

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULACIÓN DE INGENIERA CIVIL

"Análisis de información climática y meteorológica colectada de la red de estaciones de la UTPL"

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Pérez Sarango, Mariuxi Josefina

DIRECTOR: Oñate Valdivieso, Fernando Rodrigo, PhD

LOJA – ECUADOR 2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

PhD.
Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso
DOCENTE DE LA TITULACIÓN
De mi consideración:
El presente trabajo de fin de titulación: "Análisis de información climática y
meteorológica colectada de la red de estaciones de la UTPL" realizado por Pérez
Sarango Mariuxi Josefina, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por lo que
se aprueba la presentación del mismo
Loja, enero de 2014
Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso. PhD
CI : 1103323384

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Pérez Sarango Mariuxi Josefina, declaro ser autora del presente trabajo de fin de

titulación: "Análisis de información climática y meteorológica colectada de la red de

estaciones de la UTPL", de la Titulación de Ingeniera Civil, siendo Fernando Rodrigo

Oñate Valdivieso director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad

Técnica Particular de Loja, y a sus representantes legales de posibles reclamos o

acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados

vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico

de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice:

"Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de

investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o

con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad".

Pérez Sarango Mariuxi Josefina

CI: 1104017593

iii

DEDICATORIA

Mi agradecimiento primordial a ti, Dios, por permitirme ser parte de la grandiosa humanidad, por la oportunidad que me brindas de progresar tanto espiritual como profesional con el fin de cumplir mis objetivos con éxito. Porque cuando me equivoco tú me ayudas a ponerme de pie, cuando pienso que estoy desamparada tú me socorres. Padre Celestial sé que me amas y estoy muy agradecida contigo por todas las bendiciones que me das. Pido que me ilumines para saber cómo ayudar a mi prójimo.

A mis queridos padres y hermanos gracias por su apoyo incondicional y gran amor.

Al Doctor Fernando Oñate, por impartirme sus valiosos conocimientos y sugerencias en el trayecto de la carrera universitaria así como en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, por la oportunidad brindada para formarme como profesional.

Al personal docente y administrativo de la Titulación de Ingeniería Civil, quienes me brindaron sus valores éticos y morales para mi formación profesional.

Mariuxi

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por su amor y bondad infinita ya que gracias a Él, he logrado cumplir lo que he propuesto.

A mí esposo Juan Carlos, por su amor, paciencia, y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida. Gracias amor, por estar siempre a mi lado.

A mi angelical hijo Luis Gabriel, por su cariño y ternura el cual ha sido la fuerza principal, para llegar al feliz término de este proyecto. Gracias mi príncipe.

A la distancia a mis padres Juanita y Teobaldo por su ayuda y motivación constante, sobre todo por confiar en mí y enseñarme que la felicidad depende de uno mismo.

A mis hermanos Eliana, Cristian, Brigge y Sherita por su apoyo y cariño en el transcurso de mi vida.

Como padres siempre los he visto, gracias a su sabiduría influyeron en mí la madurez para lograr los objetivos en la vida, es para ustedes este poquito de aprendizaje en agradecimiento por todo su amor. Gracias amados abuelitos Carmita y Clotario.

Así mismo a mis queridos tíos por enseñarme un valor grande como es la responsabilidad y de manera especial a un ser maravilloso que goza de la vida eterna, quien me infundio muchos valores. Gracias Betty de Jesús. .

A todos quienes de una u otra manera son parte de esté sueño.

Mariuxi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CA	RATUL	A	i		
API	ROBAC	CIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	ii		
DE	CLARA	CIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii		
DEDICATORIA					
AG	RADEC	CIMIENTO	٧		
ÍND	ICE D	E CONTENIDOS	vi		
RE:	SUMEN	1	1		
AB	STRAC	т	2		
CA	PITULO) I	3		
1.	GENE	RALIDADES	3		
	1.1	Definiciones meteorologia y clima	4		
	1.1.1	Factores del clima	5		
	1.2	Justificación	7		
	1.3	Objetivos	8		
	1.3.1	Objetivo general	8		
	1.3.2	Objetivos especificos	8		
	1.4	Estructuración del proyecto investigativo	8		
CA	PITULO) II	10		
2.	MATE	RIALES Y MÉTODOS	10		
	2.1	Descripción del area de estudio			
	2.1.1	Ubicación	11		
	2.1.2	Descripción gráfica	11		
	2.1.3	Caracteristicas de la red de estaciones	12		
	2.2	Revisión bibliográfica	15		
	2.2.1	Precipitacion	15		
	2.2.2	Análisis estadístico de datos hidrológicos	17		
	2.2.3	Radiación Solar	21		
	2.2.4	Temperatura	21		
	2.2.5	Humedad	23		
	2.2.6	Evapotranspiración	24		
	227	Presión del Aire	28		

2.2.8 Viento	29
CAPITULO III	31
3. ANALISIS DE RESULTADOS	31
3.1 Estación Colegio Militar	32
3.2 Estación Finca Colegio Técnico	37
3.3 Estación Finca Jipiro Alto	42
3.4 Estación UTPL	48
3.5 Estación Ventanas	53
3.6 Estación Villonaco	59
3.7 Estación Argelia	64
3.8 Análisis espacial de las variables meteorológicas	67
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXO 1	84
ANEXO 2	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 2.1: Ubicación geográfica de las estaciones.	14
Tabla Nro. 2.2: Valores de K _a	26
Tabla Nro. 2.3: % de horas diurnas P, en la ecuación de Blaney-Criddle (LS)	27
Tabla Nro. 2.4: Coeficientes de uso consuntivo mensual K para uso en la	27
ecuación de Blaney-Criddle.	
Tabla Nro. 3.1: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	33
Máxima, media y mínima en la estación Colegio Militar.	
Tabla Nro. 3.2: Valores de precipitación promedio mensual y promedio anual en	35
la estación Colegio Militar	
Tabla Nro. 3.3: Velocidad y Dirección promedio y máxima mensual, anual en la	36
Estación Colegio Militar.	
Tabla Nro. 3.4: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	38
Máxima, media y mínima en la Estación Colegio Técnico.	
Tabla Nro. 3.5: Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en	40
la Estación Finca Colegio Técnico.	
Tabla Nro. 3.6: Velocidad promedio y Máxima mensual, en la Estación Finca	41
Colegio Técnico	
Tabla Nro. 3.7: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	43
Máxima, media y mínima en la Estación Jipiro Alto.	
Tabla Nro. 3.8: Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en	45
la Estación Finca Jipiro Alto.	
Tabla Nro. 3.9: Velocidad promedio y Máxima mensual, anual en la Estación	47
Jipiro Alto.	
Tabla Nro. 3.10: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	49
Máxima, media y mínima en la Estación UTPL.	
Tabla Nro. 3.11: Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual	51
en la Estación UTPL.	
Tabla Nro. 3.12: Velocidad promedio y Máxima mensual, anual en la Estación	52
UTPL.	
Tabla Nro. 3.13: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	54
Máxima, media y mínima en la Estación Ventanas	
Tabla Nro. 3.14: Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual	56

en la Estación Ventanas.

Tabla Nro. 3.15: Velocidad promedio y Máxima mensual, en la Estación	57
Ventanas.	
Tabla Nro. 3.16: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	60
Máxima, media y mínima en la Estación Villonaco.	
Tabla Nro. 3.17: Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual	62
en la Estación Villonaco.	
Tabla Nro. 3.18: Velocidad promedio y Máxima mensual, en la Estación	63
Villonaco.	
Tabla Nro. 3.19: Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual	65
Máxima, media y mínima en la Estación Villonaco.	
Tabla Nro. 3.20: Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual	66
en la Estación Argelia.	
Tabla Nro. 3.21: Calculo de Uj por el método de Thornthwaite	76
Tabla Nro. 3.22: Calculo de ETP por el método de Blaney-Criddle	77
Tabla Nro. 3.23: Calculo de ETP por el método de TURC	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nro.1.1: Corrientes Marinas	7
Figura Nro.2.1: Mapa de ubicación estaciones	14
Figura Nro.2.2: Distribución geográfica de la precipitación promedio anual.	17
Figura Nro.2.3. Radiación Solar	21
Figura Nro.3.1: Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación	34
Colegio Militar-Loja	
Figura Nro.3.2: Precipitación media mensual en la estación Colegio Militar-Loja	35
Figura Nro.3.3: Velocidad del viento en la estación Colegio Militar-Loja	37
Figura Nro.3.4: Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación	39
Colegio Técnico-Loja.	
Figura Nro.3.5: Precipitación media mensual en la estación Finca Colegio	40
Técnico-Loja	
Figura Nro.3.6: Velocidad del viento en la estación Colegio Técnico-Loja	42
Figura Nro.3.7: Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación	44
Jipiro Alto-Loja.	
Figura Nro.3.8: Precipitación media mensual en la estación Jipiro Alto-Loja	46
Figura Nro.3.9: Velocidad del viento en la estación Jipiro Alto-Loja	48
Figura Nro.3.10: Temperatura máxima, media y mínima mensual en la	50
estación UTPL-Loja	
Figura Nro.3.11: Precipitación media mensual en la estación UTPL-Loja	51
Figura Nro.3.12: Velocidad del viento en la estación UTPL-Loja	53
Figura Nro.3.13: Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación	55
Ventanas-Loja	
Figura Nro.3.14: Precipitación media mensual en la estación Ventanas-Loja	57
Figura Nro.3.15: Velocidad del viento en la en la estación Ventanas-Loja	58
Figura Nro.3.16: Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación	61
Villonaco-Loja	
Figura Nro.3.17: Precipitación media mensual en la estación Villonaco-Loja	62
Figura Nro.3.18: Velocidad del viento en la en la estación Villonaco-Loja	64
Figura Nro.3.19: Temperatura media mensual en la estación Argelia-Loja.	65
Figura Nro.3.20: Precipitación media mensual en la estación Argelia-Loja	66
Figura Nro.3.21: Mapa de precipitación media mensual, en las 7 estaciones	68
Figura Nro.3.22: Temperatura mínima, media y máxima mensual en las 6	70

estaciones

Figura Nro.3.23: Líneas isalotermas en las 6 estaciones de la red-Loja	71
Figura Nro.3.24: Velocidad y dirección del viento	73
Figura Nro.3.25: Precipitación - Altitud en las 6 estaciones de la red-Loja	74
Figura Nro.3.26: Temperatura - Altitud en las 6 estaciones de la red-Loja	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado en la ciudad de Loja con el objetivo de analizar, obtener información climática y meteorológica recolectada de la red de estaciones UTPL, Teniendo como base, datos en 6 estaciones de la red, las cuales son; estación Colegio Militar, estación finca Colegio Técnico, estación Jipiro Alto, estación UTPL, estación Ventanas y estación Villonaco. En estas estaciones se realizó una experimentación de cálculo de precipitación media, utilizando el Método de Isoyetas, interpretación de los valores de temperatura máxima, media y mínima; a través del software Surfer se ubican en una carta geográfica líneas isalotermas de temperatura y otros mapas temáticos. Permitiéndonos de esta manera establecer métodos de evapotranspiración como el de Thornthwaite, Blaney-Criddle y Turc, con el fin de determinar cuál de ellos nos arroja un mejor resultado; además se observó la variación del viento en función de la dirección y velocidad. Y los resultados obtenidos del análisis fueron comparados con las principales variables meteorológicas y su relación con el relieve, la temporada del año, logrando resultados recomendables y de importancia para futuras investigaciones.

Palabras Clave: clima, estación, precipitación, temperatura, viento, evapotranspiración.

ABSTRACT

The current research work has been made in the Loja city with the principal purpose was to analyze to obtain weather information collected from the UTPL meteorological station. Taking as a basis for analyzing a data string in 6 weather stations, which are; The Military school station, Técnico school station, Jipiro station, UTPL station, Ventana's station and The Villonaco's station. In all of those stations I performed experiments for calculating average rainfall, using Isoyetas method to determine the percetange of the temperature values, maximum, mean and minimum temperature. It was indispensable using the Surfer software method, which permitted to me visualized isaloterms temperature lines and other thematic maps, allowing to me to establish methods like: Thornthwaite evapotranspiration, Blamey - Cradle and Turc to determine. Which method provide the best results. Also, was analyzed the wind variation, it depends on wind direction and speed. Finally the results obtained from the analyses were compared to the main meteorological dates and their relation to the topography and the seasons of the year, obtaining a great and helpful results that are useful to use as a guide information for the future investigations.

Keywords: climate, season, precipitation, temperature, wind, evapotranspiration.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Definiciones meteorología y clima

La **meteorología** es una palabra griega que etimológicamente significa <u>meteoron</u> "alto en el cielo"; y <u>logos</u> "conocimiento, tratado", es la ciencia interdisciplinaria, qué estudia la *Física de la atmósfera*, el estado del tiempo atmosférico, los fenómenos allí producidos y las leyes que lo rigen. (Lezaun, M. 2012)

Se debe distinguir entre las condiciones actuales y su evolución llamado *tiempo* atmosférico, y las condiciones medias durante un largo periodo que se conoce como clima del lugar o región.

Mediante el estudio de los fenómenos que ocurren en la atmósfera, la meteorología trata de definir el clima, predecir el tiempo, comprender la interacción de la atmósfera con otros subsistemas, etc. El conocimiento de las variaciones meteorológicas y climáticas ha sido siempre de suma importancia para el desarrollo de la agricultura, la navegación, las operaciones militares y la vida en general.

Asociando se entiende que la METEOROLOGÍA es la ciencia que estudia los fenómenos que se producen a cada momento, y que ocurren a corto plazo en las capas bajas de la atmosfera, en donde se desarrolla la existencia de seres vivos. Considerando como parámetros principales precipitación, temperatura, humedad, radiación viento y presión.

La autora Ayllón, (1996) dice que la palabra **clima**, se define de un vocablo griego que significa "inclinar", ya que desde la antigüedad se sabe que la inclinación con que inciden los rayos solares son un factor importante en la determinación del clima.

Según Hann, clima es "el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio atmosférico de un lugar"". Koeppen lo define como "el estado medio y proceso ordinario del tiempo de un lugar determinado"

El clima según Heras, R. (1972), tiende a ser regular en períodos muy largos, incluso geológicos, determinando de gran manera la evolución del ciclo geográfico de una región, lo que permite el desarrollo de una determinada vegetación y un tipo de suelos, es decir, suelos zonales. Pero, en períodos geológicos, el clima también cambia de forma natural, los tipos de tiempo se modifican y se pasa de un clima a otro en la misma zona.

El tiempo es un estado actual de la atmosfera y el clima tiene lugar en la atmósfera. Para definir el clima de un lugar (la Organización Meteorológica Mundial estableció periodos mínimos de treinta años, pero hay autores que creen que deben ser más largos, de cien o superiores, para registrar las variaciones de forma suficiente). (Ayllón, T. 1996; Heras, R.1972).

Así, la CLIMATOLOGÍA, es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo, maneja los mismos parámetros de la meteorología, pero su objetivo es diferente, estudia las características climáticas a través de la observación directa a muy largo plazo y se interesa por el futuro (modelos numéricos), para prevenir la disminución de la capa de ozono y el calentamiento global.

1.1.1 Factores del clima.

De acuerdo con Ayllón, (1996), los factores del clima son aquellas condiciones físicas y geofísicas, si se quiere, que condicionan las zonas climáticas, por lo que se les ha denominado factores climáticos tales como la insolación; la latitud, que condiciona a la radiación; la altitud, su influencia es importante ya que al variar la altitud varia la temperatura; la distribución de tierras y aguas. Así mismo deben considerarse como factores las corrientes marinas; la vegetación y suelos.

Insolación

Es la energía solar que recibe la superficie de la Tierra, y constituye el elemento más decisivo en la formación de las zonas climáticas. Debido a la redondez de la tierra los rayos solares inciden con distinta inclinación y, en consecuencia, se producen diferentes zonas climáticas, donde varía la duración del día. (Ayllón, 1996).

Latitud Geográfica

De acuerdo con ella varían los elementos del clima:

a. Temperatura.- Disminuye del Ecuador a los polos debido a que la radiación solar que recibe va disminuyendo.

- **b. Presión.-** los centros de baja presión se localizan en el Ecuador y cerca de los polos (60°); las altas presiones dominan en las latitudes medias.
- **c. Nubosidad y Precipitación.-** En bajas y altas latitudes (frentes) hay mayor nubosidad y precipitaciones.

Distribución de tierras y aguas.

Para Ayllón, (1996), este factor influye así:

- **a.** Debido a que el calor específico de continentes y océanos es diferente, la temperatura también varía. En verano los continentes tienen mayor temperatura que los mares, y, en invierno, menor; lo cual influye en los sistemas de presión y dirección del verano.
- **b.** En verano se forman centros de baja presión en tierra y, en invierno, se forman en el mar. Este fenómeno origina la circulación monzónica.
- **c.** Los climas con influencia marítima son menos extremosos que los continentales.

Corrientes marinas

La influencia de las corrientes marinas cálidas tiene varios efectos:

- a. Aumento de temperatura.
- b. Aumenta la humedad, lo que da lugar a la formación de nubosidad y nieblas.

Las corrientes frías, por su parte producen los siguientes efectos:

- c. Disminuyen la temperatura.
- d. Regularizan la presión y los vientos

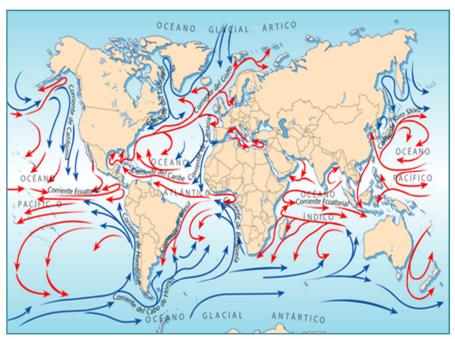


Figura 1.1. Corrientes marinas

Fuente: Tomado de Kalipedia, 2013.

Vegetación

El suelo cubierto de vegetación influye en varios aspectos:

a. En los pastizales las temperaturas son más altas, la humedad y las precipitaciones son medias. Ayllón (1996).

1.2 Justificación

La mayoría de los seres humanos estamos interesados, de alguna manera, en el clima y los cambios que se presentan, esto debido a que cualquier variación estacional en la temperatura o la precipitación, nos afectará a todos, por lo que en nuestra ciudad la UTPL, cuenta con una red de estaciones a su cargo, en las cuales se registra información climática y meteorológica desde hace 3 años. Las mismas realizan mediciones de temperatura, humedad, precipitaciones, viento, insolación; siendo el objetivo del presente proyecto investigativo analizar dichos registros con la finalidad de determinar la precisión de los aparatos receptores de dicha información

Así mismo con el análisis y verificación de datos de las diferentes variables se pretende que los registros sean de calidad para contribuir a un mejor conocimiento de nuestro clima.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Analizar la información climática y meteorológica colectada de la red de estaciones de la UTPL, en la ciudad de Loja.

1.3.2 Objetivos específicos.

Los objetivos específicos del presente proyecto son:

- Calcular la precipitación media, utilizando el Método de las Isoyetas.
- Calcular los valores de temperatura máxima, media y mínima registradas en las estaciones.
- Ubicar en una carta geográfica de la temperatura las líneas isotermas, isalotermas e isanómalas.
- Calcular la Evapotranspiración para datos medios de una serie de años a través de métodos de Thornthwaite, Blaney-Criddle y Turc.
- Calcular la variación del viento en función de la dirección (°) y velocidad que influyen en el clima.
- Analizar la variación espacial de las principales variables meteorológicas y su relación con el relieve, la temporada del año, etc.

1.4 Estructuración del proyecto investigativo

El objetivo principal de esta investigación es analizar la información climática y meteorológica colectada de la red estación de la UTPL en la ciudad de Loja.

La estructuración de esta investigación se presenta de la siguiente manera:

- Capítulo 1: Introducción. Comprende la revisión bibliográfica, justificación, objetivos y estructuración del proyecto.
- Capítulo 2: Materiales y Métodos. Describe la metodología aplicada así como los medios utilizados para la obtención de datos.
- Capítulo 3: Análisis de resultados. Muestra el análisis de los resultados de datos examinados.
- Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones. Resume las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la presente investigación. Así también, comprende la bibliografía utilizada en el desarrollo del presente estudio y, finalmente, en los anexos se presentaran formatos de cálculos estadísticos aplicados para el análisis de la base de datos de la red estación de la UTPL de la ciudad de Loja y mapas climáticos, para el desarrollo de la presente investigación.

CAPITULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del área de estudio

2.1.1 Ubicación.

La ciudad de Loja se encuentra ubicada en la región Sur de Ecuador, con una altitud que

oscila los 2100 msnm. Y se halla limitada de la siguiente manera:

Norte: Cerro Sañe

Sur: Cerro Cajanuma

Este: Cerro Yanacocha

Oeste: Cerro Villonaco

De acuerdo con el Instituto Geográfico Militar IGM, el cantón de Loja está ubicado en las

coordenadas geográficas:

03º 39'55" y 04º 30'38" de latitud Sur (9554967 N- 9563235 N) y,

79° 05'58" y 79° 05'58" de longitud Oeste (691568 E- 700853 E)

Según datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos(INEC), del último

censo del 28 de Noviembre del 2010, la población del cantón Loja es de 215.000

habitantes, y en la zona urbana habitan 185.000 habitantes. Aunque en datos reales del

área de aglomeración urbana, esto es tomando en cuenta los suburbios, la ciudad llega a

una población real de 200.000 habitantes

2.1.2 Descripción geográfica.

El clima de Loja es temperado-ecuatorial subhúmedo. Con una temperatura media del

aire de 16 °C. La oscilación anual de la temperatura lojana es de 1,5 °C, generalmente

cálido durante el día y más frío y húmedo a menudo por la noche.

Junio y julio, trae una llovizna oriental con los vientos alisios, y se conoce como la

"temporada de viento." Los meses de menor temperatura fluctúan entre junio

y septiembre, siendo julio el mes más frío. De septiembre a diciembre se presentan las

temperaturas medias más altas, sin embargo en esos mismos meses se han registrado

11

las temperaturas extremas más bajas. Particularmente en el mes de noviembre se registra el 30% de las temperaturas más bajas del año. (Wikipedia, 2012)

La ciudad de Loja posee un microclima marcado, siendo el sector nororiental más cálido que el resto del área urbana. (Wikipedia, 2012)

Según el estudio Geo-Loja, en los últimos cuarenta años, la temperatura de la ciudad se ha elevado en 0,7 °C, habiéndose registrado en los años 2003-2004 las temperaturas más altas, las cuales han llegado a 28 °C.(Wikipedia, 2012)

2.1.3 Características de la red de estaciones.

Para, PCE Instruments (2013), una estación meteorológica es el lugar donde se realizan mediciones y observaciones puntuales a lo largo del tiempo, de los diferentes parámetros meteorológicos usando instrumentos adecuados para así establecer el comportamiento atmosférico, determinando mediciones de temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, precipitación, radiación solar.

A continuación se detalla una clasificación de las características más destacadas de estación meteorológica, siguiendo las normas técnicas.

- Estación pluviométrica: es la estación meteorológica que tiene un pluviómetro o recipiente que permite medir la cantidad de lluvia caída entre dos mediciones realizadas consecutivas.
- Estación pluviográfica: es cuando la estación meteorológica puede realizar de forma continua y mecánica un registro de las precipitaciones, por lo que nos permite conocer la cantidad, intensidad, duración y período en que ha ocurrido la lluvia.
- Estación climatológica principal: es aquella estación meteorológica que está provista para realizar observaciones del tiempo atmosférico actual, cantidad, visibilidad, precipitaciones, temperatura del aire, humedad, viento, radiación solar, evaporación y otros fenómenos especiales. Normalmente se realizan unas tres mediciones diarias.
- Estación climatológica ordinaria: esta estación meteorológica tiene que estar provista obligatoriamente de psicrómetro, de un pluviómetro y un pluviográfo, para así poder medir la precipitación y la temperatura de manera instantánea.

- Estación sinóptica principal: este tipo de estación meteorológica realiza observaciones de los principales elementos meteorológicos en horas convenidas internacionalmente. Los datos se toman horariamente y corresponden a nubosidad, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, temperatura del aire, tipo y altura de las nubes, visibilidad, fenómenos especiales, características de humedad, precipitaciones, temperaturas extremas, capa significativas de las nubes, recorrido del viento y secuencia de los fenómenos atmosféricos. Esta información se codifica y se intercambia a través de los centros mundiales con el fin de alimentar los modelos globales y locales de pronóstico y para el servicio de la aviación.
- ◆ Estación agrometeorológica: en esta estación meteorológica se realizan mediciones y observaciones meteorológicas y biológicas, incluyendo fenológicas y otro tipo de observaciones que puedan ayudar a la determinación de las relaciones entre el tiempo y el clima, por una parte y la vida de las plantas y los animales, por la otra. Incluye el mismo programa de observaciones de la estación climatológica principal, más registros de temperatura a varias profundidades (hasta un metro) y en la capa cercana al suelo (0, 10 y 20 cm sobre el suelo). (PCE Instruments, 2013)

El presente proyecto investigativo se desarrolla en la zona urbana de la ciudad de Loja, cantón y provincia de Loja, en sectores diferentes, el tipo de estación que se encuentra receptando los datos es la estación agrometeorológica (estación DAVIS Vantage Pro 2).

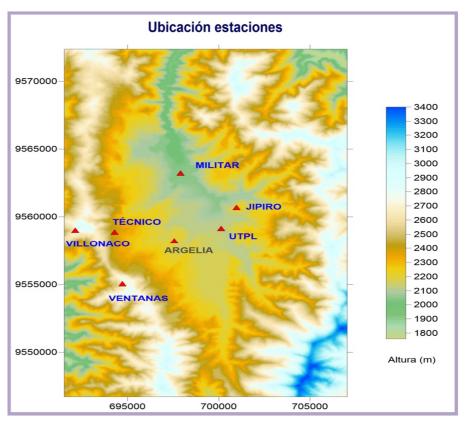


Figura 2.1. Mapa de ubicación de estaciones en análisis de la ciudad de Loja, para el período 2011- 2012, a excepción de Argelia período (2000-2008) **Fuente**. El Autor

En la Tabla 2.1, se presenta la numeración y estación correspondiente, así como la latitud, longitud y elevación de la misma.

Tabla 2.1. Ubicación geográfica de las estaciones, con la indicación de la numeración de estación, latitud, longitud y elevación.

		COORDENADAS				REGISTRO
No	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ELEVACIÓN	UBICACIÓN	DE DATOS
'		0	SUR	mts		DE DATOS
1	Colegio Militar	79°13 03	3°59' 12'	2033	LOJA	2011 - 2013
2	UTPL	79 °11 51	3° 59 12	2154	LOJA	2011 - 2013
3	Finca Jipiro					
	Alto	79° 11 ['] 24 ["]	3° 58 ['] 21 ["]	2218	LOJA	2011 - 2013
4	Finca Col.					
4	Técnico	79° 15 ['] 00 ^{''}	3° 59 ['] 21 ["]	2377	LOJA	2011 - 2013

5	Ventanas	79° 14 ['] 46 ^{''}	4° 01 25	2816	LOJA	2011 - 2013
6	Villonaco	79° 16 ['] 10 ^{''}	3° 59 16	2952	LOJA	2011 - 2013
7	La Argelia	79° 12 04"	4° 02 11	2160	LOJA	2000 - 2008

Fuente. El Autor

2.2 Revisión bibliográfica

En esta etapa se recopila información referente a temas como precipitación, temperatura, evapotranspiración, viento, radiación solar, fórmulas para llevar a cabo los cálculos y trabajos relacionados con la variabilidad de las precipitaciones a nivel espacial y temporal, etc. Además, se consideraron revistas y estudios encontrados en el buscador académico www.scholar.google.com, así como libros en línea y en físico, disponibles en bibliotecas.

Elementos meteorológicos ó climatológicos

Para, Heras, R. (1972), los elementos del clima son cada uno de sus componentes, que no son otra cosa que las variables meteorológicas o climatológicas que los determinan.

2.2.1 Precipitación.

Custodio E., Llamas M.R. (2001), puntualizan la precipitación como un fenómeno de tipo discontinuo y por eso no se puede hablar de su variación diaria o anual del mismo modo que se ha hecho para otros elementos meteorológicos. Su distribución tanto en el espacio como en el tiempo es sumamente variable.

Para, Monsalve, G. (1995), la precipitación es, en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanadas de la atmosfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada.

Según Casas, M,C y Alarcón M, (1999), las precipitaciones pueden ser clasificadas de acuerdo con las condiciones que producen movimiento vertical del aire: Convectivas, orográficas y de convergencia.

- a) Precipitaciones Convectivas.- relacionada con el ascenso del aire cálido, terminando por lo general en lluvias tormentosas, nubes que se forman por el avance de frentes fríos, en las bajas térmicas, en las gotas frías y en los ciclones tropicales.
- b) Precipitación Ciclónica o por Convergencia.- es la que está asociada al ascenso del aire por convergencia en una zona de bajas presiones y, por tanto, es la que tendremos, en general, en las depresiones no tropicales. Este tipo de precipitación presenta intensidades moderadas y regulares, y duraciones más largas que la de tipo convectivo.
- c) Precipitaciones Orográficas o Iluvia de relieve.- es la que se produce cuando el ascenso del aire ha sido provocado por la orografía. En general, el efecto de la orografía es aumentar la precipitación en los sistemas convectivos y en los ciclónicos.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, responsable del depósito de agua de la superficie terrestre y, por ende, de la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de plantas, que requieren del agua para vivir.

Distribución geográfica de la precipitación

Monsalve, G. (2006), presenta un esquema de la variación de la precipitación promedio anual contra la latitud de la Tierra. Se aprecian valores máximos a los 0° y 60° de latitud norte y sur, y mínimos a los 30° y 90° de latitud norte y sur.

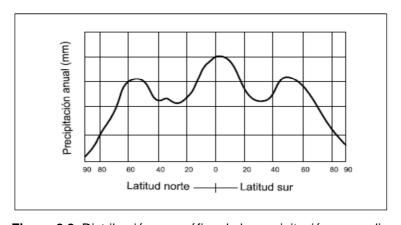


Figura 2.2. Distribución geográfica de la precipitación promedio anual.

Fuente: Monsalve, G. (2006)

Medición de la precipitación.

La cantidad de precipitación se expresa en unidades de lámina caída y acumulada sobre una superficie plana e impermeable. Para dichas mediciones se utilizan pluviómetros y pluviógrafos.

- a. Altura pluviométrica (Δ h), expresada en mm, es registrada en las horas sinópticas del día. Generalmente se usa para expresar la precipitación diaria (08:00h 08:00h), mensual y anual.
- b. Intensidad de la precipitación así:

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$
 en mm/hora (Ec. 2.1)

c. Duración es el periodo de tiempo (Δ t) en horas, desde el inicio hasta el fin de la precipitación.

2.2.2 Análisis estadístico de datos hidrológicos.

A través de múltiples estaciones pluviométricas o pluviográficas ubicadas en la ciudad, se pueden obtener los valores de precipitaciones mensuales y anuales que analizan la variabilidad temporal de las lluvias. Para ello se usan indicadores climáticos y herramientas estadísticas.

El análisis estadístico consiste en cuantificar un conjunto de datos (precipitaciones o caudales) con el fin de extrapolar y conocer eventos venideros. Si existiera información incompleta se procederá al relleno de datos faltantes y extensión estadística correspondiente.

Método de la Proporcionalidades

Se considera que los resultados son más confiables pues se trabaja con los valores medios de los datos registrado durante el periodo analizado. Previamente se debe:

Calcular para cada mes la precipitación media mensual del período (Pm)

$$Pm = \frac{\sum (Bi)}{b}$$
 (Ec. 2.2)

 Determinar con las sumatorias anuales de precipitación de series completas la media total para todo el periodo(Pa)

$$Pa = \frac{\sum (Ci)}{c}$$
 (Ec. 2.3)

Donde:

B_i= Precipitación mensual existente.

b= Número de meses con registros existentes

C_i= Precipitación anual con la serie completa

c= Número de años con series completas

La expresión matemática es:

$$\frac{X_{1}}{Pm_{1}} = \frac{X_{2}}{Pm_{2}} = \dots = \frac{X_{n}}{Pm_{n}} = \frac{X_{1} + X_{2} + \dots + X_{n} + \sum datos.exist.a\tilde{n}o.incompleto}{Pa}$$
 (Ec. 2.4)

Donde:

 X_1 , X_2 ,.... X_n = Variables que representa el dato mensual faltante del año a rellenar

Pa= Sumatoria precipitación anual serie completa

Precipitación media de una cuenca

Según, Aparicio, F. (2001), la altura de lluvia que cae en un sitio dado difiere de la que cae en los alrededores aunque sea en sitios cercanos.

Para determinar la precipitación media en un área específica ó para un período de tiempo dado, lo haremos a través de los diferentes métodos para obtener la misma los cuales se detallan a continuación y con la finalidad de obtener exactitud en el análisis, aplicaremos el método de las isoyetas que es el cual permite el uso y la interpretación de la información disponible.

a. Método de los polígonos de Thiessen

Aplica en zonas con una distribución irregular de estaciones y donde los accidentes topográficos no juequen un papel determinante en la distribución de las lluvias.

- Dibujar la cuenca y sus estaciones vecinas
- Unir las estaciones entre sí, formando triángulos, utilizando el criterio de la menor distancia
- Cada estación es representativa del área que la rodea
- La lluvia media se obtiene aplicando la fórmula:

$$\overline{h_p} = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^n A_i h_{pi}$$
 (Ec. 2.5)

Donde:

 $\overline{h_{\scriptscriptstyle p}}$: Altura de precipitación media

Ai: Área de la influencia de la estación i

 h_{pi} : Altura de precipitación registrada en la estación i

A_T: Área total de la cuenca

n: número de estaciones bajo análisis

b. Método de las curvas isoyetas

<u>Isoyetas</u>.- línea imaginaria que une todos los puntos de igual valor de la precipitación (en un tiempo). Se considera que en el área entre dos isoyetas se produce una precipitación media entre los valores de ambas. Agua (2012)

De acuerdo con Aparicio, F. (2001), el método consiste en interpolar líneas de igual precipitación (isoyetas) para un periodo determinado.

El autor, Oñate, F. (2012), se construyen de la siguiente forma:

- Trazar un plano de la cuenca y las estaciones aledañas a ella.
- Realizar una triangulación de las estaciones, aplican el criterio de la menor distancia, siempre que eso no implique enlazar dos estaciones separadas por un accidente topográfico que permita la formación de regímenes climáticos diferentes.

- Realizar la interpolación lineal entre las estaciones con la finalidad de encontrar los puntos de igual precipitación.
- Usando líneas curvas suaves y continuas se unen los puntos de igual precipitación en forma similar al método empleado en curvas topográficas.
- Ayudados por la topografía y la dirección de los vientos se corrigen las curvas isoyetas, dándoles la forma correcta de acuerdo al relieve y a la orientación de los frentes de lluvia dominantes, ya que las laderas se ven sometidos al impacto directo del viento, las curvas se ven forzadas en moverse del punto interpolado
- La precipitación media se expresa así:

$$\overline{h_p} = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^{n'} \overline{h}_{pi} A'_i$$
 (Ec. 2.6)

Donde:

A'_i= Peso de área entre cada 2 isoyetas y el parte aguas de la cuenca

h_{pi}= Altura de precipitación promedio entre 2 isoyetas

n'= Número de áreas A'i consideradas

2.2.3 Radiación solar.

Los procesos atmosféricos utilizan energía que tiene su fuente principal en los rayos solares. Todos los cuerpos emiten y absorben radiaciones. La energía del sol que llega al límite exterior de la atmósfera, llamada constante solar, y que algunos autores han evaluado aproximadamente en 2cal/cm² min o lo que es igual 1.39kw/m² (Remenieras1974) (sin ser una constante absoluta). Solo una parte llega a la superficie de la Tierra, pues, en su recorrido a través de la atmosfera, sufre múltiples reflexiones y refracciones, en parte es absorbida y en parte difundida o dispersada.

En resumen, la radiación que recibe la superficie terrestre consta fundamentalmente de tres sumandos: radiación directa, radiación difusa procedente de la atmosfera y contraradiación.

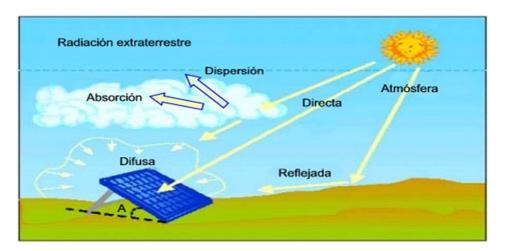


Figura 2.3. Radiación Solar

Fuente: Tomado de http://www.pce-iberica.es, 2013.

Al variar el lugar, es la latitud el factor que predomina, en influencia, sobre la radiación solar recibida. Custodio, E.; Llamas M.R. (2001).

2.2.4 Temperatura.

De acuerdo con Ayllón, T. (1996), la temperatura es el grado sensible de calor y se debe principalmente a la radiación calorífica de onda larga que emite la superficie del planeta. Para Custodio, E. (2001), la temperatura se expresa numéricamente el efecto que en los cuerpos produce el calor originado por el balance entre la radiación recibida y la emitida.

Factores que influyen en la temperatura.

Según Ayllón, T. (1996), son varios los factores que influyen en la transmisión del calor y por lo tanto en la temperatura de las distintas regiones del planeta.

- a. Influencia de tierra y mares.- influencia en la profundidad de penetración del calentamiento
- **b.** Influencia de la altitud.- durante el día la superficie calienta las capas inferiores del aire, el aire asciende y se enfría.

Cuando un volumen de aire va disminuyendo la presión alrededor del volumen, el aire puede expandirse y se enfría. El valor del gradiente vertical de la temperatura depende de:

- Temperatura del suelo
- La liberación del calor latente (aire húmedo ó aire seco)
- La velocidad con que se mueve
- ◆ El promedio calculado de gradiente vertical de la temperatura en la atmosfera libre es 6.5° C/km.
- c. Influencia de la latitud.- la cantidad de radiación que llega a la superficie, varia con la latitud porque depende de la altura del sol y la inclinación de los rayos solares. Las regiones tropicales reciben la mayor cantidad de radiación por m² (exceso). Sobre los polos el sol nunca tiene un ángulo alto, porque estas regiones reciben una menor cantidad de radiación por m² (déficit).

Distribución geográfica de la temperatura

Los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas permiten hacer no sólo los pronósticos del tiempo y recopilación estadística, sino establecer la distribución geográfica de las variables meteorológicas. Con datos de altura y superficie. En una carta geográfica donde se anote la temperatura media normal se trazan las líneas:

a. Isotermas.- son líneas que unen los puntos de igual temperatura, pueden trazarse con intervalos de 1 a 5º, según convenga a la escala de la carta. Así mismo es necesario que todas las temperaturas estén corregidas al nivel del mar (presión de 1000mb).

- b. Isalolermas.- son líneas que unen puntos de igual variación térmica, entre la temperatura del momento de observación y la registrada 3horas antes. Indican cómo va alterándose la distribución de temperatura del aire en el trascurso del tiempo.
- c. Isanómalas.- son línea que unen puntos de igual anomalía térmica, entre la temperatura actual y la temperatura normal de la misma época del año. Ayllon, T. (1996).

Promedios de temperatura

- La temperatura presenta una amplia oscilación cuya magnitud depende de la latitud, altitud, época del año y la distancia al mar.
- Para determinar la temperatura media diaria, lo más exacto es hacer el promedio de las temperaturas obtenidas cada hora en el transcurso de las 24h del día.
- También se puede considerar como temperatura media diaria al promedio de la máxima y mínima registradas al día.
- La media mensual se obtiene sumando las diarias y dividiendo entre el número de días del mes.
- La media anual es el promedio de las 12 medias mensuales.

Para fines climatológicos se usan las temperaturas medias normales que son el promedio de varios años (10 o más) ya que de un año a otro hay variaciones. (Ayllón, T. 1996).

2.2.5 Humedad.

Para la autora Ayllón, (1996). El vapor de agua es uno de los componentes más importantes de la atmosfera; su cantidad es muy variable y da lugar a numerosos fenómenos atmosféricos.

Se entiende por humedad la cantidad de vapor presente en el aire.

2.2.5.1 Humedad absoluta.

Es la cantidad de gramos de vapor de agua existente en 1m³ de aire. Por tanto, la humedad absoluta constituye la densidad de agua existente en el aire.

2.2.5.2 Humedad específica.

Es la cantidad de gramos de vapor de agua contenidos en un kilogramo de aire húmedo; es decir, en una mezcla de aire seco y vapor de agua.

2.2.5.3 Humedad relativa.

Es la relación expresada en porcentaje, entre la cantidad de vapor de agua realmente existente en la atmosfera y la que existiría si el aire estuviera saturado a la misma temperatura.

Esta relación se obtiene a partir de la tensión de vapor actual y la tensión máxima de saturación.

Si se llama *p* al peso actual de vapor por m3, P a su valor máximo de saturación a la misma temperatura, y *f* y F a las tensiones respectivas, se tiene, para la humedad relativa R:

$$R = \frac{f}{F} = \frac{P}{p}$$
 Ec. (2.7)

Por tanto, el valor de la humedad relativa puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$Hr = \frac{Tensi\'on real del vapor}{Tensi\'on desaturaci\'on ala temperatura del aire} x100$$
 Ec. (2.8)

2.2.6 Evapotranspiración.

Aparicio, FJ. (2001). La evapotranspiración o uso consuntivo es un factor determinante en el diseño de sistemas de riego, incluyendo las obras de almacenamiento, conducción, distribución y drenaje. Especialmente, el volumen útil de una presa para abastecer a una zona de riego depende en gran medida del uso consuntivo.

Está constituida por las pérdidas totales, es decir: evaporación de la superficie evaporante (del suelo y agua) + transpiración de las plantas.

Para el cálculo de estas cantidades de agua se han desarrollado métodos basados en datos meteorológicos, de los cuales los más conocidos son el de Thornthwaite y el de Blaney-Criddle. (Villón, B. 2004)

2.2.6.1 *M*étodo de Thornthwaite.

Este método, desarrollado en 1944, calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante la fórmula: (Aparicio, FJ. 2001) Su procedimiento es el siguiente:

$$U_{j} = 1.6K_{a} \left(\frac{10t_{j}}{I}\right)^{a}$$
 Ec. (2.9)

$$I = \sum_{i=1}^{12} i_j$$
 Ec. (2.10)

$$i_j = \left(\frac{t_j}{5}\right)^{1.514}$$
 Ec. (2.11)

$$a = 0.6751x10^{-6}I^3 - 0.771x10^{-4}I^2 + 1.792x10^{-2}I + 0.49239$$
 Ec. (2.12)

Donde:

U_i= uso consuntivo en el mes j, en cm

t_i= temperatura media mensual del mes j, °C

a, l= constantes ; l(Índice de eficiencia de temperatura)

j= número de mes

a= exponente que varía con el índice anual de calor de localidad

Ka=Constante que depende de la latitud y mes del año (tabla 2.2)

Tabla 2.2. Valores de K_a.

Mes Latitud ®	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC
0°	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10°	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20°	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.91
30°	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35°	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40°	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45°	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50°	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

Fuente: Aparicio, F. Fundamentos de hidrología de superficie. (2001)

2.2.6.2 *M*étodo de Blaney-Criddle.

Aparicio, FJ. (2001), dice que en este método se toma en cuenta, además de la temperatura y las horas de sol diarias, el tipo de cultivo, la duración de su ciclo vegetativo, la temporada de siembra y la zona.

El ciclo vegetativo de un cultivo es el tiempo que transcurre entre la siembra y la cosecha y, por supuesto, varía de cultivo a cultivo

Los datos son obtenidos con base en la fórmula: Monsalve, G (2006)

$$U = \frac{t_p K}{100}$$
 Sistema inglés Ec. (2.13)

En el sistema decimal, la fórmula es igual a:

$$U = \frac{K_p}{100} (45.72t + 812.8)$$
 Ec. (2.14)

Donde:

U= Uso consuntivo mensual (mm)

K= coeficiente de uso consuntivo según tipo de vegetación (Tabla 2.4)

p= % de horas diurnas en el mes, sobre el total de horas diurnas en año, presentado en la (Tabla 2.3)

t= temperatura media mensual (°C)

Tabla 2.3. Porcentaje de horas diurnas, p, en la ecuación de Blaney-Criddle (Latitud Sur).

Mes Latitud °	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC
0°	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
10°	8.86	7.87	8.53	8.09	8.18	7.86	8.14	8.27	8.17	8.62	8.53	8.88
20°	9.24	8.09	8.57	7.94	7.85	7.43	7.76	8.03	8.13	8.76	8.87	9.33
30°	9.70	8.33	8.62	7.73	7.45	6.96	7.31	7.76	8.07	8.97	9.24	9.85
40°	10.27	8.63	8.67	7.49	6.97	6.37	6.76	7.41	8.02	9.21	9.71	10.49

Fuente: Monsalve, G. Hidrología en la ingeniería. (2006)

El cultivo que se ha tomado en consideración para el cálculo es Pastos, recomendado por el director del proyecto.

Tabla 2.4. Coeficientes de uso consuntivo mensual K para uso en la ecuación de Blaney-Criddle.

Cosecha	Región	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV
	California, zona costera	0.6	0.65	0.7	0.8	0.85	0.85	0.8	0.7	0.6
Alfalfa	California, interior	0.65	0.7	0.8	0.9	1.1	1	0.85	0.8	0.7
Allalla	Dakota del Norte		0.84	0.89	1	0.86	0.78	0.72		
	Utah, St. George		0.88	1.15	1.24	0.97	0.87	0.81		
Maíz	Dakota del Norte			0.47	0.63	0.78	0.79	0.7		
Algodón	Arizona		0.27	0.3	0.49	0.86	1.04	1.03	0.81	
Aigodon	Texas	0.24	0.22	0.61	0.42	0.5				
Cultivo de										
huertos	Arizona	0.57	0.6	0.6	0.64	0.64	0.68	0.68	0.65	0.62
Cítricos	California, zona costera		0.4	0.42	0.52	0.55	0.55	0.55	0.5	0.45
	California, localidad									
Pastos	Murrieta			0.84	0.84	0.77	0.82	1.09	0.7	
Papas	Dakota del Norte			0.45	0.74	0.87	0.75	0.54		
гараз	Dakota del Sur			0.69	0.6	0.8	0.89	0.39		
Cereales										
menores	Dakota del Norte		0.19	0.55	1.13	0.77	0.3			
Trigo	Texas	0.64	1.16	1.26	0.87					
Sorgo	Arizona					0.34	0.72	0.97	0.62	0.6
oorgo	Kansas				0.8	0.94	1.17	0.86	0.47	

	Texas				0.26	0.73	1.2	0.85	0.49	
Soya	Arizona				0.26	0.58	0.92	0.92	0.55	
Azúcar de	California, zona costera		0.39	0.38	0.36	0.37	0.35	0.38		
remolacha	California, interior		0.3	0.6	0.86	0.96	0.91	0.41		
	Montana					0.83	1.05	1.02		
Hortalizas	California, interior	0.19	0.26	0.38	0.55	0.71	0.82	0.69	0.37	0.35

Fuente: Monsalve, G. Hidrología en la ingeniería. (2006)

2.2.6.3 Método de Turc.

Turc estudio 254 hoyas hidrográficas de todo el mundo. Monsalve, G (2006) De acuerdo con Turc:

$$\overline{E} = \frac{\overline{P}}{\left(0.9 + \frac{\overline{P}^2}{\left[L(t)\right]^2}\right)^{0.5}}$$
 Ec. (2.15)

Donde:

 \overline{E} = evapotranspiración media anual (mm)

P = precipitación media anual (mm)

L (t)=
$$300 + 25t + 0.05t^2$$

t= temperatura media anual (°C)

2.2.7 Presión del aire.

Es la presión que ejerce la atmosfera sobre la corteza terrestre, debido a la gravedad, la presión atmosférica es mayor a medida que estamos en zonas más bajas del planeta (más cerca al nivel del mar), y se hace menos a mayor altura.

"La oscilación anual es muy variable en amplitud, siendo esta mínima en las zonas ecuatoriales". Custodio, E. (2001).

2.2.7.1 Distribución geográfica de la presión.

La distribución de las presiones en una carta del tiempo se estudia así:

- a. Isobaras.- son líneas que unen los puntos de igual presión barométrica.
- **b.** Isóbaras.- son líneas que unen puntos de igual variación bárica, es decir la diferencia entre la presión actual y la observada 3horas antes.
- **c.** Isanómalas báricas.- son líneas que unen puntos de igual anomalía barométrica, entre la presión actual y la presión normal de la misma época del año.

2.2.7.2 Sistemas de presión.

Al trazar las isobaras en un mapa del tiempo, pueden formarse:

Centros de alta presión o anticiclones; centros de baja presión o ciclones, borrascas o depresiones; cuñas de alta presión y vaguadas.

- a. Anticiclones.- se forman cuando las isobaras se cierran alrededor de una alta presión. Los vientos soplan hacia afuera siguiendo el gradiente de la presión. Por la fuerza de Coriolis los vientos soplan afuera en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio Sur, y en sentido directo en el hemisferio
- **b.** Ciclones.- se forman cuando las isobaras se cierran alrededor de una baja presión.
 - Los vientos soplan hacia el interior siguiendo el gradiente de la presión.
 - Por la fuerza de Coriolis los vientos soplan al interior en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio Norte, y en sentido directo en el hemisferio Sur.
- c. Cuñas de alta presión.- se forman cuando las isobaras no se cierran y quedan abiertas en forma de U o V. La presión aumenta hacia el interior. El aire es estable, seco y el cielo despejado.
- d. Vaguadas.- se forman cuando las isobaras no se cierran y quedan abiertas en forma de U o V. La presión disminuye hacia el interior, son formadas por la convergencia de masas de aire. El aire es inestable, en las capas bajas con movimiento ascendente.

2.2.8 Viento.

norte.

El viento se determina por la dirección, o punto del horizonte desde donde sopla, y por su velocidad de la cual depende su mayor o menor fuerza. Candel, Vila (1979).

2.2.8.1 Factores que influyen en el viento.

- a. La fuerza de la presión.
- b. La fuerza desviadora de Coriolis
- c. La fuerza de fricción cerca de la superficie hasta 500 m de la altura

2.2.8.2 Dirección y velocidad del viento.

Para Candel, R. (1979), la dirección es el rumbo del cual procede el viento, (que puede ser más o menos inclinada) tiene una componente vertical, en ascenso o en descenso, y una componente horizontal. El viento se designa por el correspondiente rumbo de la rosa náutica o rosa de los vientos, por tanto un viento del NE es un viento que está soplando del NE. La dirección se determina de acuerdo con los 8 o 16 rumbos de la rosa náutica, a partir del norte geográfico.

La velocidad del viento, también llamada fuerza del mismo, se mide por medio de anemómetros en en m/s, km/h o en nudos (1nudo=1mill/h ó 0.51m/s)

1m/s=3.6km/h=1.94nudos

La velocidad del viento en la superficie nunca es constante durante un gran intervalo de tiempo; por lo general varia rápido y continuamente.

Para conocer la velocidad media del viento es preciso determinar la media en un intervalo de 10 minutos; para ello se utilizan anemómetros y anemógrafos; los últimos registran en una gráfica los cambios de la velocidad del viento.

"Las variaciones de dirección y velocidad del viento son muy aleatorias". Custodio, E.; Llamas. MR (2001).

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta etapa se evalúan los resultados obtenidos a través de los procedimientos a lo largo del estudio, de tal forma de encontrar los elementos que permitan entender los resultados dados por los procedimientos estadísticos, matemáticos y gráficos a utilizarse en el estudio.

3.1 Estación Colegio Militar-Loja

La estación del Colegio Militar-Loja se encuentra ubicada en la ciudad de Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2033m.s.n.m.

Régimen térmico

En la Tabla 3.1 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes y el valor promedio anual en la estación Colegio Militar. Se tiene que el valor promedio anual de temperatura máxima es de 24.94 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante cinco meses del año: Abril, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura máxima está por encima del valor promedio anual. Siendo noviembre el mes con mayor temperatura promedio en unos 26.35 °C, con más de dos grados centígrados por encima de la media. Mientras que la temperatura más baja se registra en Junio con 23.55 °C.

Al analizar el valor promedio de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación, se tiene que el valor promedio anual es de unos 16.62°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante siete meses del año: Enero, Marzo, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio con 17.15 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Julio con unos 15.87 °C.

Así mismo se analiza el valor promedio de la temperatura mínima por cada mes, y el valor promedio mínimo de todo el año en la misma estación. Se tiene que el valor promedio anual es de unos 8.66°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante cinco meses del año: Enero, Febrero, Abril, Junio, y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor

promedio anual. Siendo Enero el mes con temperaturas promedio mínimas más altas en 10.85 °C, con más de dos grados centígrados por encima de la media. El mes con temperatura más baja se registra en Septiembre con 6.80 °C.

Tabla 3.1. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación Colegio Militar.

		٧	ALORE	S MEN	ISUALI	ES Ten	peratu	ra Máx	ima				MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC	ANUAL (°C)
2011	24.20	24.30	24.40	25.20	25.10	24.10	24.80	24.60	25.20	26.00	26.50	25.20	24.94
2012	25.20	24.20	24.70	25.50	23.30	23.00	24.90	24.60	25.20	26.00	26.20	26.10	24.04
Promedio	24.70	24.25	24.55	25.35	24.20	23.55	24.85	24.60	25.20	26.00	26.35	25.65	

		,	VALOR	ES ME	NSUAL	.ES Tei	mperat	ura Me	dia				MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAD	ADD	MAY	II INI		400	CED	ост	NOV	DIC	ANUAL (°C)
ANUS													, ,
2011	16.88	16.74	16.74	16.69	16.37	16.49	15.56	16.73	16.53	16.32	16.81	16.90	16.62
2012	16.82	16.41	16.82	16.46	16.36	16.12	16.17	16.58	17.00	17.04	17.49	16.81	10.02
Promedio	16.85	16.58	16.78	16.58	16.36	16.31	15.87	16.66	16.76	16.68	17.15	16.86	

		VA	LORES	MENS	UALES	Temp	eratu	ra Míni	ma				MEDIA
4ÑOO	-N-	FED		400				100	050	007	NOV	DIO	ANUAL
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCI	NOV	DIC	(°C)
2011	9.40	11.20	7.30	11.20	5.90	9.10	8.20	6.70	8.10	4.40	5.80	11.90	8.66
2012	12.30	9.90	9.90	9.40	8.30	9.00	8.30	8.20	5.50	9.30	10.10	8.40	0.00
Promedio	10.85	10.55	8.60	10.30	7.10	9.05	8.25	7.45	6.80	6.85	7.95	10.15	

Fuente: El Autor

La Figura 3.1 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura máxima, media y mínima de la estación Colegio Militar. Según la tabla 3.1 la variación en el promedio mensual de la temperatura en todo el año no supera los 2.5 °C.

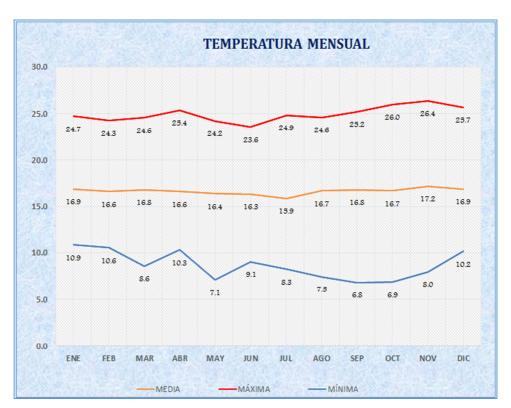


Figura 3.1. Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación Colegio Militar-Loja.

Régimen pluviométrico

En la figura 3.2 se presenta el régimen de 2 años (2011-2012) de precipitación en la estación Colegio Militar-Loja. Se puede observar que las mayores cantidades de precipitación se presentan en los meses de Febrero, Abril y Diciembre. El máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Febrero con un promedio de 152.20mm. Por otra parte entre los meses de Mayo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Agosto con un valor promedio de 33.60mm.

De esta forma se puede decir que la precipitación en la estación Colegio Militar-Loja consta de dos fases; un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril; un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.2. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación Colegio Militar.

			VA	LORES	MENSU	ALES P	recipita	ción					MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	ANUAL
2011	35.00	197.60	99.60	151.20	36.80	39.20	98.00	37.20	69.00	82.00	104.40	108.60	
2012	137.40	106.80	55.00	92.00	101.20	74.60	24.40	30.00	24.00	115.20	89.80	114.80	84.33
PROMEDIO	86.20	152.20	77.30	121.60	69.00	56.90	61.20	33.60	46.50	98.60	97.10	111.70	

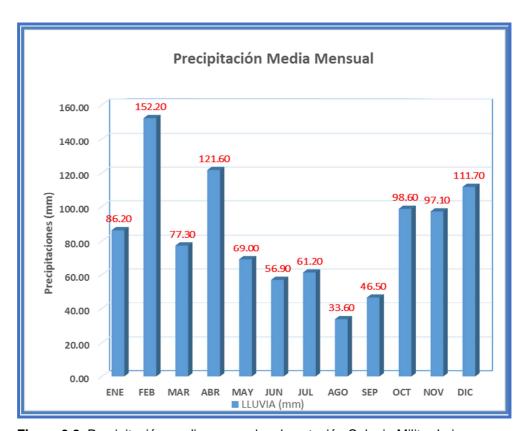


Figura 3.2. Precipitación media mensual en la estación Colegio Militar-Loja.

Fuente: E Autor.

Velocidad y dirección del viento promedio mensual.

En la Tabla 3.3 se muestran los valores promedios de velocidad del viento de los años 2011-2012. Durante los dos años se obtuvo una velocidad promedio de 0.86m/s y una velocidad máxima de 4.01 m/s en el mes de Septiembre, despuntando a la velocidad máxima anual.

Tabla 3.3. Velocidad y Dirección promedio y máxima mensual, anual en la Estación Colegio Militar.

			VALO	RES DE V	/ELOCID	AD DE VI	ENTO MI	ENSUALE	S				
													MEDIA
Vel/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(m/s)
2011	0.71	0.62	0.72	0.78	0.94	0.96	1.01	1.38	1.21	0.75	0.59	0.55	0.86
2012	0.57	0.48	0.82	0.56	0.90	0.99	1.31	1.44	1.47	0.72	0.57	0.57	0.00
PROMEDIO	0.64	0.55	0.77	0.67	0.92	0.98	1.16	1.41	1.34	0.73	0.58	0.56	
2011	1.80	1.59	1.86	1.84	2.39	2.44	2.60	3.49	3.53	2.19	1.82	1.81	2.50
2012	1.78	1.59	2.63	1.77	2.79	3.13	4.18	4.38	4.49	2.23	1.85	1.95	2.50
MÁXIMA	1.79	1.59	2.24	1.81	2.59	2.78	3.39	3.93	4.01	2.21	1.83	1.88	_
			VALO	RES DE I	DIRECCIO	ON DE VI	ENTO ME	NSUALE	S				
													MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	Anual
2011	192.63	213.63	213.70	213.45	171.58	188.15	187.94	157.90	152.80	208.64	215.55	215.46	188.84
2012	217.08	215.04	177.39	205.55	172.58	178.69	143.82	141.22	134.60	199.34	212.98	202.41	
PROMEDIO	204.85	214.34	195.55	209.50	172.08	183.42	165.88	149.56	143.70	203.99	214.26	208.93	

La Figura 3.3 muestra el comportamiento mes a mes de la velocidad promedio del viento, con su respectivo valor máximo, Donde se observa que el promedio de la velocidad posee un período de aumento que va desde Mayo hasta llegar al mes de Septiembre, donde tiene su máximo valor mensual. Luego posee un proceso de disminución de la velocidad hasta finalizar el año. El valor más bajo de los promedios mensuales se encuentra en el mes de Febrero.

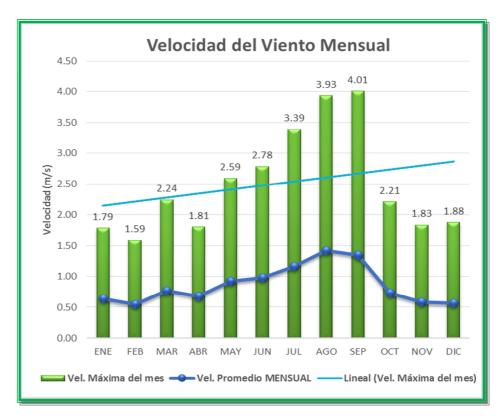


Figura 3.3 Velocidad del viento en la estación Colegio Militar-Loja.

3.2 Estación finca Colegio Técnico-Loja

La estación de la Finca Colegio Técnico-Loja se encuentra ubicada en la ciudad de Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2377m.s.n.m.

Régimen térmico

En la Tabla 3.4 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes y el valor promedio anual en la estación Colegio Técnico. Se tiene que el valor promedio anual de temperatura máxima es de 22.20 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Abril, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura máxima está por encima del valor promedio anual. Siendo Octubre el mes con mayor

temperatura promedio en 23.25 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. Mientras que la temperatura más baja se registra en Junio con 21.15 °C.

Al analizar el valor promedio de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación. Se observa que el valor promedio anual es de unos 14.36°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Enero, Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio en unos 14.99 °C, aproximándose a medio grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Junio con unos 14.15 °C.

Así mismo el valor promedio de la temperatura mínima por cada mes, y el valor promedio mínimo de todo el año en la misma estación. Se observa que el valor promedio anual es de unos 9.75 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante cinco meses del año: Enero, Febrero Abril, Junio, y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Abril el mes con mayor temperatura mínima promedia en 10.55 °C, con más de un grado centígrados por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Mayo con 8.45 °C.

Tabla 3.4. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación Colegio Técnico.

				VAL	ORES	MENSU	JALES	Tempe	ratura	Máxima	a			MEDIA
														ANUAL
AÑ	os	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(°C)
20	11	21.80	22.90	21.50	22.10	22.80	21.00	21.20	22.60	22.40	22.40	22.00	22.40	22.20
20	12	22.20	20.80	22.20	22.80	20.80	21.30	22.80	22.90	22.80	24.10	22.50	22.40	22.20
Prom	edio	22.00	21.85	21.85	22.45	21.80	21.15	22.00	22.75	22.60	23.25	22.25	22.40	

		1	VALOR	ES ME	NSUAL	ES Ter	mperat	ura Me	dia				MEDIA
													ANUAL
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(°C)
2011	14.50	14.42	14.45	14.58	14.27	14.32	13.29	14.32	14.08	14.60	14.77	14.44	14.36
2012	14.55	14.13	14.48	14.64	14.18	13.98	13.66	14.04	14.49	14.71	15.20	14.52	14.50
Promedio	14.53	14.27	14.47	14.61	14.22	14.15	13.48	14.18	14.29	14.66	14.99	14.48	

		V	ALORE	SMEN	SUALE	S Tem	perati	ura Mír	nima				MEDIA	
													ANUAL	
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC 2011 9.80 10.70 9.00 10.80 7.30 10.20 9.10 9.40 9.20 6.90 11.10 11.30													
2011	9.80	10.70	9.00	10.80	7.30	10.20	9.10	9.40	9.20	6.90	11.10	11.30	9.75	
2012	11.20	10.20	10.00	10.30	9.60	10.20	9.10	9.60	10.60	10.30	8.50	9.70	3.70	
Promedio	10.50	10.45	9.50	10.55	8.45	10.20	9.10	9.50	9.90	8.60	9.80	10.50		

La Figura 3.4 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura máxima, media y mínima de la estación Colegio Técnico. Según la tabla 3.5, la variación en el promedio mensual de la temperatura en todo el año no supera los 2.5 °C.

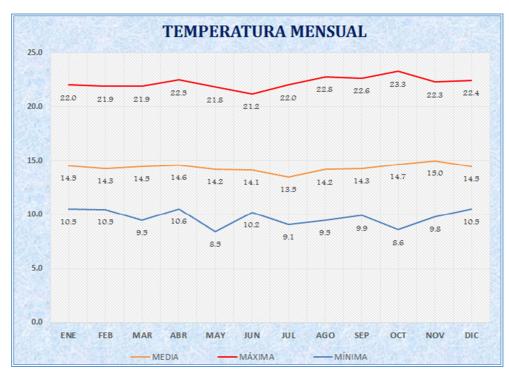


Figura 3.4. Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación Colegio Técnico-Loja.

Fuente: El Autor

Régimen pluviométrico

En la figura 3.5 se presenta el régimen de precipitación para 2 años (2011-2012) en la estación Finca Colegio Técnico-Loja. Se puede observar que las mayores cantidades de

precipitación se presentan entre los meses de Octubre y Abril. El máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Febrero con un promedio de 220.70mm. Por otra parte entre los meses de Mayo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Agosto con un valor promedio de 27.50 mm.

De esta forma se puede decir que la precipitación en la estación Finca Colegio Técnico-Loja consta de dos fases; un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril; y un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.5. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación Finca Colegio Técnico.

VALORES MI	ENSUALES												MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	ANUAL
2011	63.05	218.60	165.20	176.20	59.20	54.00	66.80	37.20	55.60	78.40	114.80	152.20	02.42
2012	185.20	222.80	60.20	83.00	64.60	59.00	7.80	17.80	19.00	111.80	74.40	95.20	93.42
PROMEDIO	124 13	220.70	112 70	129 60	61 90	56 50	37 30	27 50	37 30	95 10	94 60	123 70	

Fuente: El Autor

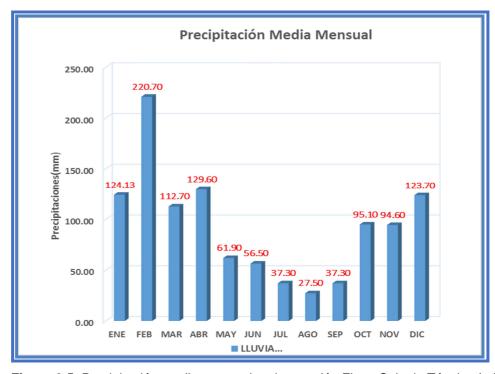


Figura 3.5. Precipitación media mensual en la estación Finca Colegio Técnico-Loja.

Velocidad y dirección del viento promedio mensual.

En la Tabla 3.6 se muestran los valores promedios de velocidad del viento de los años 2011-2012. Durante los dos años se obtuvo una velocidad promedio de 0.79 m/s y una velocidad máxima de 3.35 m/s en el mes de Septiembre, despuntando a la velocidad máxima anual.

Tabla 3.6. Velocidad promedio y Máxima mensual, en la Estación Finca Colegio Técnico.

			VALO	RES DE V	FLOCIDA	ID DE VII	ENTO ME	NSIIALE	C				l
			VALO	INLS DE V	LLOCIDA	VD DE VII		INSUALL	. 				
													MEDIA
Vel/mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(m/s)
2011	0.59	0.66	0.86	0.69	0.91	0.79	0.98	1.04	1.00	0.75	0.63	0.59	0.79
2012	0.49	0.52	0.72	0.68	0.82	0.96	1.22	1.12	1.11	0.64	0.58	0.64	
PROMEDIO	0.54	0.59	0.79	0.68	0.86	0.88	1.10	1.08	1.05	0.69	0.61	0.61	
2011	1.68	1.74	2.17	1.72	2.39	2.16	2.62	2.80	3.03	2.22	2.04	1.98	2.39
2012	1.69	1.75	2.45	2.09	2.62	3.07	3.83	3.67	3.66	2.08	1.87	2.11	
MÁXIMA	1.69	1.75	2.31	1.90	2.50	2.62	3.22	3.24	3.35	2.15	1.96	2.04	
			VALO	RES DE D	IRECCIÓ	N DE VIE	NTO ME	NSUALE	S				
													MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	ANUAL
2011	216.02	213.15	217.43	243.85	224.01	221.89	215.88	217.41	216.94	222.61	208.03	208.97	226.67
2012	226.11	225.21	231.79	229.47	256.74	244.28	242.62	236.80	226.21	236.61	230.41	227.55	
PROMEDIO	221.06	219.18	224.61	236.66	240.38	233.08	229.25	227.10	221.58	229.61	219.22	218.26	

Fuente: El Autor

La Figura 3.6 muestra el comportamiento mes a mes de la velocidad promedio del viento, con su respectivo valor máximo. Donde se observa que el promedio de la velocidad posee un período de aumento que va desde Marzo hasta llegar al mes de Octubre, donde tiene su máximo valor mensual. Luego posee un proceso de disminución de la velocidad hasta el mes de Abril. El valor más bajo de los promedios mensuales se encuentra en el mes de Enero.

El valor máximo promedio de velocidad del viento se muestra en Septiembre con un valor de 3.35 m/s. El promedio de la velocidad de dicho mes tiene un valor superior al mostrado por cinco meses (de Mayo a Septiembre).

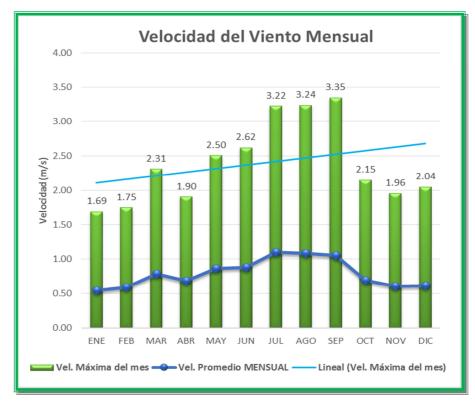


Figura 3.6 Velocidad del viento en la estación Colegio Técnico-Loja.

Fuente: El Autor

3.3 Estación finca Jipiro Alto-Loja

La estación de la Finca Jipiro Alto-Loja se encuentra ubicada en la ciudad de Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2218m.s.n.m.

Régimen térmico

En la Tabla 3.7 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes y el valor promedio anual en la estación Jipiro Alto. Se tiene que el valor promedio anual de temperatura máxima es de 22.88 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se

observa que al menos durante siete meses del año: Enero, Marzo, Abril, Julio, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura máxima está por encima del valor promedio anual. Siendo Octubre el mes con mayor temperatura promedio en 24.65 °C, con más de dos grados centígrados por encima de la media. Mientras que la temperatura más baja se registra en Junio con 21.05 °C.

Al observar la tabla 3.7 se muestra el valor promedio de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación, se obtiene que el valor promedio anual es de 15.26°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Marzo, Abril, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio con 15.83°C, con más de medio grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Julio con unos 14.48 °C.

Así mismo en la tabla 3.7, se observa el valor promedio de la temperatura mínima por cada mes, y el valor promedio mínimo de todo el año en la misma estación. Se tiene que el valor promedio anual es de unos 9.83 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Enero, Febrero Abril, Junio, Agosto y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Enero y Abril el mes con mayor temperatura promedio en 11 °C, con más de dos grados centígrados por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Mayo con 7.6 °C.

Tabla 3.7. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación Jipiro Alto.

		V	ALORE	S MEN	ISUALI	ES Ten	nperatu	ra Máx	ima				MEDIA
													ANUAL
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(°C)
2011	22.00	23.10	24.60	23.30	24.30	21.90	24.40	21.40	23.10	25.20	24.70	23.20	22.88
2012	23.70	21.30	23.30	23.50	19.60	20.20	21.60	21.20	21.60	24.10	23.70	24.00	22.00
Promedio	22.85	22.20	23.95	23.40	21.95	21.05	23.00	21.30	22.35	24.65	24.20	23.60	

		'	VALOR	ES ME	NSUAL	.ES Tei	mperat	ura Me	dia				MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC	ANUAL (°C)
2011	14.86	15.43	15.53	15.37	15.28	15.32	14.30	15.36	15.23	15.29	15.70	15.31	15.26
2012	15.28	14.92	15.29	15.49	15.00	15.01	14.67	15.10	15.47	15.56	15.96	15.51	13.20
Promedio	15.07	15.17	15.41	15.43	15.14	15.16	14.48	15.23	15.35	15.43	15.83	15.41	

		VA	LORES	MENS	UALE	S Temp	eratu	ra Míni	ma				MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC	ANUAL (°C)
2011	10.60	11.70	8.70	11.10	6.90	10.80	8.80	10.30	9.50	6.90	7.90	11.90	9.83
2012	11.40	10.20	10.70	10.90	8.30	10.10	9.60	10.90	8.90	10.60	9.60	9.50	3.03
Promedio	11.00	10.95	9.70	11.00	7.60	10.45	9.20	10.60	9.20	8.75	8.75	10.70	

La Figura 3.7 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura máxima, media y mínima de la estación Jipiro Alto. Según la tabla 3.8, la variación en el promedio mensual de la temperatura en todo el año no supera los 2.0 °C.

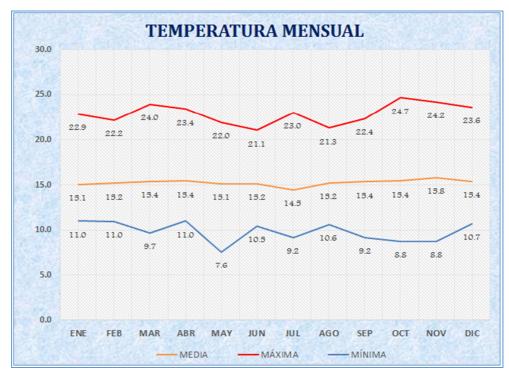


Figura 3.7. Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación Jipiro Alto-Loja.

Régimen pluviométrico

En la figura 3.8 se presenta el régimen de precipitación para dos años (2011-2012) en la estación Finca Jipiro Alto-Loja. Se puede observar que las mayores cantidades de precipitación se presentan en los meses de Abril y Diciembre; así mismo el máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Febrero con un promedio de 161.30mm. Por otra parte los valores en los meses de Enero y Marzo son bajos, debido a que la estación no funciono completamente en dichos meses; mientras que en la figura 3.9, se observa la precipitación mínima en el mes de Agosto con un valor promedio de 37.20mm.

De esta forma se puede definir que la precipitación en la estación Jipiro Alto-Loja consta de dos fases, un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril; del mismo modo consta de un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.8. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación Finca Jipiro Alto.

			VALC	RES MI	ENSUA	LES Pr	ecipita	ción					MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	ANUAL
2011	3.60	186.40	20.40	106.00	51.00	57.80	82.20	42.80	63.60	60.00	86.80	132.20	73.65
2012	114.80	136.20	60.20	45.60	70.00	80.80	25.20	31.60	24.60	76.20	92.00	117.60	
PROMEDIO	59.20	161.30	40.30	75.80	60.50	69.30	53.70	37.20	44.10	68.10	89.40	124.90	

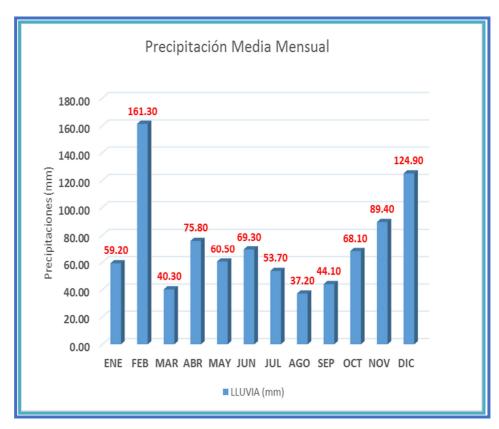


Figura 3.8. Precipitación media mensual en la estación Jipiro Alto-Loja.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PROMEDIO MENSUAL.

En la Tabla 3.9 se muestran los valores promedios de velocidad del viento de los años 2011-2012. Durante los dos años se obtuvo una velocidad promedio de 3.38 m/s y una velocidad máxima de 10.08 m/s en el mes de Septiembre, despuntando a la velocidad máxima anual.

Tabla 3.9. Velocidad promedio y Máxima mensual, anual en la Estación Jipiro Alto.

		1	/ALORE	S DE VE	LOCIDA	DE V	IENTO N	IENSUA	LES				
													MEDIA
Vel/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(m/s)
2011	2.37	1.86	2.45	2.10	3.75	3.76	4.62	5.29	4.92	2.37	1.82	2.01	3.38
2012	2.14	1.91	3.52	2.35	4.07	4.65	6.53	5.83	5.92	2.34	2.04	2.39	0.00
PROMEDIO	2.26	1.89	2.99	2.23	3.91	4.21	5.57	5.56	5.42	2.36	1.93	2.20	
2011	3.78	3.14	4.05	3.49	6.40	6.35	7.92	9.12	9.04	4.34	3.43	3.88	6.08
2012	3.89	3.54	6.58	4.21	7.49	8.62	11.93	10.86	11.12	4.42	3.72	4.49	0.00
MÁXIMA	3.84	3.34	5.32	3.85	6.95	7.48	9.92	9.99	10.08	4.38	3.58	4.18	
			VALORE	S DE DI	RECCIÓ	N DE VI	ENTO M	ENSUAI	ES				
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	MEDIA
2011	137.93	173.42	178.59	137.91	118.48	111.06	118.04	102.86	105.29	161.88	172.74	164.96	133.43
2012	143.38	163.21	108.95	148.90	110.01	104.44	94.80	99.32	97.36	133.72	169.43	145.53	100.40
PROMEDIO	140.66	168.32	143.77	143.41	114.25	107.75	106.42	101.09	101.32	147.80	171.09	155.24	

La Figura 3.9 muestra el comportamiento mes a mes de la velocidad promedio del viento, con su respectivo valor máximo. Donde se observa que el promedio de la velocidad posee un período de aumento que va desde Mayo hasta llegar al mes de Septiembre, donde tiene su máximo valor mensual. Luego posee un proceso de disminución de la velocidad hasta finalizar el año. El valor más bajo de los promedios mensuales se encuentra en el mes de Febrero.

El valor máximo promedio de la velocidad de viento se muestra en Septiembre con un valor de 10.08 m/s. El promedio de la velocidad de dicho mes tiene un valor superior al mostrado por cinco meses (de Abril a Agosto),

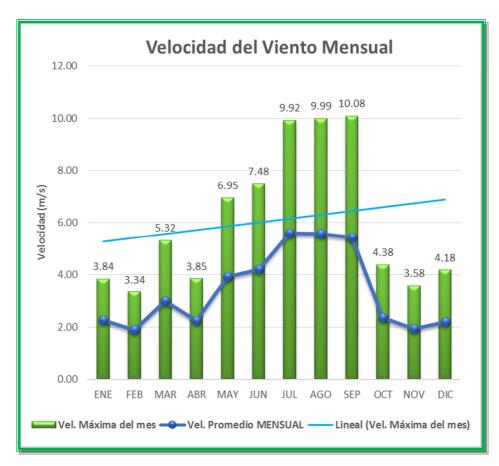


Figura 3.9. Velocidad del viento en la estación Jipiro Alto-Loja.

3.4 Estación UTPL-Loja

La estación de la UTPL-Loja se encuentra ubicada en la ciudad de Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2154m.s.n.m.

Régimen térmico

En la Tabla 3.10 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes y el valor promedio anual en la estación UTPL. Se tiene que el valor promedio anual de temperatura máxima es de 24.71 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante cinco meses del año: Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura máxima está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio en 25.90 °C,

con más de un grado centígrado por encima de la media. Mientras que la temperatura más baja se registra en Junio con 23.35 °C.

Al observar la tabla 3.10 el valor promedio de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación, se consigue que el valor promedio anual es de unos 16.35°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Marzo, Abril, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio en unos 16.90 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Julio con unos 15.49 °C.

Así mismo en la tabla 3.10 se observa el valor promedio de la temperatura mínima por cada mes, y el valor promedio mínimo de todo el año en la misma estación. Se tiene que el valor promedio anual es de unos 10.22 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Enero, Febrero Abril, Junio, Agosto y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Enero el mes con mayor temperatura promedio en 11.80 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Mayo con 7.95 °C.

Tabla 3.10. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación UTPL.

		V	ALORE	S MEN	ISUALI	ES Ten	peratu	ra Máx	ima				MEDIA
													ANUAL
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(°C)
2011	24.40	24.80	24.80	25.80	25.50	24.00	24.10	24.10	24.80	25.40	26.00	25.10	24.71
2012	24.10	24.20	25.10	25.40	22.60	22.70	24.80	23.90	24.40	25.60	25.80	25.60	27.71
Promedio	24.25	24.50	24.95	25.60	24.05	23.35	24.45	24.00	24.60	25.50	25.90	25.35	

		'	VALOR	ES ME	NSUAL	.ES Ter	nperati	ura Me	dia				MEDIA
													ANUAL
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(°C)
2011	15.91	16.47	16.53	16.58	16.24	16.36	15.22	16.50	16.29	16.35	16.60	16.40	16.35
2012	16.51	15.98	16.52	16.50	16.24	15.97	15.76	16.18	16.57	16.80	17.20	16.61	10.55
Promedio	16.21	16.23	16.53	16.54	16.24	16.17	15.49	16.34	16.43	16.57	16.90	16.50	

		V	ALORE	S MEN	SUAL	ES Ten	peratu	ra Míni	ima				MEDIA
													ANUAL
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(°C)
2011	10.80	12.30	9.20	12.00	7.40	10.90	9.20	10.60	9.70	6.80	7.60	12.60	10.22
2012	12.80	10.80	11.10	11.10	8.50	10.40	10.20	10.70	8.40	11.30	10.90	9.90	10.22
Promedio	11.80	11.55	10.15	11.55	7.95	10.65	9.70	10.65	9.05	9.05	9.25	11.25	

La Figura 3.10 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura máxima, media y mínima en la estación UTPL. Según la tabla 3.11, la variación en el promedio mensual de la temperatura en todo el año no supera los 2.5 °C.

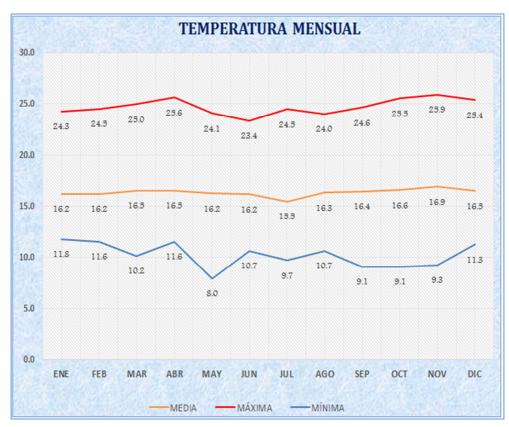


Figura 3.10 Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación UTPL-Loja.

Régimen pluviométrico

En la figura 3.11 se presenta el régimen de 2 años (2011-2012) de precipitación en la estación UTPL-Loja. Se puede observar que las mayores cantidades de precipitación se presentan entre los meses de Febrero y Diciembre; así mismo el máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Febrero con un promedio de 130.60mm. Por otra parte entre los meses de Marzo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Agosto con un valor promedio de 37.80mm.

De esta forma se puede definir que la precipitación en la estación UTPL-Loja consta de dos fases, un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril, del mismo modo consta de un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.11. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación UTPL.

			VALO	RES M	ENSU/	ALES P	recipit	ación					MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	ANUAL
2011	20.20	140.60	81.00	94.20	56.80	49.60	71.60	41.80	67.80	57.80	90.20	102.80	71.15
2012	131.20	120.60	43.80	91.20	67.60	74.60	27.60	33.80	27.80	66.60	62.20	86.20	71.10
PROMEDIO	75.70	130.60	62.40	92.70	62.20	62.10	49.60	37.80	47.80	62.20	76.20	94.50	

Fuente: El Autor

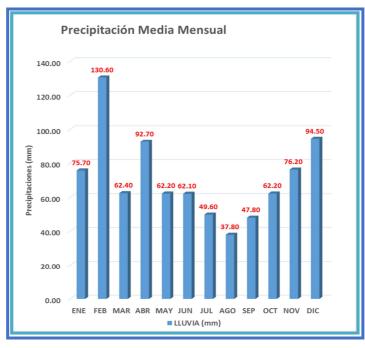


Figura 3.11. Precipitación media mensual en la estación UTPL-Loja.

Velocidad y dirección del viento promedio mensual.

En la Tabla 3.12 se muestran los valores promedios de velocidad del viento de los años 2011-2012. Durante los dos años se obtuvo una velocidad promedio de 0.76 m/s y una velocidad máxima de 5.10 m/s en el mes de Agosto, despuntando a la velocidad máxima anual.

Tabla 3.12. Velocidad promedio y Máxima mensual, anual en la Estación UTPL.

		V	/ALORE	S DE VE	LOCIDA	D DE V	IENTO M	IENSUA	LES				
													MEDIA
Vel/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(m/s)
2011	0.62	0.54	0.82	0.49	0.94	0.94	1.13	1.41	1.12	0.75	0.51	0.42	0.76
2012	0.33	0.32	0.76	0.38	0.70	0.89	1.32	1.33	1.29	0.51	0.36	0.44	0.70
PROMEDIO	0.48	0.43	0.79	0.43	0.82	0.91	1.22	1.37	1.21	0.63	0.44	0.43	
2011	1.99	1.73	2.32	1.83	3.17	3.32	3.91	4.70	3.95	2.20	1.71	1.76	3.02
2012	1.86	1.70	3.54	1.86	3.43	4.15	5.63	5.51	5.42	2.53	1.86	2.32	0.02
MÁXIMA	1.92	1.71	2.93	1.84	3.30	3.73	4.77	5.10	4.68	2.36	1.78	2.04	
		1	ALORE	S DE DI	RECCIÓ	N DE VI	ENTO M	ENSUA	LES				
													MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	Anual
2011	157.75	188.26	185.31	152.39	121.02	109.96	116.62	95.89	97.74	185.57	204.92	179.83	146.72
2012	166.93	180.53	124.18	174.01	124.40	125.59	107.16	108.83	109.25	149.66	184.28	171.19	170.72
PROMEDIO	162.34	184.39	154.74	163.20	122.71	117.78	111.89	102.36	103.49	167.62	194.60	175.51	

Fuente: El Autor

La Figura 3.12 muestra el comportamiento mes a mes de la velocidad promedio del viento, con su respectivo valor máximo. Donde se observa que el promedio de la velocidad posee un período de aumento que va desde Mayo hasta llegar al mes de Septiembre, donde tiene su máximo valor mensual. Luego posee un proceso de disminución de la velocidad hasta finalizar el año; el valor más bajo de los promedios mensuales se encuentra en el mes de Febrero.

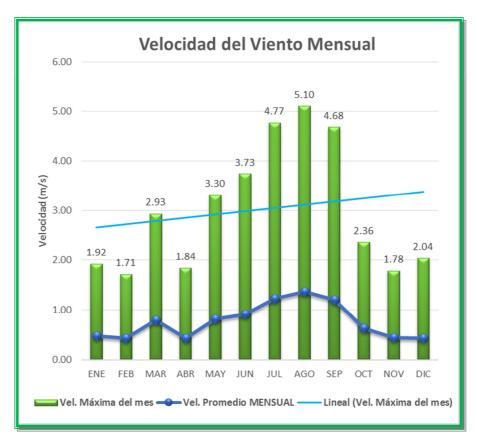


Figura 3.12. Velocidad del viento en la estación UTPL-Loja.

3.5 Estación Ventanas-Loja

La estación de Ventanas-Loja se encuentra ubicada en el cantón Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2816m.s.n.m.

Régimen térmico

En la Tabla 3.13 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes y el valor promedio anual en la estación Ventanas. Se tiene que el valor promedio anual de temperatura máxima es de 20.10 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante cinco meses del año: Abril, Julio, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura máxima está por encima del valor promedio anual. Siendo Octubre el mes con mayor temperatura promedio en 21.60 °C,

con más de un grado centígrado por encima de la media. Mientras que la temperatura más baja se registra en Enero con 19.05 °C.

Al analizar el valor promedio de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación, se observa que el valor promedio anual es de unos 11.02°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante siete meses del año: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio en unos 12.03 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Julio con unos 9.78 °C.

Así mismo se observa el valor promedio de la temperatura mínima por cada mes, y el valor promedio mínimo de todo el año en la misma estación. Se tiene que el valor promedio anual es de unos 7.25 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Septiembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Febrero el mes con mayor temperatura promedio en 8.15 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Octubre con 6 °C.

Tabla 3.13. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación Ventanas.

VALORES MENSUALES Temperatura Máxima													MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC	ANUAL (°C)
2011	19.30	19.30	19.90	20.80	19.70	20.70	20.80	20.40	20.20	21.30	21.60	19.80	20.10
2012	18.80	19.40	19.90	21.90	17.80	17.80	20.80	19.40	19.10	21.90	20.70	21.10	20.10
Promedio	19.05	19.35	19.90	21.35	18.75	19.25	20.80	19.90	19.65	21.60	21.15	20.45	

	VALORES MENSUALES Temperatura Media													
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC													
2011	11.41	11.38	11.38	11.41	11.09	10.87	9.76	10.54	10.35	11.53	11.88	11.20	11.02	
2012	11.23	11.01	10.91	11.65	10.65	10.36	9.80	10.21	10.56	11.56	12.17	11.48	11.02	
Promedio	11.32	11.19	11.15	11.53	10.87	10.62	9.78	10.38	10.46	11.54	12.03	11.34		

	VALORES MENSUALES Temperatura Mínima													
													ANUAL	
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC													
2011	7.80	8.20	6.80	8.10	6.80	7.60	6.80	6.80	7.70	4.30	6.30	7.90	7.25	
2012	8.30	8.10	8.20	7.80	7.70	6.80	6.00	6.50	7.00	7.70	8.10	6.80	7.20	
Promedio	8.05	8.15	7.50	7.95	7.25	7.20	6.40	6.65	7.35	6.00	7.20	7.35		

La Figura 3.13 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura máxima, media y mínima en la estación Ventanas. Según la tabla .14, la variación en el promedio mensual de la temperatura en todo el año no supera los 2.5 °C.

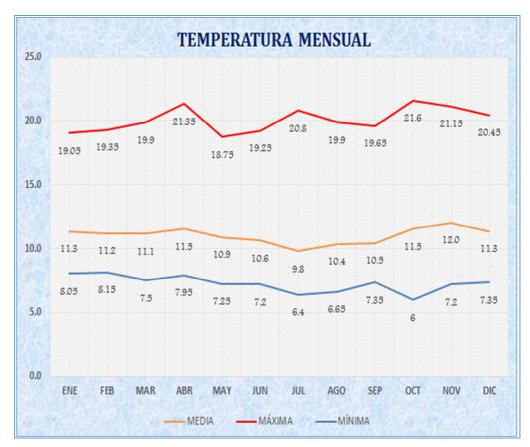


Figura 3.13. Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación Ventanas-Loja.

Régimen pluviométrico

En la figura 3.14 se muestra el régimen de 2 años (2011-2012) de precipitación en la estación Ventanas-Loja. Se puede observar que las mayores cantidades de precipitación se presentan entre los meses de Febrero y Noviembre; así mismo el máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Febrero con un promedio de 239.90mm. Por otra parte entre los meses de Marzo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Agosto con un valor promedio de 5.40mm.

De esta forma se puede definir que la precipitación en la estación Ventanas-Loja consta de dos fases, un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril; del mismo modo consta de un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.14. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación Ventanas.

			VALC	RES ME	ENSUA	LES Pr	ecipita	ción					MEDIA	
AÑOS														
2011	35.60	223.60	173.20	171.60	66.60	21.40	16.60	7.40	14.40	74.60	132.80	166.20	79.82	
2012	179.60	256.20	46.00	82.20	19.80	9.60	6.00	3.40	4.20	65.20	134.60	4.80	10.02	
PROMEDIO	107.60	239.90	109.60	126.90	43.20	15.50	11.30	5.40	9.30	69.90	133.70	85.50		

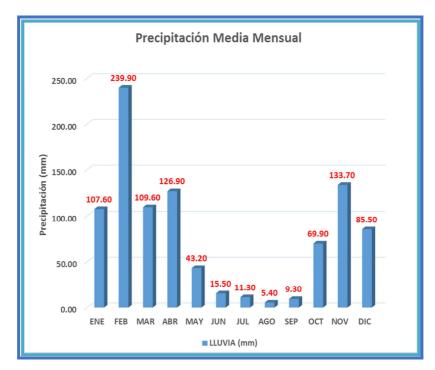


Figura 3.14. Precipitación media mensual en la estación Ventanas-Loja.

Velocidad y dirección del viento promedio mensual.

En la Tabla 3.15 se muestran los valores promedios de velocidad del viento de los años 2011-2012. Durante los dos años se obtuvo una velocidad promedio de 5.78 m/s y una velocidad máxima de 13.82 m/s en el mes Agosto, despuntando a la velocidad máxima anual.

Tabla 3.15. Velocidad promedio y Máxima mensual, en la Estación Ventanas.

VALORES DE VELOCIDAD DE VIENTO MENSUALES													
													MEDIA
Vel/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(m/s)
2011	3.28	2.38	2.67	3.72	6.25	8.12	8.41	10.62	9.26	2.30	1.81	3.17	5.78
2012	3.08	2.96	7.57	3.52	7.77	9.62	11.04	10.10	10.48	4.40	2.72	3.55	3.70
PROMEDIO	3.18	2.67	5.12	3.62	7.01	8.87	9.72	10.36	9.87	3.35	2.27	3.36	
2011	4.53	3.52	3.87	4.95	8.27	10.36	10.99	13.64	12.25	3.74	3.04	4.73	7.95
2012	4.55	4.36	10.11	5.04	10.47	12.86	14.99	13.99	14.50	6.26	4.21	5.51]
MÁXIMA	4.54	3.94	6.99	4.99	9.37	11.61	12.99	13.82	13.38	5.00	3.63	5.12	

		VA	LORES	DE DIR	ECCIÓN	DE VIE	NTO M	ENSUA	LES						
													MEDIA		
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC														
2011															
2012	120.46	142.14	94.04	125.22	87.78	150.43	96.01	75.68	75.75	123.82	142.30	154.82	117.81		
PROMEDIO	119.15	143.97	122.29	109.88	95.50	117.61	97.04	77.69	82.11	139.42	159.67	149.47			

La figura 3.15 muestra el comportamiento mes a mes de la velocidad promedio del viento, con su respectivo valor máximo. Donde se observa que el promedio de la velocidad posee un período de aumento que va desde Mayo hasta llegar al mes de Septiembre, donde tiene su máximo valor mensual. Luego posee un proceso de disminución de la velocidad hasta el mes de Abril. El valor más bajo de los promedios mensuales se encuentra en el mes de Noviembre.

El valor máximo promedio de velocidad del viento se muestra en Agosto con un valor de 13.82 m/s. El promedio de la velocidad de dicho mes tiene un valor superior al mostrado por cuatro meses (de Mayo a Septiembre).

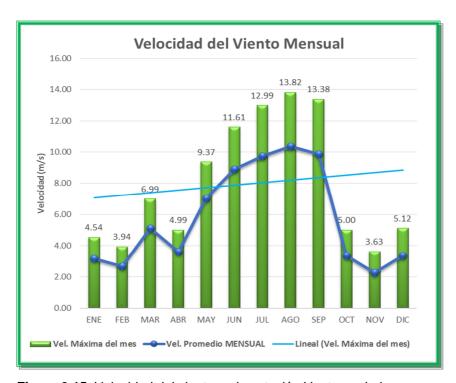


Figura 3.15. Velocidad del viento en la estación Ventanas-Loja.

3.6 Estación Villonaco-Loja

La estación de Villonaco-Loja se encuentra ubicada en la ciudad de Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2952m.s.n.m.

Régimen térmico

En la Tabla 3.16 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes y el valor promedio anual en la estación Villonaco. Se tiene que el valor promedio anual de temperatura máxima es de 20.23 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante cinco meses del año: Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura máxima está por encima del valor promedio anual. Siendo Octubre el mes con mayor temperatura promedio en 23.45 °C, con más de tres grados centígrados por encima de la media. Mientras que la temperatura más baja se registra en Agosto con 17.80 °C.

Al analizar el valor promedio de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación. Se observa que el valor promedio anual es de unos 10.44°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante siete meses del año: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Noviembre el mes con mayor temperatura promedio en unos 11.60 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Julio con unos 9 °C.

Así mismo se observa el valor promedio de la temperatura mínima por cada mes, y el valor promedio mínimo de todo el año en la misma estación. Se tiene que el valor promedio anual es de unos 7.03 °C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante seis meses del año: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Junio y Septiembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Enero y Febrero los meses con mayor temperatura promedio en 8 °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Octubre con 6 °C.

Tabla 3.16. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación Villonaco.

	VALORES MENSUALES Temperatura Máxima													
													ANUAL (°C)	
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC													
2011	18.60	21.50	23.20	20.70	21.30	21.20	20.10	18.40	22.10	24.60	24.80	19.20	20.23	
2012	18.70	18.30	19.40	22.00	15.70	15.30	18.40	17.20	16.90	22.30	20.80	24.80	20.20	
Promedio	18.65	19.90	21.30	21.35	18.50	18.25	19.25	17.80	19.50	23.45	22.80	22.00		

VALORES MENSUALES Temperatura Media													MEDIA	
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC													
2011	10.63	11.01	10.97	10.89	10.49	10.19	9.13	9.65	9.72	11.18	11.58	10.76	10.44	
2012	10.83	10.60	10.39	11.11	10.00	9.67	8.95	9.37	9.73	10.94	11.62	11.15	10.44	
Promedio	10.73	10.80	10.68	11.00	10.24	9.93	9.04	9.51	9.73	11.06	11.60	10.95		

VALORES MENSUALES Temperatura Mínima													MEDIA	
													ANUAL	
AÑOS	AÑOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC													
2011	7.70	8.10	6.60	7.60	6.30	7.40	6.60	6.60	7.40	4.40	5.70	7.30	7.03	
2012	8.30	7.90	8.00	7.80	7.40	6.70	5.90	6.30	6.70	7.60	7.90	6.40	7.00	
Promedio	8.00	8.00	7.30	7.70	6.85	7.05	6.25	6.45	7.05	6.00	6.80	6.85		

La Figura 3.16 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura máxima, media y mínima en la estación Villonaco. Según la tabla 3.16, la variación en el promedio mensual de la temperatura en todo el año no supera los 3.5 °C.

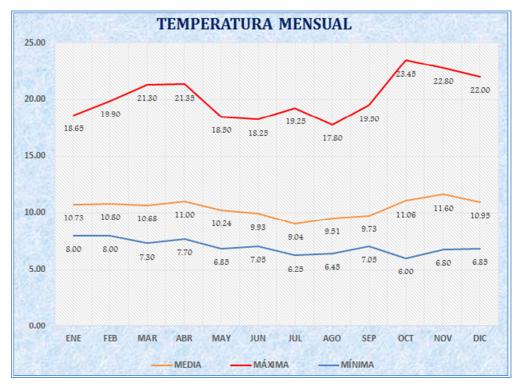


Figura 3.16. Temperatura máxima, media y mínima mensual en la estación Villonaco-Loja.

Régimen pluviométrico

En la figura 3.17 se muestra el régimen de 2 años (2011-2012) de precipitación en la estación Villonaco-Loja, en la misma se puede observar que las mayores cantidades de precipitación se presentan entre los meses de Febrero y Noviembre; así mismo el máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Febrero con un promedio de 234.90mm. Por otra parte entre los meses de Mayo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Agosto con un valor promedio de 24.90mm.

De esta forma se puede definir que la precipitación en la estación Villonaco-Loja consta de dos fases, un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril; del mismo modo consta de un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.17. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación Villonaco.

			VALO	RES ME	NSUAL	ES Pre	cipitac	ión					MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	ANUAL
2011	11.40	278.20	125.40	128.00	45.20	26.00	54.80	32.00	37.80	89.20	91.40	94.20	82.93
2012	176.60	191.60	89.80	103.00	43.20	47.80	23.60	17.80	20.40	81.20	99.80	82.00	02.00
PROMEDIO	94.00	234.90	107.60	115.50	44.20	36.90	39.20	24.90	29.10	85.20	95.60	88.10	

Fuente: El Autor

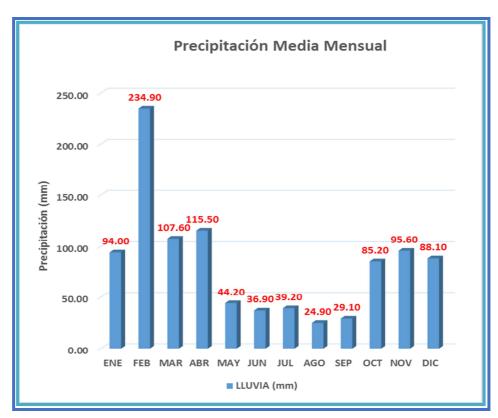


Figura 3.17. Precipitación media mensual en la estación Villonaco-Loja.

Fuente: El Autor

Velocidad y dirección del viento promedio mensual.

En la Tabla 3.18 se muestran los valores promedios de velocidad del viento de los años 2011-2012. Durante los dos años se obtuvo una velocidad promedio de 6.78 m/s y una

velocidad máxima de 16.49 m/s en el mes Agosto, despuntando a la velocidad máxima anual.

Tabla 3.18. Velocidad promedio y Máxima mensual, en la Estación Villonaco.

		VAI	LORES	DE VELO	CIDAD	DE VIE	NTO N	IENSU	ALES				
													MEDIA
Vel/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	(m/s)
2011	4.41	2.91	3.16	5.44	7.25	8.63	8.84	10.60	9.76	3.48	2.73	3.52	6.78
2012	3.79	3.04	8.36	4.88	9.24	11.37	12.95	11.56	12.05	5.77	4.03	4.85	0.70
PROMEDIO	4.10	2.97	5.76	5.16	8.24	10.00	10.90	11.08	10.90	4.63	3.38	4.19	
2011	6.28	4.63	4.77	7.47	10.66	12.32	13.16	15.35	14.73	5.78	4.65	5.55	10.15
2012	5.96	4.87	12.40	7.38	13.51	16.45	19.30	17.63	18.23	8.56	6.23	7.67	10.13
MÁXIMA	6.12	4.75	8.58	7.43	12.09	14.38	16.23	16.49	16.48	7.17	5.44	6.61	
		VA	LORES	DE DIRE	CCIÓN	DE VIE	NTO M	ENSU	ALES				
													MEDIA
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC	Anual
2011	131.46	168.85	174.97	95.37	102.27	69.07	78.01	58.58	70.04	163.43	185.52	130.74	118.46
2012	114.23	144.51	79.67	130.14	60.98	69.71	62.84	62.21	89.99	185.16	203.87	211.33	1.0.40
PROMEDIO	122.85	156.68	127.32	112.75	81.63	69.39	70.42	60.40	80.02	174.29	194.70	171.04	

Fuente: El Autor

La Figura 3.18 muestra el comportamiento mes a mes de la velocidad promedio del viento, con su respectivo valor máximo. Donde se observa que el promedio de la velocidad posee un período de aumento que va desde Mayo hasta llegar al mes de Septiembre, donde tiene su máximo valor mensual. Luego posee un proceso de disminución de la velocidad hasta el mes de Abril. El valor más bajo de los promedios mensuales se encuentra en el mes de Febrero.

El valor máximo promedio de velocidad del viento se muestra en Agosto con un valor de 16.49 m/s. El promedio de la velocidad de dicho mes tiene un valor superior al mostrado por cuatro meses (de Mayo a Septiembre).

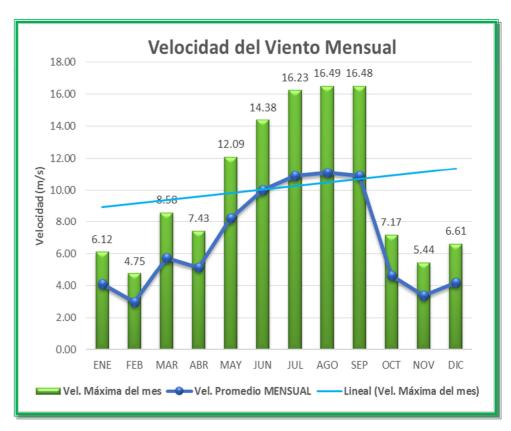


Figura 3.18. Velocidad del viento en la estación Villonaco-Loja.

Fuente: El Autor

3.7 Estación Argelia-Loja

La estación Argelia-Loja se encuentra ubicada en la ciudad de Loja, en sus coordenadas UTM 17S, con una altitud de 2160m.s.n.m, estación operada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), con valores tomados desde el año 2000 hasta el 2008.

Régimen térmico

En la Tabla 3.19 se muestra los valores promedios de la temperatura por cada mes, y el valor promedio de todo el año en la misma estación. Se observa que el valor promedio anual es de unos 16.07°C. Al evaluar los valores promedios mensuales se observa que al menos durante nueve meses del año: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Septiembre,

Octubre, Noviembre y Diciembre; el promedio mensual de la temperatura ambiental está por encima del valor promedio anual. Siendo Octubre el mes con mayor temperatura promedio en unos 16.66 °C, con más de medio grado centígrado por encima de la media. El mes con menor temperatura se registra en Julio con unos 15.10 °C.

Tabla 3.19. Valores de Temperatura promedio mensual y promedio anual Máxima, media y mínima en la Estación Villonaco.

		'	VALOR	ES ME	NSUAL	.ES Tei	mperat	ura Me	dia				MEDIA	
	ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC													
Promedio	Promedio 16.17 16.13 16.13 16.30 16.16 15.34 15.10 15.50 16.43 16.66 16.48 16.43													

Fuente: Inamhi

La figura 3.19 muestra los valores de los promedios mensuales de la temperatura media en la estación Argelia, así mismo que no se observan los valores de temperatura máxima y mínima ya que estos datos son proporcionados por el INAMHI

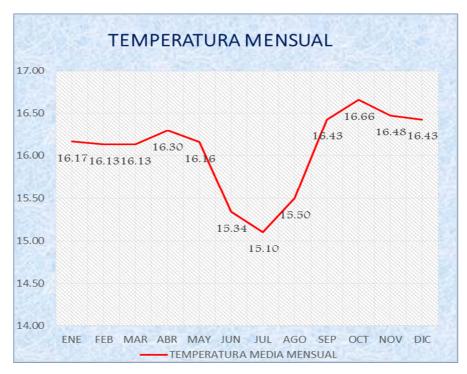


Figura 3.19. Temperatura media mensual en la estación Argelia-Loja.

Fuente: Inamhi.

Régimen pluviométrico

En la figura 3.20 se muestra el régimen de 9 años (2000-2008) de precipitación en la estación Argelia-Loja, en la misma se puede observar que las mayores cantidades de precipitación se presentan en los meses de Febrero y Marzo; así mismo el máximo valor de precipitación ocurre en el mes de Marzo con un promedio de 129.43mm. Por otra parte entre los meses de Mayo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Septiembre con un valor promedio de 32.70mm.

De esta forma se puede definir que la precipitación en la estación Argelia-Loja consta de dos fases, un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril; del mismo modo consta de un régimen seco que da inicio en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre.

Tabla 3.20. Valores de Precipitación promedio mensual y promedio anual en la Estación Argelia.

ı				VALO	RES ME	NSUAL	ES Pre	ecipitad	ión					MEDIA
ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC														ANUAL
I	PROMEDIO	84.70	129.43	151.97	116.21	63.90	76.83	45.81	44.00	32.70	71.93	89.31	91.38	41.59

Fuente: Inamhi

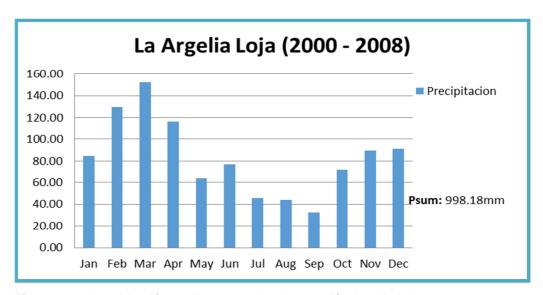


Figura 3.20. Precipitación media mensual en la estación Argelia-Loja.

Fuente: Inamhi

3.8 Análisis espacial de las variables meteorológicas.

Análisis climatológico.

Región interandina.

Régimen pluviométrico.

En el software Microsoft Excel he realizado los cálculos de los valores promedios de la precipitación, con datos diarios para obtener el promedio mensual y anual para el análisis. Con esta información promediada se introduce un segundo software (SURFER 11) con el cual se puede producir mapas regionales de cada parámetro. En la figura 3.21 se presenta el promedio mensual de las 7 estaciones Colegio Militar, Finca Colegio Técnico, Jipiro Alto, UTPL, Ventanas, Villonaco y Argelia (INAMHI). Se puede observar que su régimen de pluviometría en todas las estaciones es similar comparado con los datos de la estación Argelia (INAMHI), en donde se valida que los datos capturados por los aparatos de nuestras 6 estaciones se encuentran en perfectas condiciones para receptar la información.

Debido a que todas las estaciones adquieren más o menos igual la misma distribución de la precipitación mensual, podemos decir que las mayores cantidades de precipitación se presentan en la estación de la Finca del Colegio Técnico en los meses de Febrero y Abril. El máximo valor de precipitación ocurre en Febrero con un promedio de 220.70 mm. Entre los meses de Mayo a Septiembre se observa una disminución de la precipitación, alcanzando el mínimo en el mes de Agosto con 27.50mm. Así mismo en dicha estación ocurre una precipitación anual de 1121.03mm.

De esta forma se puede decir que la precipitación en las estaciones consta de dos fases, un régimen húmedo o de mayor precipitación que tiene su comienzo en el mes de Octubre hasta el mes de Abril. Se observa que la zona alrededor de la estación UTPL es más seco con un promedio de 71.15mm. Obteniendo una precipitación anual de 853.80mm.

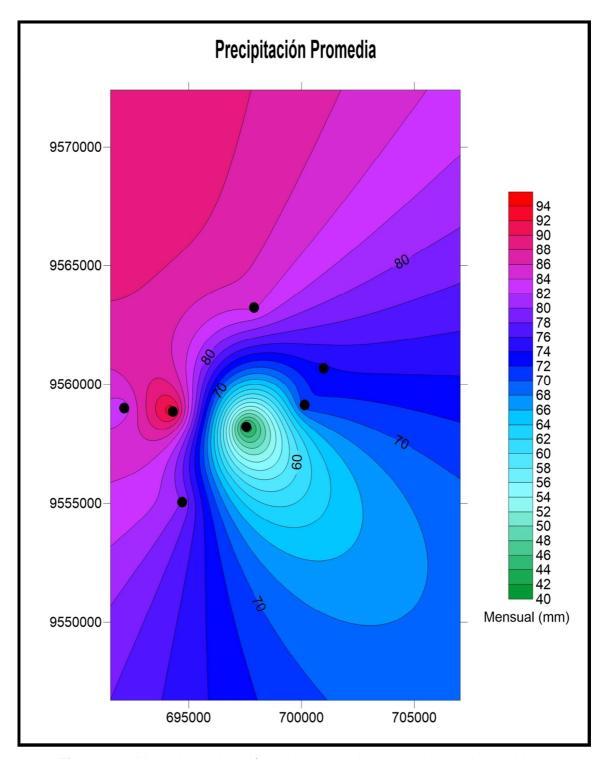


Figura 3.21. Mapa de precipitación media mensual, en 7 estaciones de la red-Loja **Fuente:** Graficado a través de Software Surfer 11.

Régimen térmico.

En el software Microsoft Excel he realizado el cálculo de los promedios de la temperatura, usando datos diarios para obtener los promedios mensuales y anuales. Esta información promediada introduce un segundo software (SURFER 11) con el cual se puede producir mapas regionales.

La figura 3.22 presenta el régimen térmico de las 6 estaciones Colegio Militar, Finca Colegio Técnico, Jipiro Alto, UTPL, Ventanas y Villonaco, en donde se analizan las temperaturas mínimas, medias y máximas; donde se puede observar que los mayores niveles de temperatura mínima se presentan en las estaciones de la Finca Jipiro Alto, Finca Colegio Técnico y UTPL oscilando su valores entre (9.75, 9.83 y 10.22)°C; se observa una media mínima de la temperatura, en la estación Colegio Militar de 8.66°C. Y por último se observa una disminución de temperatura en las estaciones Ventanas y Villonaco con un promedio de (7.03 y 7.25) °C.

Al observar el valor promedio anual de la temperatura en cada estación, se tiene que el valor promedio es en la estación Finca Colegio Técnico con temperatura de 14.36°C. Siendo Jipiro, UTPL y Colegio Militar las estaciones con mayor temperatura promedio en (15.26, 16.35 Y 16.62) °C, con más de un grado centígrado por encima de la media. Las estaciones Villonaco y Ventanas con menor temperatura registran (10.44 y 11.02) °C respectivamente.

Se compara también el valor promedio de la temperatura máxima de las estaciones en estudio y se determina que la temperatura máxima resulta por observación en las estaciones UTPL y Colegio Militar con (24.71 y 24.94) °C. Al evaluar los valores promedios se observa que la estaciones de las Fincas Colegio Técnico y Jipiro se ubican con una temperatura media máxima de (22.88 y 22.20) °C; Mientras que sus más bajas temperaturas se registran en las estaciones Ventanas y Villonaco (20.10 y 20.23) °C.

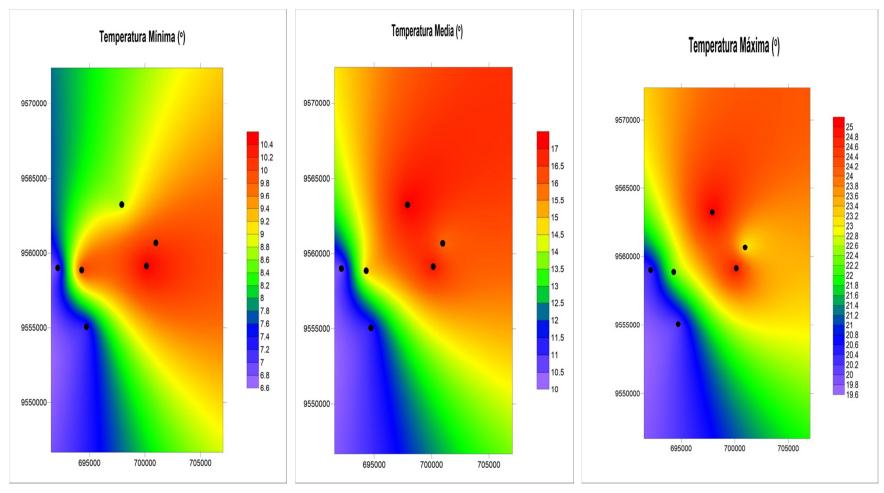


Figura 3.22. Temperatura mínima, media y máxima en las 6 estaciones de la red-Loja.

Fuente: Graficado a través de Software Surfer 11.

Ubicación líneas isalotermas

Se presenta la modelación cartográfica de las líneas isalotermas anuales obtenidas del programa SURFER 11. Nos presenta el comportamiento de forma gráfica para su fácil interpretación, nos indican cómo va alterándose la distribución de temperatura del aire en el trascurso del período.

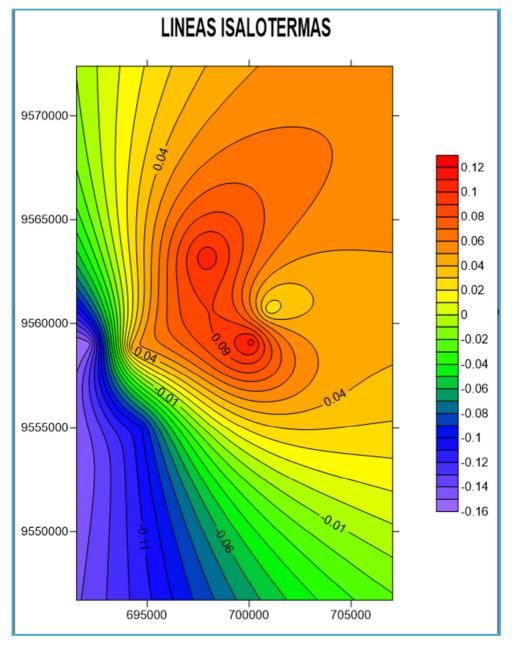


Figura 3.23. Líneas isalotermas en las 6 estaciones de la red-Loja.

Fuente: Graficado a través de Software Surfer 11

Velocidad y Dirección del Viento

En la presente información se muestra un análisis estadístico-grafico descriptivo sobre la velocidad y dirección del viento de la red de estaciones de la UTPL, ubicado en la Ciudad de Loja, Ecuador

Para el análisis de la velocidad del viento se ha realizado el cálculo del valor promedio anual obtenido a partir de las mediciones horarias, durante los dos años.

En el análisis de la dirección del viento, al igual que en la velocidad, solo se toma en cuenta las mediciones horarias de los años 2011 y 2012.

Se determina su dirección, sentido y velocidad de las estaciones en el gráfico y. Resulta que las corrientes de aire vertical (ascendente o descendente) llamadas "convección" se dirigen en dirección Noroeste NO, (debido a que el viento se forma por cualquier desequilibro de la presión).

La desviación hacia el oeste se manifiesta en los vientos alisios, que proceden de los cinturones subtropicales de altas presiones en los hemisferios N y S, mismos que rellenan las zonas subpolares de bajas presiones.

En la estación Colegio Militar, tenemos una velocidad de 0.86m/s; en la estación finca Jipiro Alto velocidades de3.38m/s; en la finca colegio técnico una velocidad de 0.79m/s; en la UTPL una velocidad de 0.76m/s; y en las estaciones Ventanas y Villonaco velocidades oscilantes de (5.78 y 6.78) m/s

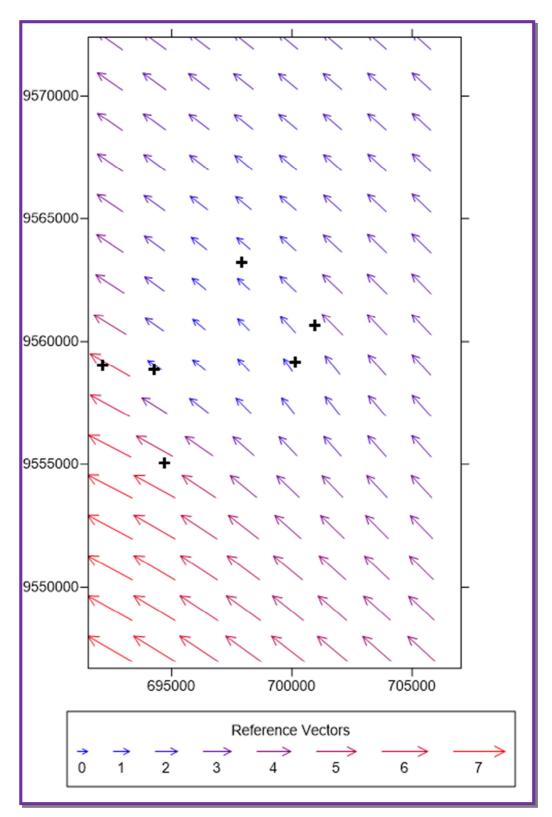


Figura 3.24. Velocidad y dirección del viento.

Fuente: Graficado en software Surfer 11.

Relación Precipitación- Altitud

Analizando la relación precipitación – altura, en las estaciones en estudio se sabe que la precipitación es directamente proporcional a la altitud, teniendo en cuenta que en la estación que hay mayor lluvia es en la finca Colegio Técnico y en la que hay una mínima precipitación es en la estación UTPL.

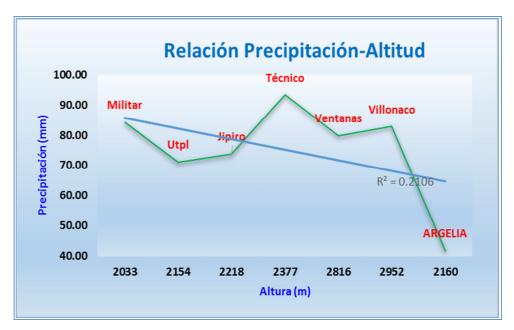


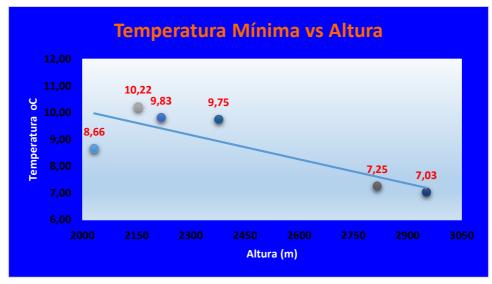
Figura 3.25. Precipitación-Altitud en las 6 estaciones red-Loja.

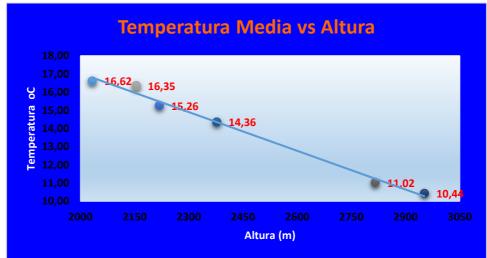
Fuente: El Autor

Relación Temperatura- Altitud

Al observar el análisis de figuras de la temperatura minina, media y máxima en relación con la altitud apreciamos que las temperaturas son inversamente proporcional a la altura, concluyendo que a menor altura mayor temperatura lo que nos indica que hay una correlación lineal inversa.

La mayor parte de los puntos no caen directamente sobre la línea de relación estadística lo que representa está dispersión, una variación aleatoria ocurriendo esto en la temperatura mínima, media y máxima.





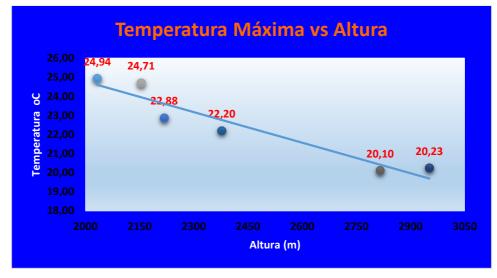


Figura 3.26. Temperatura-Altitud en las 6 estaciones red-Loja.

Fuente: El Autor.

Evapotranspiración

En base a los datos de evapotranspiración potencial analizados para dos años se ha utilizado métodos que estiman todos los parámetros.

Método de Thornthwaite

Tabla 3.21. Calculo de Uj por el método de Thornthwaite.

														ETP
ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV	DIC	∑Uj	ANUAL
Uj MILITAR=	2.457	2.209	2.481	2.423	2.497	2.431	2.459	1.035	1.934	2.464	2.416	2.405	27.210	22.675
Uj UTPL=	2.440	2.213	2.493	2.450	2.519	2.451	2.461	1.038	1.938	2.486	2.428	2.409	27.327	22.772
Uj JIPIRO=	2.478	2.254	2.535	2.492	2.561	2.500	2.506	1.056	1.973	2.527	2.475	2.451	27.807	23.173
Uj TÉCNICO=	2.547	2.288	2.571	2.538	2.599	2.528	2.531	1.067	1.993	2.578	2.520	2.488	28.246	23.538
Uj VENTANAS=	2.743	2.472	2.754	2.751	2.773	2.673	2.632	1.114	2.081	2.791	2.753	2.686	30.222	25.185
Uj VILLONACO=	2.780	2.527	2.806	2.797	2.802	2.691	2.634	1.110	2.090	2.843	2.815	2.747	30.643	25.536

Fuente: El Autor.

Método de Blaney-Criddle

Tabla 3.22. Calculo de ETP por el método de Blaney-Criddle

ESTACIONES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	Σ	ETP 6 meses
ETP Militar=	109.80	105.74	98.99	44.75	125.61	94.25	579.13	96.52
ETP UTPL=	109.38	105.28	97.87	44.34	124.39	93.97	575.25	95.87
ETP Jipiro=	105.85	102.17	94.91	42.90	120.47	90.83	557.14	92.86
ETP Técnico=	102.89	99.02	91.94	41.54	116.60	88.73	540.72	90.12
ETP Ventanas=	92.10	88.05	81.06	36.59	102.68	80.22	480.71	80.12
ETP Villonaco=	90.10	85.93	78.89	35.46	100.01	78.89	469.29	78.21

Fuente: El Autor

Método de Turc.

Tabla 3.23. Calculo de ETP por el método de TURC

ESTACIÓN	Pmedia anual mm	Temp Media anual °C	L(t)	ETP anual (mm)
Militar	78.78	16.62	729.31	82.50
Utpl	72.53	16.35	722.12	76.03
Jipiro	79.97	15.26	693.14	83.68
Tecnico	83.28	14.36	669.31	87.04
Ventanas	93.39	11.02	581.57	97.06
Villonaco	87.62	10.44	566.45	91.16

Fuente: El Autor

CONCLUSIONES

Finalmente y en base al análisis de resultados, se establecen las conclusiones y recomendaciones que se ha obtenido del estudio ejecutado.

- En la hoya de Loja se presenta un régimen húmedo en el mes de Febrero y un régimen seco n el mes Agosto, como se puede observar en las figuras representadas de precipitación.
- Las temperaturas medias de las máximas varían con más de un grado centígrado presentando valores en las estaciones Colegio Técnico, Jipiro Alto, UTPL y Colegio Militar, Ventanas y Villonaco, en las que se observan temperaturas que oscilan entre los 20 °C y 24.94 °C.
- La temperatura media de las estaciones varía entre dos extremos determinados, en la estación Villonaco con 10.44 °C y Finca Colegio Militar con 16.62 °C.
- Las temperaturas medias de las mínimas varía notablemente; observándose en la estación Villonaco temperaturas de 7.03 °C y en la estación UTPL con 10.22 °C.
- ◆ El mes más frío en la hoya de Loja, analizados respecto a las diferentes estaciones competen a Mayo en las estaciones Finca Colegio Militar, Colegio Técnico y Jipiro y considerándose también como mes frio el de Octubre en las estaciones Ventanas y Villonaco.
- ◆ Con respecto a la velocidad y dirección del viento En la estación Colegio Militar, tenemos una velocidad de 0.86m/s; en la estación finca Jipiro Alto velocidades de3.38m/s; en la finca colegio técnico una velocidad de 0.79m/s; en la UTPL una velocidad de 0.76m/s; y en las estaciones Ventanas y Villonaco velocidades oscilantes de (5.78 y 6.78) m/s, siendo su dirección y sentido NOR-OESTE.
- En los mapas se representa gráficamente los diferentes elementos meteorológicos o climatológicos, analizados con mayor precisión de cada una de las estaciones.

•	De acuerdo a los métodos analizados de evapotranspiración, la hoya de Loja por el método de Thornthwaite presenta clima húmedo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar Software como (Surfer) ya que por su contenido de análisis permiten regionalizar la información meteorológica de forma confiable y rápida, así como su representación a través de mapas temáticos.
- Necesariamente se debe contar con una mayor cantidad de años para mejorar la calidad y análisis de información.
- Se necesita datos precisos, para calcular la temperatura y humedad con detrend
- Para definir el clima en Loja se necesita de más años con el fin de ser más precisos.

BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO MIJARES, F. J. (2001). Fundamentos de Hidrología de Superficie. (2ª ed). México, D.F: Grupo Noriega Editores.
- AYLLÓN, TERESA. (1996). Elementos de meteorología y climatología. México,
 D.F.: Editorial Trillas.
- CANDEL VILA, R. (1979). Atlas de Meteorología. Barcelona, España.: Ediciones Jover S.A.
- CASAS M.C., ALARCÓN J M. (1999). Meteorología y Clima. Barcelona, España.:
 Ediciones UPC.
- CHIROQUE SUAREZ, E. T. (2003). Análisis de información meteorológica y zonificación de la provincia de Loja. (Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- CUSTODIO E., LLAMAS M.R. (2001). Hidrología Subterránea. (2ª ed., Tomo 1).
 Barcelona, España.: Ediciones Omega.
- HERAS, R. (1972). Manual de Hidrología. (Eds., Vol. 1). Madrid, España.: Instituto de Hidrología Escuela de hidrología.
- HERAS, R. (1972). Manual de Hidrología. (Eds., Vol. 3). Madrid, España.: Instituto de Hidrología Escuela de hidrología.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). http://www.igm.gob.ec
- INAMHI, Anuarios hidrológicos, meteorológicos y publicaciones.

- INAMHI, (2013). Estudios e investigaciones meteorológicas. Boletín agroclimatológico. (en línea). Consultado marzo de 2013. Recuperado del sitio web en: http://www.wamis.org/countries/ecuador/ecu200809.pdf
- LEZAUN, M. (2012). Diccionario etimológico. (en línea). Consultado octubre de 2012. Recuperado del sitio web en: http://etimologias.dechile.net/?meteorologi.a
- LINSLEY, R. K., KOHLER, M. A. & PAULUS, J. LH. (1977). Hidrología para ingenieros. (2ª ed). México.: McGraw Hill.
- MONSALVE SÁENZ, G. (1999). Hidrología en la Ingeniería. (2ª Ed). Bogotá,
 Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- OÑATE. V, FERNANDO R. (2004). Apuntes Hidrología I. Loja, Ecuador.: Universidad Técnica Particular de Loja.
- OÑATE VALDIVIESO, F., DUQUE, E., LEÓN, P., DUQUE, F., ROJAS, W & TENESACA F., Caracterización climática, meteorológica e hidrológica de la cuenca binacional Catamayo-Chira previo a la implementación de los modelos SWAT Y WATEM/SEDEM con fines de planificación territorial. Ponencia presentada en el IX Congreso Nacional de Hidráulica, I de Manejo de Recursos Hídricos, Quito, Ecuador.
- PCE, Instruments. (s.f). Apuntes de estación meteorológica. Recuperado del sitio web de ¿que es una estación meteorológica?, en: http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/que-estacion-meteorologica.htm
- REMENIERAS, G. (1974). Tratado de Hidrología Aplicada. (2ª ed.). Barcelona,
 España.: Editores Técnicos Asociados, S.A.
- MARTÍN VIDE, J. (2003). El tiempo y el clima. (1ª ed.).Barcelona, España.: Rubes editorial, S.L.

- VILLON BEJAR, M. (2004). (1ª ed.). Hidrología. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Agua- Isoyeta (s/f). Mapa de isoyetas. Recuperado del sitio web de Precipitaciones, de http://www.agua.uji.es/pdf/PRESRH3.pdf

ANEXO 1
Cálculo de ETP por el método de THORNTHWAITE

				LATITUD	LONGITUD												
ESTACIÓN	utmx	utmy	altura	S	W	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC
Militar	697901	9563240	2033	3°56'58''	79°13'03''	16,85	16,58	16,78	16,58	16,36	16,31	15,87	16,66	16,76	16,68	17,15	16,86
Utpl	700135	9559140	2154	3°59'12''	79°11'51''	16,21	16,23	16,53	16,54	16,24	16,17	15,49	16,34	16,43	16,57	16,90	16,50
Jipiro	700975	9560679	2218	3°58'21''	79°11'24''	15,07	15,17	15,41	15,43	15,14	15,16	14,48	15,23	15,35	15,43	15,83	15,41
Tecnico	694294	9558872	2377	3°59'21''	79°15'00''	14,53	14,27	14,47	14,61	14,22	14,15	13,48	14,18	14,29	14,66	14,99	14,48
Ventanas	694716	9555060	2816	4°01'25''	79°14'46''	11,32	11,19	11,15	11,53	10,87	10,62	9,78	10,38	10,46	11,54	12,03	11,34
Villonaco	692138	9559012	2952	3°59'16''	79°16'10''	10,73	10,80	10,68	11,00	10,24	9,93	9,04	9,51	9,73	11,06	11,60	10,95

ΣΙ	а
73,96	0,492
72,13	0,492
64,99	0,492
59,28	0,492
39,73	0,492
36,65	0,492

i _{j Militar} =	6,29	6,14	6,25	6,14	6,02	5,99	5,74	6,18	6,24	6,19	6,46	6,30
i _{j utpl} =	5,93	5,94	6,11	6,12	5,95	5,91	5,54	6,01	6,06	6,14	6,32	6,10
i _{j Jipiro} =	5,31	5,37	5,50	5,51	5,35	5,36	5,00	5,40	5,47	5,51	5,73	5,49
i _{j Técnico} =	5,03	4,89	4,99	5,07	4,87	4,83	4,49	4,85	4,90	5,10	5,27	5,00
i _{j Ventanas} =	3,45	3,39	3,37	3,54	3,24	3,13	2,76	3,02	3,06	3,55	3,78	3,45
i _{j Villonaco} =	3,18	3,21	3,16	3,30	2,96	2,82	2,45	2,65	2,74	3,33	3,58	3,28
K _{a Militar} =	1,02	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	0,43	0,81	1,03	1,00	1,00
K _{a UTPL} =	1,02	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	0,43	0,81	1,03	1,00	1,00
K _{a JIPIRO} =	1,02	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	0,43	0,81	1,03	1,00	1,00
K _{a TÉCNICO} =	1,02	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	0,43	0,81	1,03	1,00	1,00
K _{a VENTANAS} =	1,02	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	0,43	0,81	1,03	1,00	1,00
K _{a VILLONACO} =	1,02	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	0,43	0,81	1,03	1,00	1,00

ANEXO 2
Cálculo de ETP por el método de BLANNEY-CRIDDLE

DATOS

t= Temp diaria media mensual

k= **PASTOS**

0,84 0,84 0,77 0,82 1,09 0,7

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD				-	Tempera	atura M	edia me	nsual °C	2			
LSTACION	S	W	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ОСТ	NOV	DIC
Militar	3°56'58"	79°13'03''	16,85	16,58	16,78	16,58	16,36	16,31	15,87	16,66	16,76	16,68	17,15	16,86
UTPL	3°59'12"	79°11'51''	16,21	16,23	16,53	16,54	16,24	16,17	15,49	16,34	16,43	16,57	16,90	16,50
Jipiro	3°58'21"	79°11'24''	15,07	15,17	15,41	15,43	15,14	15,16	14,48	15,23	15,35	15,43	15,83	15,41
Técnico	3°59'21"	79°15'00''	14,53	14,27	14,47	14,61	14,22	14,15	13,48	14,18	14,29	14,66	14,99	14,48
Ventanas	4°01'25"	79°14'46''	11,32	11,19	11,15	11,53	10,87	10,62	9,78	10,38	10,46	11,54	12,03	11,34
Villonaco	3°59'16''	79°16'10''	10,73	10,80	10,68	11,00	10,24	9,93	9,04	9,51	9,73	11,06	11,60	10,95

% Militar	8,64	7,74	8,51	8,16	8,37	8,08	8,36	3,47	7,30	8,55	8,34	8,65
% UTPL	8,64	7,74	8,51	8,16	8,37	8,08	8,36	3,47	7,30	8,55	8,34	8,65
% Jipiro	8,64	7,74	8,51	8,16	8,37	8,08	8,36	3,47	7,30	8,55	8,34	8,65
% Técnico	8,64	7,74	8,51	8,16	8,37	8,08	8,36	3,47	7,30	8,55	8,34	8,65
% Ventanas	8,64	7,74	8,51	8,16	8,37	8,08	8,36	3,47	7,30	8,55	8,34	8,65
% Villonaco	8,64	7,74	8,51	8,16	8,37	8,08	8,36	3,47	7,30	8,55	8,34	8,65