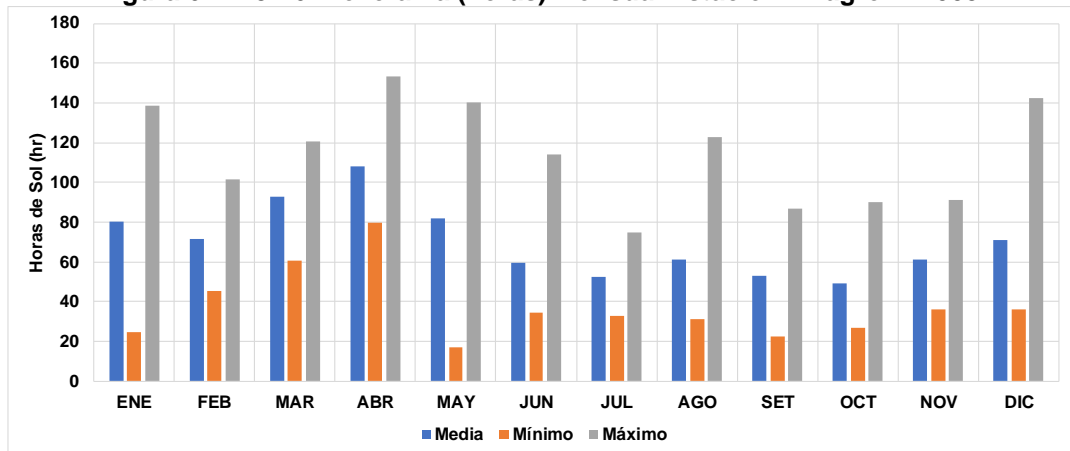
Cuadro 6.1.2.3-21. Heliofanía (horas) Mensual Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	80,1	71,9	93,0	108,4	82,0	59,4	52,4	61,0	52,8	49,3	61,4	70,8	70,2
Mín.	24,9	45,3	60,9	79,8	17,0	34,5	33,0	31,0	22,6	26,9	36,1	36,3	49,5

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Máx.	138,4	101,5	120,8	153,4	140,0	114,0	74,9	123,0	87,0	90,2	91,0	142,6	81,1

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-26. Heliofanía (horas) Mensual Estación Milagro – M0037



Fuente: Anuario Meteorológico - INAMHI (1998-2012).

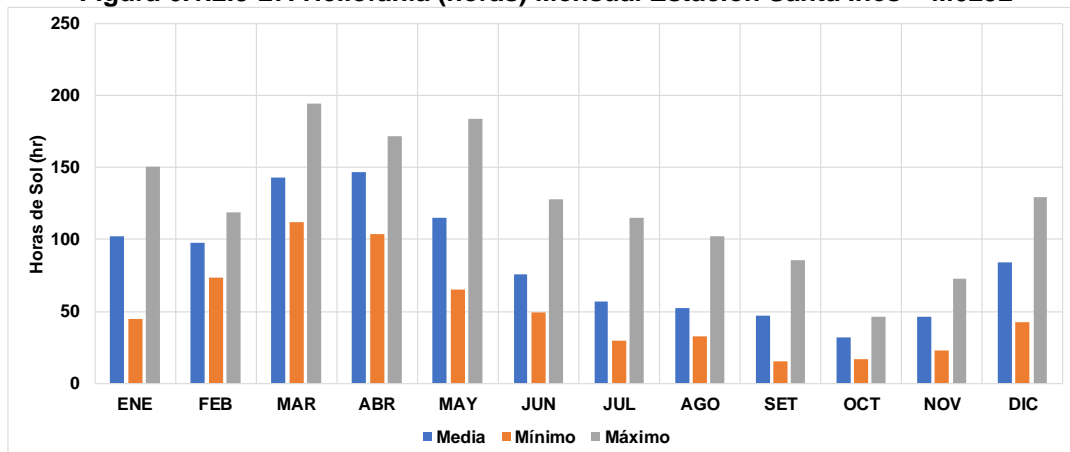
En la figura anterior se observa que, en promedio, el periodo con mayor horas de brillo solar se entre diciembre a mayo, mientras que los meses de junio a noviembre las horas de incidencia de brillo solar son bajas. El promedio anual de horas de sol es 70,2. El mes de mayor heliofanía media es abril con 108,4 horas.

Cuadro 6.1.2.3-22. Heliofanía (horas) Mensual Estación Santa Inés – M0292

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	102,6	97,6	142,9	146,7	114,9	75,6	56,8	52,6	47,3	31,9	46,3	84,3	83,3
Mín.	45,0	73,4	111,9	103,5	65,0	49,5	29,4	32,4	15,0	16,6	23,1	42,1	67,2
Máx.	151,0	119,2	195,0	172,0	184,0	127,9	115,3	102,5	85,8	46,0	73,0	129,9	104,7

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-27. Heliofanía (horas) Mensual Estación Santa Inés – M0292



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

En la figura anterior se observa que, en promedio, el periodo con mayor horas de brillo solar se entre diciembre a mayo, mientras que los meses de junio a noviembre las horas de incidencia de brillo solar son menores. El promedio anual de horas de sol es 83,3. El mes de mayor heliofanía media es abril con 146,7 horas.

G. Velocidad y dirección del viento

El parámetro velocidad de viento se ha analizado con base en la información de las estaciones Milagro (M0037), Santa Inés (M0292), e Ingenio Aztra (M1095). A continuación, se presenta el resumen de la información, la series completas, reconstruidas y extendidas se presentan en el Anexo 18 / Anexo 6.1 LB Física / 6.1.2– Data Meteorológica.

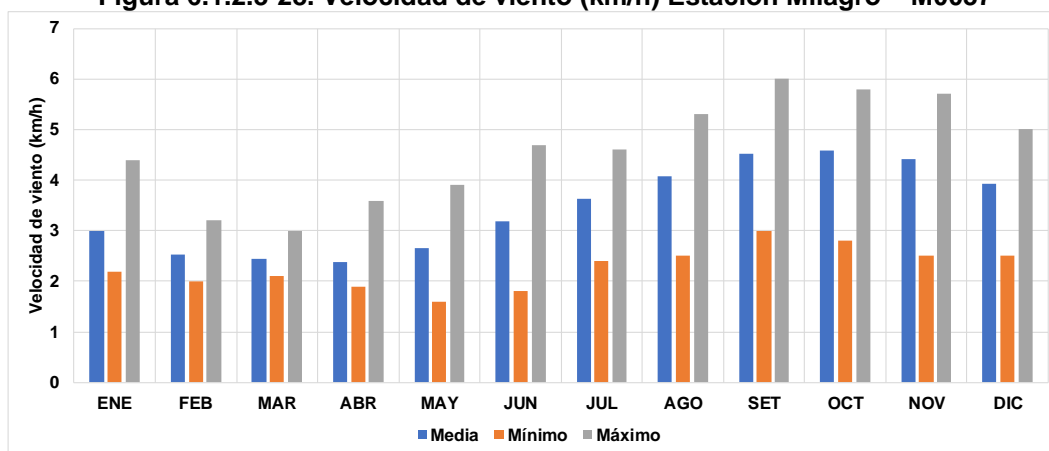
Se observa un patrón del comportamiento de la velocidad de viento a nivel mensual, presentándose valores mayores durante los meses secos y de menor nubosidad, alcanzando máximos medios mensuales de hasta 6 km/h en la estación Milagro, ubicada en el sector norte del área de estudio, siendo para dicha estación, la media anual de 3,4 km/h. En forma similar, en la estación Ingenio Aztra, también ubicada al norte, se tiene una velocidad de viento media anual de 2,0 km/h. Por otro lado, en la estación Santa Inés, ubicada en el sur del área de estudio, se observan menores valores de velocidad de viento, alcanzando un promedio anual de 1,4 km/h. En forma similar a lo presentando con la temperatura del aire, la mayor cercanía con la línea ecuatorial es un factor de mayores velocidades de viento en el sector norte del trazo de la línea de transmisión.

Cuadro 6.1.2.3-23. Velocidad de viento (km/h) Estación Milagro – M0037

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	3,0	2,5	2,4	2,4	2,6	3,2	3,6	4,1	4,5	4,6	4,4	3,9	3,4
Mín.	2,2	2,0	2,1	1,9	1,6	1,8	2,4	2,5	3,0	2,8	2,5	2,5	2,5
Máx.	4,4	3,2	3,0	3,6	3,9	4,7	4,6	5,3	6,0	5,8	5,7	5,0	4,1

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-28. Velocidad de viento (km/h) Estación Milagro – M0037



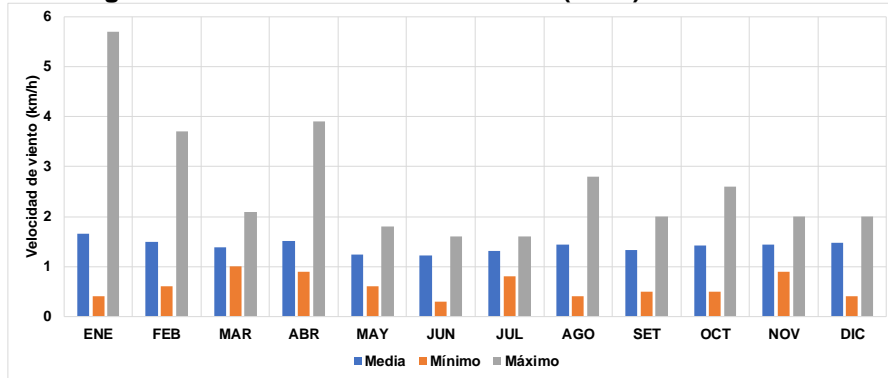
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-24. Velocidad de viento (km/h) Estación Santa Inés – M0292

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	1,7	1,5	1,4	1,5	1,2	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4
Mín.	0,4	0,6	1,0	0,9	0,6	0,3	0,8	0,4	0,5	0,5	0,9	0,4	0,8
Máx.	5,7	3,7	2,1	3,9	1,8	1,6	1,6	2,8	2,0	2,6	2,0	2,0	1,9

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-29. Velocidad de viento (km/h) Estación Santa Inés – M0292



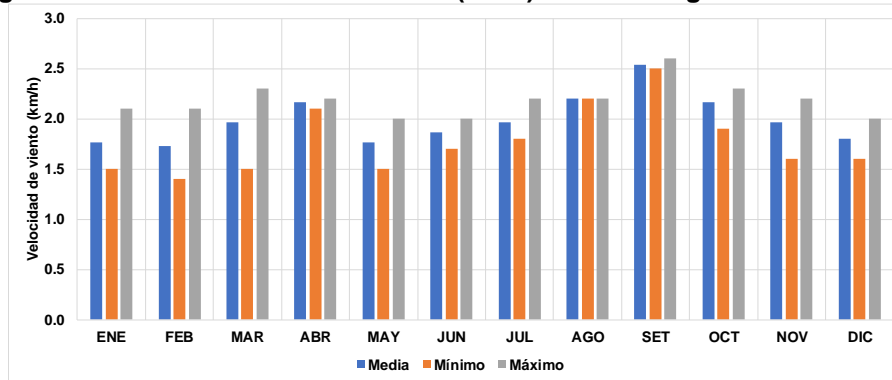
Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Cuadro 6.1.2.3-25. Velocidad de viento (km/h) Estación Ingenio Aztra – M1095

Valor	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Media	1,8	1,7	2,0	2,2	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,2	2,0	1,8	2,0
Mín.	1,5	1,4	1,5	2,1	1,5	1,7	1,8	2,2	2,5	1,9	1,6	1,6	1,9
Máx.	2,1	2,1	2,3	2,2	2,0	2,0	2,2	2,2	2,6	2,3	2,2	2,0	2,1

Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Figura 6.1.2.3-30. Velocidad de viento (km/h) Estación Ingenio Aztra – M1095



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

Con fines de comparación con estaciones ubicadas en el litoral, se obtuvo información mediante la herramienta web Weather Online, la cual presenta registros de velocidad de viento de las estaciones meteorológicas del Aeropuerto Guayaquil (José Joaquín de Olmedo) y Santa Rosa. Las estaciones Aeropuerto Guayaquil y Santa Rosa presentan data hasta el año 2016, y están ubicadas en la zona norte y sur del proyecto respectivamente, representativas de las zonas ubicadas en Guayas y El Oro.

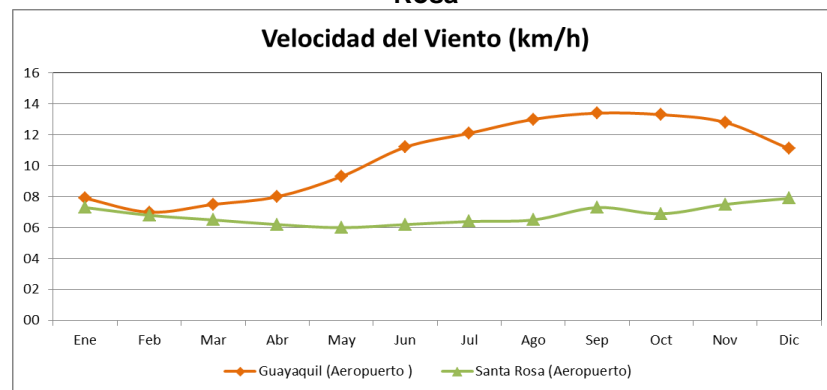
Cuadro 6.1.2.3-26. Registro de velocidad media del viento (km/h)

Aeropuerto	Periodo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Guayaquil	2000-2016	7,9	7,0	7,5	8,0	9,3	11,2	12,1	13,0	13,4	13,3	12,8	11,1
Santa Rosa	2011-2016	7,3	6,8	6,5	6,2	6,0	6,2	6,4	6,5	7,3	6,9	7,5	7,9

Fuente: <http://www.woespana.es/>

La zona norte del proyecto (Guayaquil) tiene un promedio anual de velocidad del viento de 10,6 km/h; mientras que en la zona sur del proyecto (Santa Rosa) la velocidad promedio anual del viento es de 6,80 km/h. Puede observarse que estos promedios siguen la tendencia de las estaciones Milagro y Pasaje, aunque con valores mayores. Esto es entendible dado el alto grado de dependencia de los valores de velocidad de viento con parámetros de orografía particulares locales.

Figura 6.1.2.3-31. Velocidad del viento estaciones Aeropuertos Guayaquil y Santa Rosa



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL.

En lo que respecta a la dirección del viento se muestran las rosas de viento de las estaciones Guayaquil y Santa Rosa.

Figura 6.1.2.3-32. Dirección del viento en la estación Guayaquil

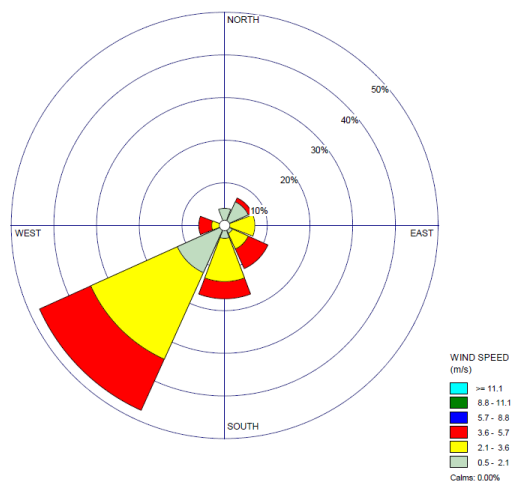
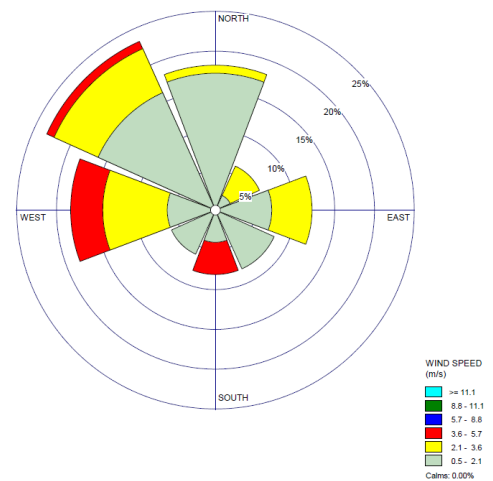


Figura 6.1.2.3-33. Dirección del viento en la estación Santa Rosa



Elaborado: Consorcio CESEL-CTOTAL

Los mapas se presentan en el Anexo 18 / Mapas.

Cuadro 6.1.2.3-27 Listado de Mapas de Hidrología y Clima

N°	Código	Nombre del mapa
1	CSL-165600-1-HI-01	Mapa de hidrografía general
2	CSL-165600-1-HI-02	Mapa de cuencas hidrográficas
3	CSL-165600-1-HI-03	Mapa climatológico
4	CSL-165600-1-HI-04	Mapa climático de Thornthwaite
5	CSL-165600-1-HI-05	Mapa climático de Köppen
6	CSL-165600-1-HI-06	Mapa de precipitaciones
7	CSL-165600-1-HI-07	Mapa de temperaturas
8	CSL-165600-1-HI-08	Mapa de vientos