



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI



ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE UMBRALES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS COATA E ILAVE-REGIÓN PUNO

Por:

Renny D. Díaz Aguilar

**DIRECCIÓN REGIONAL DE PUNO - SENAMHI
Y DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA**

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ
SENAMHI – PERÚ**

DICIEMBRE 2013
PUNO, PERÚ

Estudio de Determinación de Umbrales de Temperatura y Precipitación Pluvial para las Cuencas de los ríos Coata e Ilave- Región Puno

Estudio técnico desarrollado en el marco del Programa Presupuestal de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por desastres – PREVAED

Por:

Renny D. DIAZ AGUILAR

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Dirección Regional de SENAMHI- Puno

Dirección General de Meteorología

SENAMHI

Diciembre 2013

Puno, Perú

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	4
II.	OBJETIVOS	5
III.	ANTECEDENTES	5
IV.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1.	EVENTO EXTREMO:	6
4.2.	TEMPERATURAS EXTREMAS DEL AIRE	6
4.3.	TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS.....	7
4.4.	PRECIPITACIONES PLUVIALES EXTREMAS	8
V.	METODOLOGÍA.....	8
5.1.	Descripción del Área de Estudio.....	8
5.1.1.	Ubicación política	8
5.1.2.	Ubicación geográfica e hidrográfica.....	10
5.2.	Recopilación y Análisis de información	10
5.2.1.	Información cartográfica	11
5.2.2.	Información meteorológica.....	12
5.2.3.	Análisis de la información meteorológica.....	12
5.2.4.	Control de calidad de los datos	12
5.2.5.	Análisis estadístico de la información meteorológica.....	13
5.3.	Determinación de umbrales de Temperaturas.....	13
VI.	RESULTADOS	14
6.1.	Índices extremos de frecuencia para precipitación	14
6.3.	Determinación de umbrales para temperaturas máximas.....	21
6.3.1.	Índices extremos de intensidad para temperatura máxima diaria mensual	21
6.3.2.	Índices extremos de intensidad para temperatura máxima diaria	22
6.4.	Determinación de umbrales para temperaturas mínimas.....	25
6.4.1.	Índices extremos de intensidad para temperatura mínima diaria mensual	25
6.4.2.	Índices extremos de intensidad para temperatura mínima diaria.....	26
VII.	CONCLUSIONES	29
VIII.	RECOMENDACIONES	30
IX.	BIBLIOGRAFÍA	31

I. INTRODUCCION

El presente trabajo es realizado en el marco del Programa Presupuestal Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres (PREVAED) desarrollado para las cuencas del ríos Coata e Ilave los cuales se ubican en el sur del país y comprende parte de las provincias de San Román, Lampa, Puno, Collao y Chucuito del departamento de Puno, cuyo producto final es “Zonas Geográficas Monitoreadas y Alertadas ante Peligros hidrometeorológicos”.

En tal sentido el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2001) en el informe del II grupo de trabajo recomendó el estudio y modelado de los eventos extremos, dada su importancia para el cambio climático y por los impactos que ocasionarían sobre la población. Diferentes investigadores como:

Rusticucci, M y Barrucand, M (2002) caracterizan las temperaturas extremas en la Argentina; posteriormente (en el año 2004), analizan las tendencias y los cambios en las temperaturas. Como paso preliminar, las autoras realizan el análisis de consistencia de las series diarias de temperaturas máximas y mínimas.

Respecto a los extremos de precipitación Horel y Cornejo (1986), analizan la convección a lo largo de la costa norte del Perú durante 1983, a fin de analizar la variación espacial y temporal de la nubosidad y las precipitaciones durante un evento Niño.

Las variables de temperatura y precipitación afectan al bienestar de la población y a las actividades desarrolladas en la cuenca, la agricultura y la ganadería son algunas de las más importantes y los productos que se ofrecen como la quinua, kiwicha, papa, habas, lana de camélidos, carnes y productos derivados de la leche y demás pueden verse alterados por los cambios en el clima local y regional, al igual que resultan afectadas las actividades acuícolas y el comercio. La ocurrencia de las temperaturas extremas pueden causar alteraciones físicas en las personas y afectar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y animales de granja, así como afectar el desarrollo de la flora y fauna silvestre; la precipitación afecta, sin duda, el contenido de agua del suelo, el transporte de fertilizantes y es fundamental al momento de desarrollar obras hidráulicas; así mismo, durante la temporada de lluvias las precipitaciones extremas pueden generar deslizamientos en las zonas altas de la cuenca e inundaciones en las partes bajas de la misma, lo cual puede causar impactos en la salud del poblador, destrucción de

propiedades, cultivos, afecta además al transporte de personas, productos agrícolas y pecuarios, en el abastecimiento de productos de primera necesidad, medicamentos, entre otros.

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar las temperaturas extremas (máximas y mínimas); establecer una clasificación y así determinar los umbrales respectivos con el cual se considere un evento extremo como tal, dentro de cada zona de la cuenca. El tema, se aborda a partir del análisis de consistencia de datos diarios de las temperaturas máximas y mínimas y de precipitación registradas en 9 estaciones meteorológicas y pluviométricas ubicadas dentro y alrededor de las cuencas de los ríos Coata e Ilave para el periodo de datos de cada estación. La determinación de umbrales de temperatura del aire y precipitación pluvial se basa en una clasificación de las mismas a partir de la determinación de percentiles, bajo el criterio de rareza. En el primer caso se calculó los percentiles 10 y 90 (P10 y P90) de las temperaturas mínimas y máximas; y en el segundo, se calcularon de los percentiles 50, 90, 95 y 99 (P50, P90, P95 y P99) del acumulado diario de la precipitación pluvial.

II. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es la determinación de umbrales para precipitaciones extremas y umbrales para temperaturas máximas y mínimas extremas, en las cuencas de los ríos Coata e Ilave del departamento de Puno.

III. ANTECEDENTES

Garreaud y Aceituno (2007) describen el comportamiento de las temperaturas a nivel de Sudamérica en los episodios El Niño Oscilación del Sur (ENSO). En el Perú se han realizado trabajos que abarcan el tema de extremos de temperaturas máximas y mínimas, entre ellos se puede mencionar el trabajo sobre Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030 realizado por el SENAMHI (2009). E. Plasencia (2008) realiza un estudio sobre Estimación de temperaturas extremas en el Perú mediante interpolación climatológica mensual. También se han realizado trabajos sobre situaciones puntuales como el estudio de los Friajes en la Selva peruana (Quispe, N. 2005) y Heladas meteorológicas en la sierra sur que documentan descensos de temperatura en dichas zonas del país.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. EVENTO EXTREMO:

El IPCC (2007) define un evento extremo como aquel evento raro en un lugar y momento determinado del año. Según el IPCC las definiciones de evento extremo varían, pero un evento extremo normalmente es aquel que es más raro que el percentil 10 o el 90 de la de la función de densidad de probabilidad observada. Así mismo, indica que estos extremos individuales no pueden ser simple y directamente atribuidos al cambio climático antropogénico, ya que siempre hay una posibilidad de que el evento en cuestión podría haber ocurrido de forma natural. Cuando un patrón de clima extremo persiste durante algún tiempo, como una temporada, puede ser clasificado como un evento climático extremo, especialmente si se produce una media o total que es en sí muy intensa (como la sequía o las lluvias intensas durante una temporada).

El glosario de la American Meteorological Society (AMS) define un evento extremo en base a la climatología donde un extremo es la más alta y, en algunos casos, el valor más bajo de un elemento climático observado durante un intervalo de tiempo dado o durante un determinado mes o la temporada de ese período. Si este valor fuese el mayor extremo para todo el período de registro para el que se dispone de observaciones, el valor sería el extremo absoluto.

Otras definiciones de evento extremo se basan en la intensidad, eventos que se caracterizan por valores relativamente pequeños o grandes (es decir, eventos que tienen grandes desviaciones de magnitud respecto a su normal) y en la severidad, eventos que se traducen en grandes pérdidas socioeconómicas. La gravedad es un criterio complejo porque los impactos perjudiciales pueden ocurrir en la ausencia de un evento climático raro o intenso (Beninson, 2007).

4.2. TEMPERATURAS EXTREMAS DEL AIRE

La temperatura es la variable meteorológica en que se manifiesta el calentamiento del suelo, agua y aire, producido por la radiación solar. Los factores que determinan la variabilidad de la temperatura son: la hora local, la estación del año, la ubicación geográfica del lugar, cercanía/lejanía a algún cuerpo de agua y la constitución del suelo.

Las temperaturas extremas promedio, constituyen un aspecto importante y su presencia está dada por las fluctuaciones diarias y estacionales a lo largo del año y debido a su influencia en el medio

es quizá de manera más sobresaliente que la temperatura media anual ya que constituyen el marco térmico que diversos seres vivos son capaces de soportar (Sánchez, 1990).

El trabajo sobre Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030 realizado por El SENAMHI (2009) señala que las tendencias lineales de temperatura máxima media anual y estacional muestran un predominio de valores positivos (aumento) sobre todo el territorio con valores de +0,2 °C/década en promedio y, en general, estos son estadísticamente significativos en las zonas altas del Perú. Los eventos ENOS más intensos modulan el comportamiento interanual, generando anomalías positivas de diferente intensidad a lo largo del Perú y respecto a las tendencias anuales y estacionales de las temperaturas mínimas en promedio éstas se incrementan, ligeramente en menor proporción que las temperaturas máximas.

Durante los episodios cálidos del ENOS se han registrado aumentos en la temperatura del aire frente a la costa Oeste de Sudamérica. Garreaud y Aceituno (2007) documentan que existe una clara tendencia sobre (bajo) los valores normales de la temperatura del aire durante episodios cálidos (fríos) del ENOS desde la margen norte del continente hasta los 30 °S.

E. Plasencia (2008), en su estudio sobre Estimación de temperaturas extremas en el Perú mediante interpolación climatológica mensual concluyó que a nivel temporal las mayores desviaciones se encuentran en los meses de julio y agosto, meses relacionados con las mínimas temperaturas en la costa y las máximas en la sierra, en cambio, los meses de condiciones opuestas como enero y febrero (calor en la costa y frío en la sierra) no presentan desviaciones de magnitudes semejantes.

4.3. TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS

El glosario de la American Meteorological Society (2000) define a la temperatura máxima (mínima) como la más alta (más baja) temperatura del aire registrada en una localidad específica en un determinado periodo.

Por su parte la FAO (1998) define la temperatura máxima y la temperatura mínima del aire, respectivamente, como el máximo y mínimo valor de temperatura del aire observada y registrada en 24 horas, a partir de la medianoche. Temperatura máxima y mínima para largos periodos como semanas, 10 días o meses son obtenidas de la división de la suma respectiva de los valores diarios por el número de días del periodo.

4.4. PRECIPITACIONES PLUVIALES EXTREMAS

La American Meteorological Society (2002), define a la precipitación pluvial como a las partículas líquidas que tienen su origen en la atmosfera y caen a la superficie de la tierra. La cantidad, es expresada generalmente en milímetros o centímetros de altura de agua líquida, de la sustancia del agua que ha caído en un punto dado en un período de tiempo específico.

Carvalho (2002) define un evento de precipitación extrema, para una determinada estación, como aquel evento en el que se produce 20% o más de la precipitación climática estacional total en un día en una determinada localidad.

Haylock y Nicholls (2000) examinaron tres índices de lluvia extrema: el número de eventos por encima del percentil 95 (frecuencia extrema); la intensidad promedio de la lluvia ocurrida en los eventos con mayores montos de precipitación (intensidad extrema); y la proporción total de lluvia en los eventos con mayores montos de precipitación (porcentaje extremo).

Alpert, citado por Horel y Cornejo (1986) documentó la migración de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) antes, durante y después de El Niño de 1943, el cual produjo copiosas precipitaciones a lo largo de la costa norte del Perú. Su análisis mostró una fuerte convergencia de los vientos en superficie cerca de los 5°S en la costa durante marzo de 1943.

Asimismo, Horel y Cornejo (1986) observaron que existe una pequeña evidencia de un desplazamiento hacia el sur de una vigorosa ZCIT antes de marzo-abril de 1983; la actividad convectiva fue usualmente más frecuente cerca de las costas que durante mayo- junio de 1983. La ZCIT se extendió sobre un amplio rango latitudinal desde los 10°N hasta aproximadamente 5°S.

V. METODOLOGIA

5.1. Descripción del Área de Estudio

5.1.1. Ubicación política

En esta sección se presenta la ubicación política de las cuencas de los ríos Coata e Ilave, (Figura 1).

a. Cuenca Coata

La Cuenca del río Coata, políticamente se encuentra ubicada en:

5.1.2. Ubicación geográfica e hidrográfica.

En esta sección se realiza una descripción de la ubicación geográfica e hidrográfica de las cuencas y sus límites respectivos con otras cuencas hidrográficas (Figura 2).

a. Cuenca Coata

Geográficamente la cuenca del río Coata se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM (WGS84):

Norte : 8'328,509 – 8'239,696

Este : 282,907 – 401,525

Variación Altitudinal : 5 300 m.s.n.m. – 3 800 m.s.n.m.

Hidrográficamente la cuenca del río Coata limita por el Norte con la cuenca del río Ramis, por el Sur con la Cuenca del río Illpa, por el Este con el Lago Titicaca y por el Oeste con las cuencas de los ríos Chili y el río Siguan en Arequipa.

b. Cuenca Ilave

Geográficamente la cuenca del río Ilave se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM (WGS84):

Este : 352,353.0 – 452,052.0

Norte : 8'104,770.0 – 8'248,751.0

Variación Altitudinal : 3 805 m.s.n.m. – 5 400 m.s.n.m.

Hidrográficamente la cuenca del río Ilave limita con el Norte con la cuenca del río Illpa, por el Sur con la Cuenca del río Maure en Tacna, por el Este con el río desaguadero y por el Oeste con el río Tambo en Moquegua.

5.2.9 Recopilación y Análisis de la información

Se recurrió básicamente a la información cartográfica, así como a información de precipitación pluviométrica y temperaturas del aire de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de las

cuencas de interés y zonas aledañas, así como referencias de estudios anteriores. En esta sección se realiza una descripción de la información que fue utilizada.

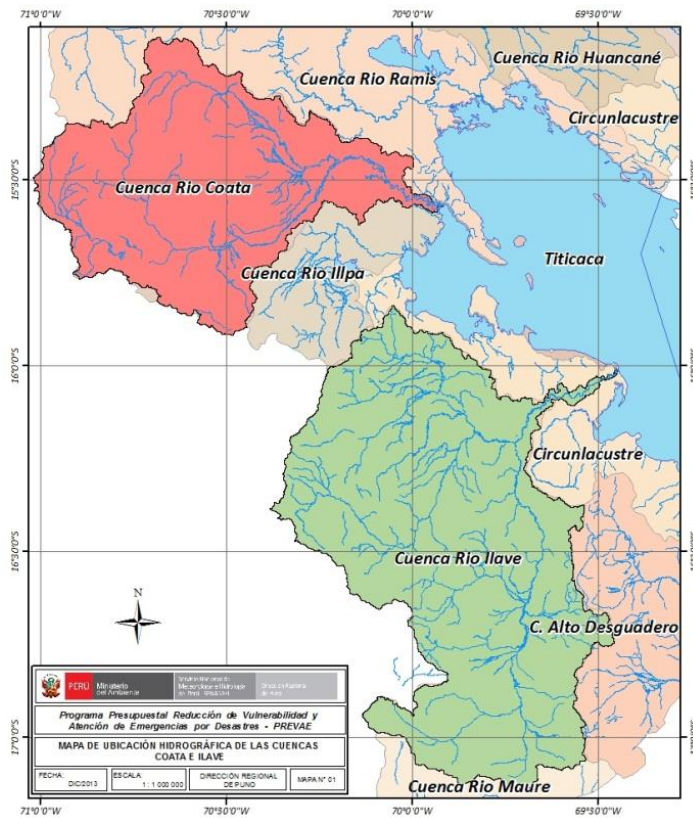


Figura 2: Mapa de ubicación hidrográfica de las cuencas de los ríos Coata e Ilave.

Elaborado: Dirección Regional de Puno - SENAMHI.

5.2.1. Información cartográfica

Para el desarrollo del presente estudio, fue necesario contar con material cartográfico, el cual consistió en:

- Cartas Nacionales que abarca las cuencas de los ríos Coata e Ilave a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) digitalizado bajo el entorno de SIG con equidistancia mínima entre curvas de nivel de 50 m.
- Información cartográfica complementaria existente como mapa de delimitación administrativa con la demarcación de sectores de riego; mapa de ubicación de la Autoridad Local del Agua de los ríos Coata e Ilave (A.L.A. Coata e Ilave) en la Región Puno.

- Mapa de Red de Estaciones Meteorológicas administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

5.2.2. Información meteorológica

La información meteorológica, corresponde a la precipitación diaria, precipitación total mensual, temperatura máxima y temperatura mínima diarias de estaciones meteorológicas ubicadas dentro y en zonas aledañas a las cuencas de los ríos Coata e Ilave. En la Tabla 1 se presenta la relación de estaciones que se seleccionaron para el presente estudio así como el período de registro de las variables meteorológicas. En la Figura 1 se observa la ubicación de las estaciones meteorológicas que fueron utilizadas en el presente estudio.

Tabla 1: Estaciones meteorológicas de las cuencas de los ríos Coata e Ilave.

ESTACIÓN	TIPO	UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN HIDROGRÁFICA	ESTE	NORTE	ALTITUD	PERIODO DE
		Dpto.	Provincia	distrito	Cuenca	[m]	[m]	[m.s.n. m.]	REGISTRO
Cabanillas	CO	Puno	San Román	Cabanillas	Río Coata	355675	8270502	3877	1964 - 2012
Ilave	CO	Puno	El Collao	Ilave	Río Ilave	430990	8221164	3837	1965 - 2012
Lampa	CO	Puno	Lampa	Lampa	Río Coata	352861	8301728	3929	1964 - 2012
Laraqueri	CO	Puno	Puno	Laraqueri	Río Ilave	385938	8213627	3952	1965 - 2012
Mañazo	CO	Puno	Puno	Mañazo	Río Ilpa	357163	8252704	3910	1994 - 2012
Mazocruz	CO	Puno	El Collao	Mazocruz	Río Ilave	424708	8149030	3963	1965 - 2012
Pampahuta	CO	Puno	Lampa	Paratia	Río Coata	320200	8287459	4292	1970 - 2012
Puno	CP	Puno	Puno	Puno	Titicaca	390979	8250334	3831	1965 - 2012
Santa Lucia	CO	Puno	San Román	Santa Lucia	Río Coata	327577	8263529	4035	1966 - 2012

Leyenda: CO = Climatológica ordinaria. CP = Climatológica principal.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

5.2.3. Análisis de la Información Meteorológica.

En esta sección se realiza una descripción del análisis de la información meteorológica.

5.2.4. Control de calidad de los datos

Se realizó el control de calidad de datos contrastando los registros que se tienen en la base de datos de la Dirección Regional de Puno – SENAMHI (DR-13) con las planillas meteorológicas correspondientes a cada estación tanto para las variables de temperatura como de las variables de precipitación pluvial. Se utilizó parámetros estadísticos como la media y la desviación estándar, así

como métodos gráficos para la identificación de datos extremos y valores anómalos para su posterior verificación con las planillas (Figura 3).

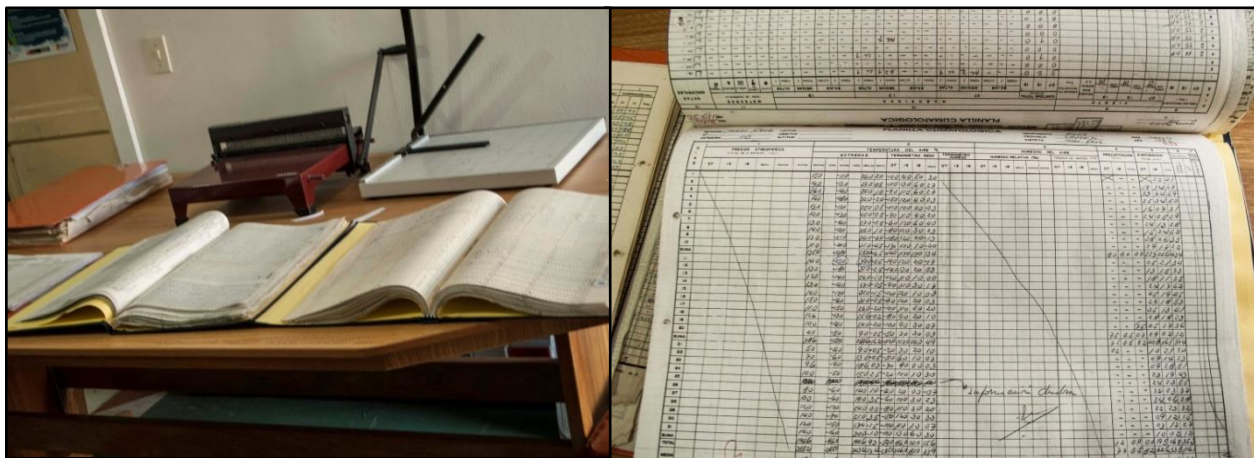


Figura 3: Planillas meteorológicas

5.2.5. Análisis estadístico de la información meteorológica

Se examinó los datos de precipitación y temperaturas del aire con la finalidad de analizar los datos antes de aplicar cualquier técnica estadística. Inicialmente se realizó un análisis exploratorio de los datos mediante el diagrama de cajas, identificando valores atípicos, después se identificó estaciones homogéneas y finalmente se realizó la compleción de datos faltantes para realizar el análisis de consistencia de los datos. Para mayor referencia del análisis de los datos remitirse al Estudio Hidrológico Superficial de las Cuencas de los Ríos Ilave y Coata (Lujano Laura Efraín (2012) VOLUMEN I - Dirección Regional de Puno - SENAMHI).

5.3. Determinación de umbrales de temperaturas.

La determinación de los umbrales de temperatura del aire, tanto para temperaturas máximas y mínimas, se basó tomando en cuenta la tasa de mortalidad descrita por Díaz et al (2005) ocasionado por un evento extremo. Un evento extremo debe ser más inusual que el percentil 10 (P10) o el 90 (P90) de la función de densidad de probabilidad observada (Beniston et al. 2007).

5.4. Determinación de umbrales para precipitación pluvial.

La determinación de umbrales para precipitación pluvial fue estimada utilizando el criterio de evento extremo utilizando los percentiles 95 (P95), 99 (P99) y la precipitación máxima (Pmax) ocurrida, así mismo se aplicó índices para precipitación diaria, diferentes autores como Lavado et

al, 2010; Gelmi y Seoane 2013, mencionan que existen diferentes indicadores a fin de determinar extremos de intensidad de precipitación, es así que en el presente estudio se utilizaron los siguientes índices los mismos que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2: Índices climáticos extremos utilizados para precipitación

ID	NOMBRE DEL INDICADOR	DEFINICIÓN	UNIDAD
R10	R10 : (Número de días con precipitación intensa)	Número de días en un año en que PRCP>=10mm	Días
R20	R20 : (Número de días con precipitación muy intensa)	Número de días en un año en que PRCP>=20mm	Días
P95	P95 : (Días muy húmedos)	Precipitación anual al 95% percentil	mm
P99	P99 : (Días extremadamente húmedos)	Precipitación anual al 99% percentil	mm
Pmax	Pmax : (Cantidad Máxima de precipitación en un día)	Máximo anual de precipitación en 1 día	mm

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

VI. RESULTADOS

6.1. Índices de frecuencia extrema para precipitación pluvial.

En esta sección se describen los resultados de los índices extremos de frecuencia, determinadas para precipitaciones diarias, teniendo en cuenta que el promedio de precipitación diaria para el periodo de verano (diciembre, enero y febrero) están entre los 5 mm/día y 9 mm/día.

En la Tabla 3 se observan los estadísticos extremos de precipitación. En base a estos resultados se observa que los índices R20 y R10 para la cuenca del río Coata con la información de la estación meteorológica de Lampa presenta mayores valores (28 y 70 días respectivamente), seguida de la estación meteorológica de Santa Lucía con valores de R20 y R10 (23 y 61 días, respectivamente). Para el caso de la cuenca del río Ilave la estación meteorológica de Laraqueri es la que presenta mayores valores de R20 y R10 (13 y 54 días, respectivamente), seguido de la estación meteorológica de Ilave con R20 y R10 (11 y 23, respectivamente).

Tabla 3: Índices de frecuencia para precipitación pluvial.

ESTACIÓN	ÍNDICES DE FRECUENCIA PARA PRECIPITACIÓN							
	R20				R10			
	MED	DE	MAX	MIN	MED	DE	MAX	MIN
Cabanillas	5	3,0	11	0	20	7,1	39	1
Lampa	6	4,4	28	0	24	11,0	70	8
Pampahuta	7	2,5	13	2	29	6,7	42	15
Santa Lucía	8	6,3	23	0	28	12,3	61	9
Mañazo	6	2,8	13	1	22	8,8	40	4
Laraqueri	6	3,4	13	1	26	8,9	54	11
Mazo Cruz	3	2,5	10	0	17	8,1	39	2
Puno	6	2,6	13	1	24	8,0	44	5
Ilave	5	3,2	11	1	23	11,6	54	4

MED: Media; **DE:** Desviación Estándar; **Max:** Valor Máximo; **Min:** Valor Mínimo.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

6.2. Índices de intensidad extrema para precipitación pluvial.

En esta sección se describen los índices extremos de intensidad de precipitación diaria estimados mediante los percentiles 95 (P95) para precipitación fuerte, percentil 99 (P99) para precipitación muy fuerte y la Precipitación máxima (Pmax) para precipitación extraordinaria, las que fueron estimados para cada una de las estaciones ubicadas dentro de las cuencas Ilave y Coata.

A continuación se detalla los resultados de los índices extremos de precipitación:

- **Estación CO Cabanillas:** Se observa que la intensidad de precipitaciones pluviales son mayores entre los meses de diciembre a febrero con registros de 15,1 mm a 17,7 mm (precipitaciones fuertes), 28,6 mm a 30,4 mm (precipitaciones muy fuertes) y 68,7 mm a 66,0 mm (precipitaciones extraordinarias). La intensidad de precipitación es menor entre los meses de junio a agosto con precipitaciones de 1,9 mm a 5,2 mm (muy fuertes) y 21,6 mm a 21,2 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.a).

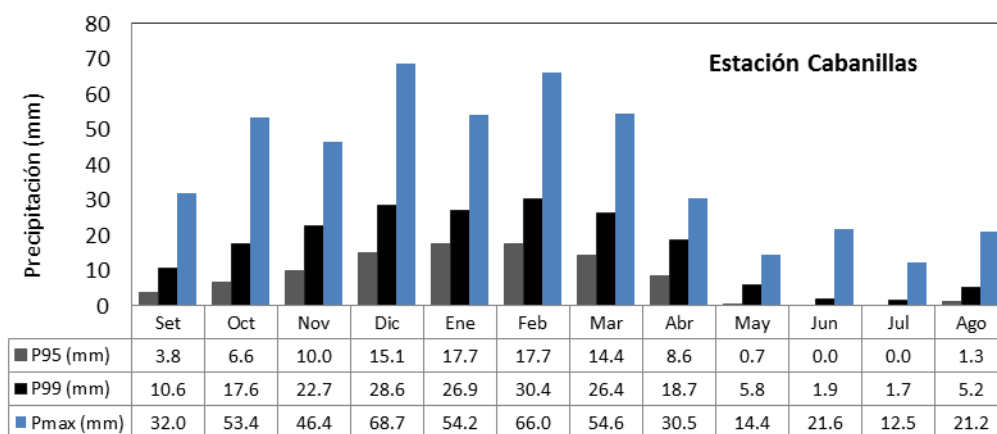


Figura 4.a: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Cabanillas.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

- **Estación CO Lampa:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se presentan entre los meses de diciembre a marzo, los valores van de 17,5 mm a 18,0 mm (precipitaciones fuertes), 30,3 mm a 33,2 mm (precipitaciones muy fuertes) y 50,4 mm a 54,7 mm (precipitaciones extraordinarias). La intensidad de precipitación pluvial es menor entre los meses de junio a agosto con valores de 3,8 mm a 7,3 mm (precipitaciones muy fuertes) y 19,5 mm a 39,3 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.b).

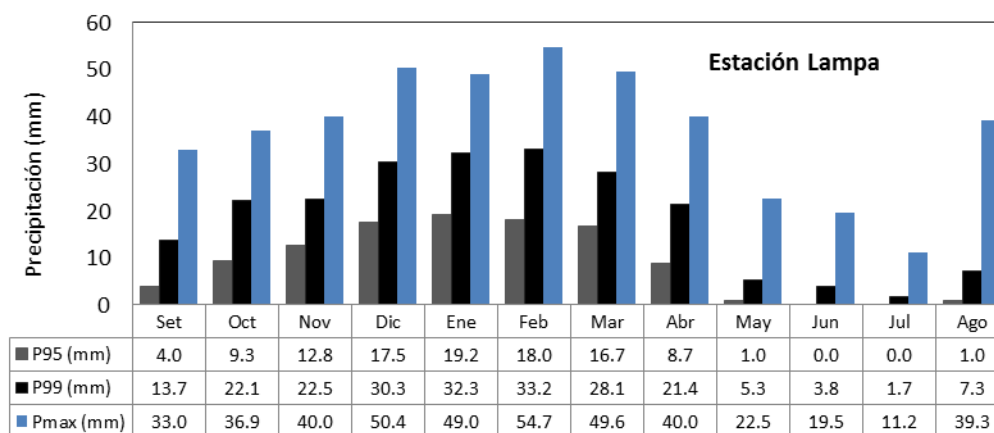


Figura 4.b: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Lampa.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

- **Estación CO Pampahuta:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se presentan entre los meses de diciembre a marzo con registros de 18,3 mm a 21,2 mm (precipitaciones fuertes), 29,7 mm a 31,2 mm (precipitaciones muy fuertes) y 45,7 mm a 49,9 mm (precipitaciones extraordinarias). Por otro lado, la intensidad de precipitación

pluvial es menor entre los meses de junio a agosto con registros de 2,9 mm a 7,3 mm (precipitaciones muy fuertes) (2,9mm a 7,3mm) y 19,9 mm a 28,7 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.c).

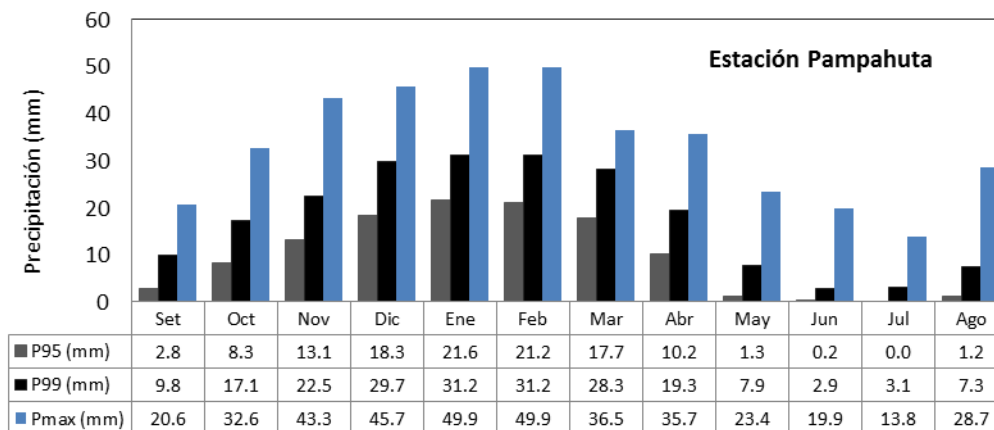


Figura 4.c: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Pampahuta.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

- **Estación CO Santa Lucia:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se presentan entre los meses de diciembre a marzo con registros de 18,9 mm a 22,8 mm (precipitaciones fuertes), 33,2 mm a 35,2 mm (precipitaciones muy fuertes) y 55,1 mm a 58,4 mm (precipitaciones extraordinarias). Por otro lado, la menor intensidad de precipitación pluvial se presenta entre los meses de junio a agosto con registros de 3,4 mm a 7,7 mm (precipitaciones muy fuertes) y 24,2 mm a 27,0 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.d).

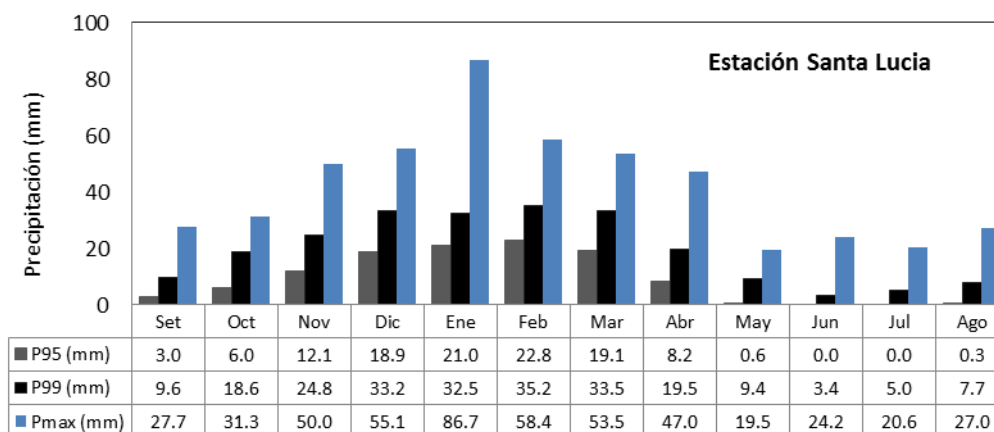


Figura 4.d: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Santa Lucia.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

- **Estación CO Mañazo:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se presenta entre los meses de diciembre a marzo con registros de 16,1 mm a 19,3 mm (precipitaciones fuertes), 26,3 mm a 31,5 mm (precipitaciones muy fuertes) y 40,6 mm a 57,4 mm (precipitaciones extraordinarias), en tanto que, la menor intensidad de precipitación pluvial se registra entre los meses de junio a agosto con valores de 3,4 mm a 7,7 mm (precipitaciones muy fuertes) y 24,2 mm a 27,0 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.e).

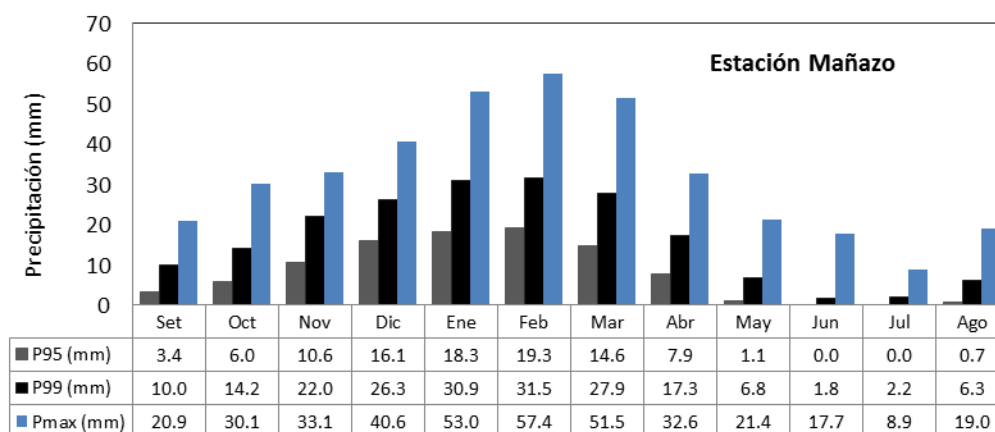


Figura 4.e: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Mañazo.

Elaborado: Dirección Regional de Puno - SENAMHI.

- **Estación CO Laraqueri:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se registran entre los meses de diciembre a marzo con valores de 16,4 mm a 20,8 mm (precipitaciones fuertes), 26,5 mm a 30,5 mm (precipitaciones muy fuertes) y 45,8 mm a 54,8 mm (precipitaciones extraordinarias). Por otro lado, la menor intensidad de precipitación pluvial se registra entre los meses de junio a agosto con valores de 5,5 mm a 9,0 mm (precipitaciones muy fuertes) y 20,0 mm a 25,0 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.f).

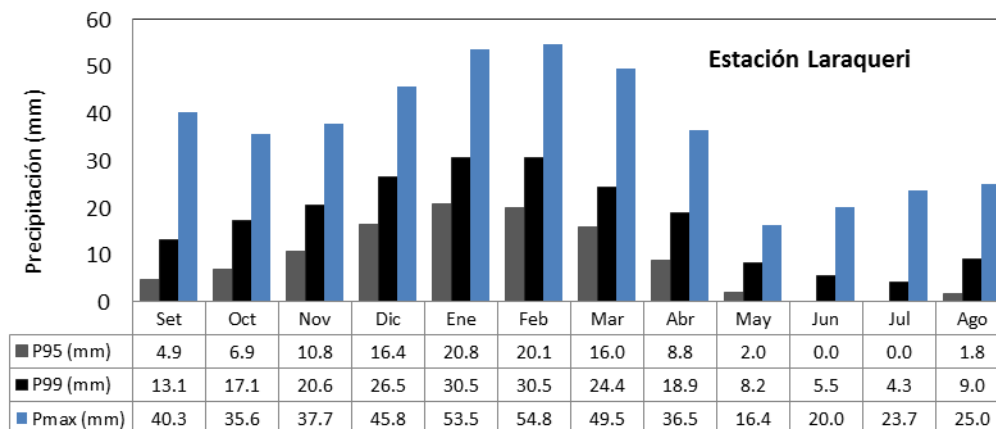


Figura 4.f: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Laraqueri.

Elaborado: Dirección Regional de Puno - SENAMHI.

- **Estación CO Mazocruz:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se registran entre los meses de diciembre a marzo con valores de 12,9 mm a 17,4 mm (precipitaciones fuertes) , 21,3 mm a 25,8 mm (precipitaciones muy fuertes) y 33,8 mm a 47,4 mm (precipitaciones extraordinarias), en tanto que, las menores precipitaciones pluviales se presentan entre los meses de junio a agosto con registros de 1,9 mm a 7,8 mm (precipitaciones muy fuertes) y 11,8 mm a 28,8 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.g).

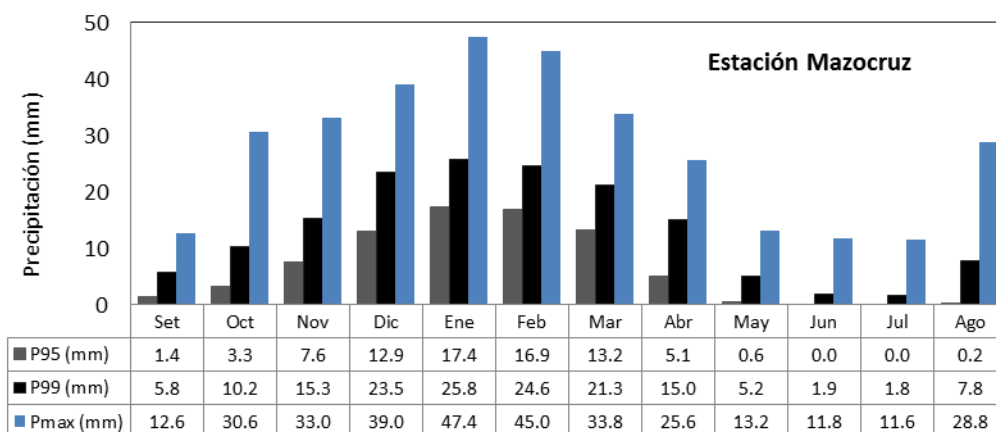


Figura 4.g: Umbrales de precipitación pluvial para la estación CO Mazocruz

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

- **Estación CP Puno:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se presenta entre los meses de diciembre a marzo con registros de 14,2 mm a 19,9 mm (precipitaciones fuertes), 26,0 mm a 33,8 mm (precipitaciones muy fuertes) y 38,6 mm a 78,2 mm (precipitaciones extraordinarias). Por otro lado, la menor intensidad de

precipitación pluvial es registrada entre los meses de junio a agosto con valores de 4,0 mm a 8,2 mm (precipitaciones muy fuertes) y 24,2 mm a 35,8 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.h).

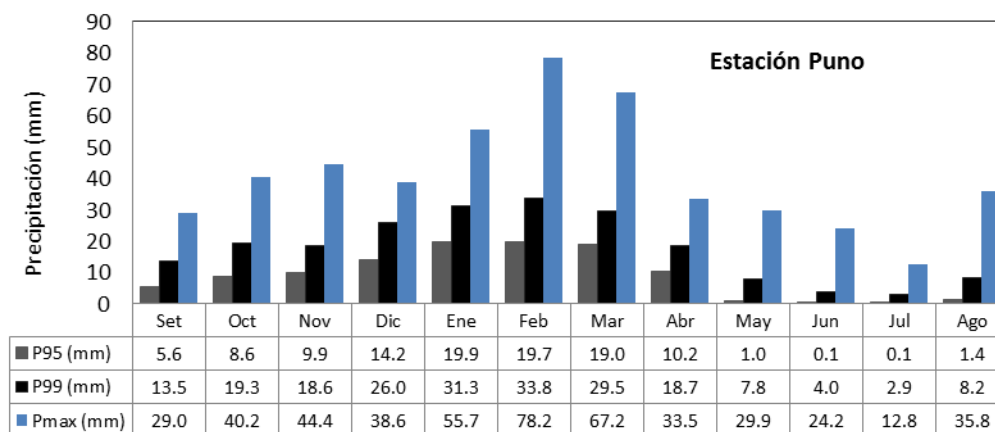


Figura 4.h: Umbrales de precipitación pluvial para la estación de CP Puno.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

- **Estación CO Ilave:** Se observa que la mayor intensidad de precipitaciones pluviales se presenta entre los meses de diciembre a marzo con registros de 13,4 mm a 21,0 mm (precipitaciones fuertes), 22,1 mm a 31,0 mm (precipitaciones muy fuertes) y 33,4 mm a 46,0 mm (precipitaciones extraordinarias). Por otro lado, la menor intensidad de precipitaciones pluviales se presenta entre los meses de junio a agosto con registros de 6,0 mm a 11,0 mm (precipitaciones muy fuertes) y 25,8 mm a 30,7 mm (precipitaciones extraordinarias) (ver figura 4.i).

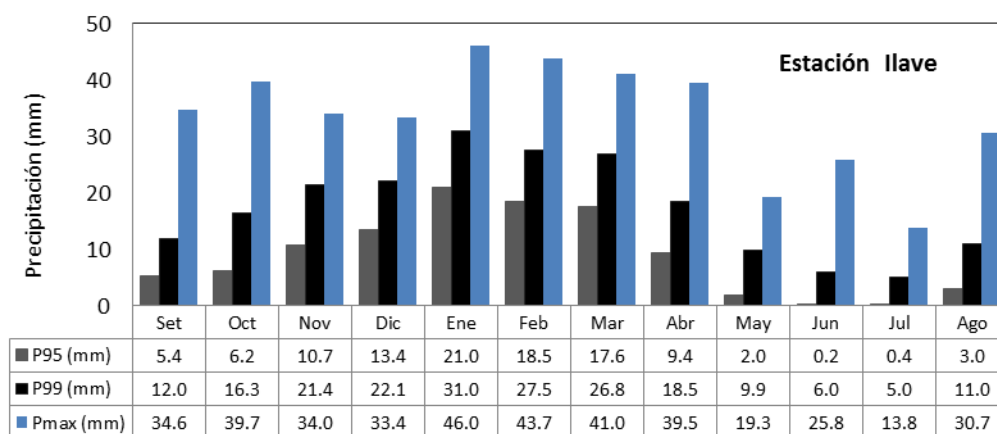


Figura 4.i: Umbrales de precipitación pluvial para la estación de CO Ilave.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

6.3. Determinación de umbrales para temperaturas máximas.

6.3.1. Índices de intensidad extrema para temperatura máxima diaria mensual.

En esta sección se detallan los umbrales de temperatura máxima diaria, los mismos que se estimaron mediante el percentil 95 (P95) para determinar la temperatura máxima diaria registrada en un determinado mes para las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de las cuencas de los ríos Coata e Ilave. Las estaciones ubicadas dentro de la cuenca del río Coata son: Cabanillas, Lampa, Santa Lucía y Pampahuta; mientras que, las estaciones ubicadas dentro de la cuenca del río Ilave son: Laraqueri, Mazocruz e Ilave. La estación Puno es una estación referencial ubicada en la zona de intercuenca, esto es, entre las cuencas Coata e Ilave. En la Tabla 4 se observa los resultados de las temperaturas registradas con el percentil 95 (P95), con este análisis se observa que las temperaturas máximas más elevadas se registran entre los meses de octubre a diciembre, siendo el mes de noviembre el mes con valores de temperaturas máximas diarias más altas como las obtenidas en Cabanillas con 21,0 °C; Lampa 21,2 °C; Santa Lucía 21,2 °C; Pampahuta 19,0 °C; Laraqueri 21,2 °C; Mazocruz 21,8 °C; Puno 19,6 °C y Ilave 19,4 °C. En tanto que, el percentil 95 (P95) de temperaturas máximas diarias más bajas se registra entre los meses de junio y julio, con valores de temperaturas que oscilan entre los 18,0 °C y 15,6 °C para las estaciones ubicadas dentro de la cuenca del río Coata, y temperaturas entre 15,8 °C a 17,4 °C para las estaciones ubicadas dentro de la cuenca del río Ilave. En la Figura 13 se observa la variación estacional de los índices extremos de temperatura diaria mensual para las cuencas de los ríos Coata e Ilave.

Tabla 4: Índices de intensidad extrema según el percentil 95 (P95) para temperaturas máximas diarias (°C) – Período anual.

ESTACIONES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cabanillas	19,5	19,0	18,5	19,0	18,6	18,2	18,4	19,0	19,6	20,5	21,0	20,5
Lampa	19,6	19,0	18,6	19,0	18,5	18,0	18,2	19,0	20,0	20,8	21,2	20,6
Santa Lucía	19,5	18,3	18,0	18,0	18,3	19,0	18,0	19,0	19,9	21,0	21,2	20,8
Pampahuta	16,8	17,0	16,8	17,0	16,8	15,6	15,8	17,0	18,2	19,0	19,0	18,6
Laraqueri	19,0	18,4	18,4	18,6	18,2	17,8	17,4	18,6	19,8	20,8	21,2	21,0
Mazo Cruz	20,0	19,0	19,2	19,2	18,2	17,6	17,4	19,0	19,8	21,4	21,8	21,2
Puno	18,4	17,8	17,6	17,6	17,0	16,4	16,9	18,0	18,8	19,2	19,6	19,4
Ilave	18,0	17,6	17,2	17,2	16,8	16,0	15,8	17,0	17,8	18,6	19,4	19,0

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

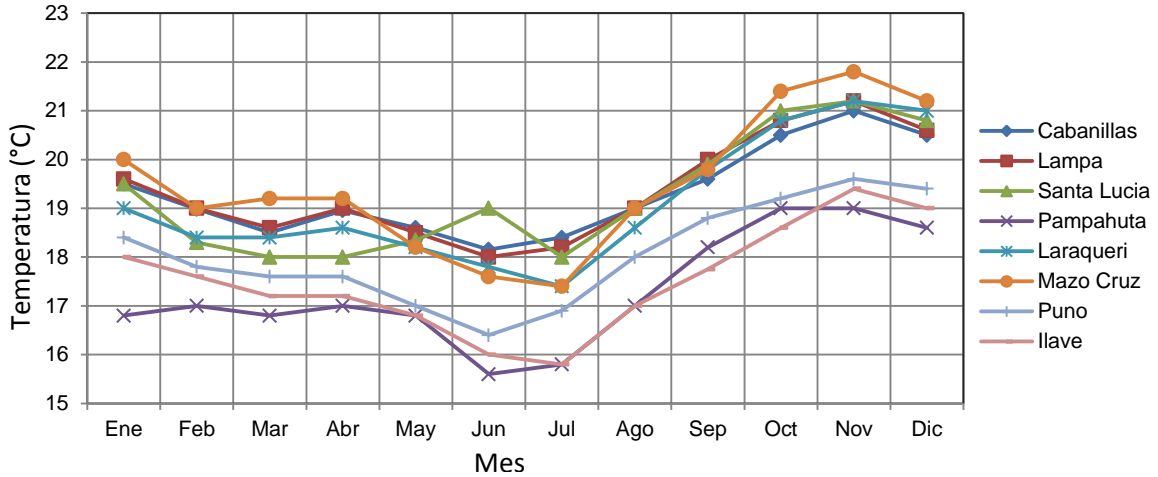


Figura 5: Variación estacional de los índices de intensidad extrema según el percentil 95 (P95) para temperaturas Máximas diarias (°C) – Período anual. **Elaborado:** Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

6.3.2. Índices de intensidad extrema para temperatura máxima diaria

Los índices de intensidad para temperatura máxima diaria fueron determinadas utilizando el percentil 90 (P90), para ello, se seleccionaron las temperaturas máximas más altas. En tanto que, para determinar las temperaturas máximas diarias más bajas se utilizó el percentil 10 (P10). Estos índices fueron determinados para las estaciones que se encuentran ubicadas dentro de las cuencas Coata e Ilave. Los cálculos incluyeron la totalidad de datos disponibles de cada estación, así mismo, estos índices de temperatura fueron comparados con un año referencial (registros del 2012). En las figuras desde la 6.a al 6.h se observan los umbrales de temperaturas máximas diarias determinadas para cada estación.

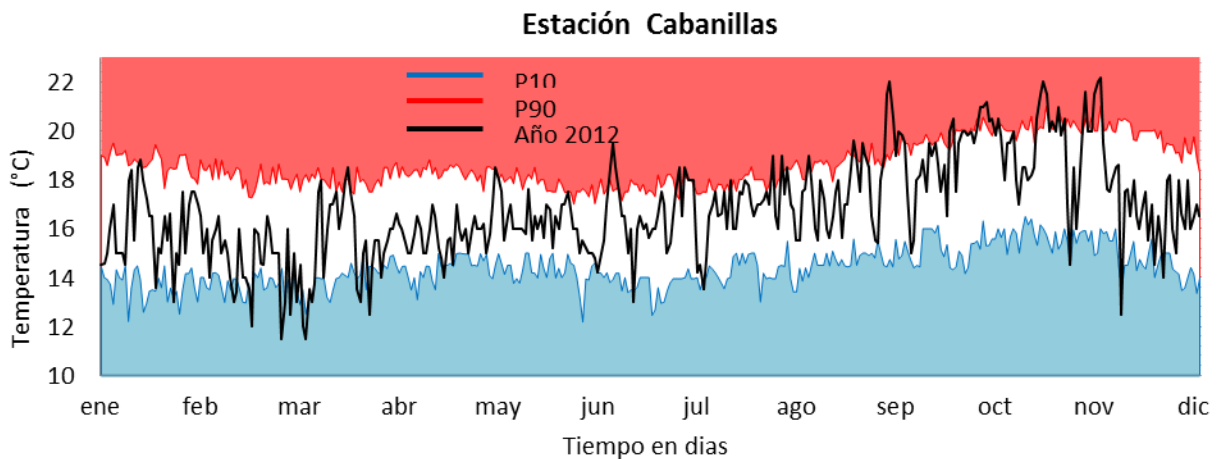


Figura 6.a: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Cabanillas. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 20,2 °C y 17,6 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 15,5 °C y 13,5 °C. **Elaborado:** Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

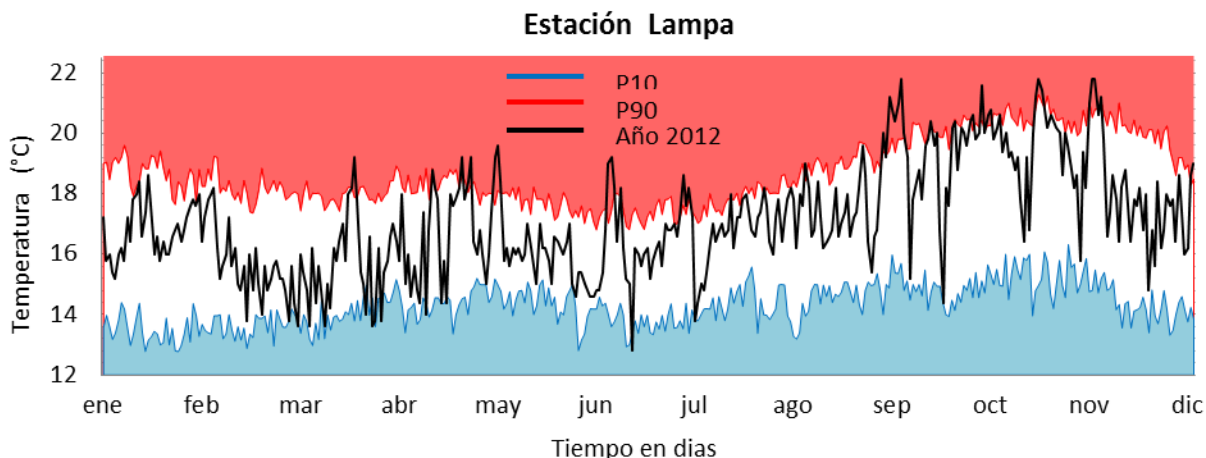


Figura 6.b: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Lampa. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 20,6 °C y 17,4 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 15,0 °C y 13,4 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

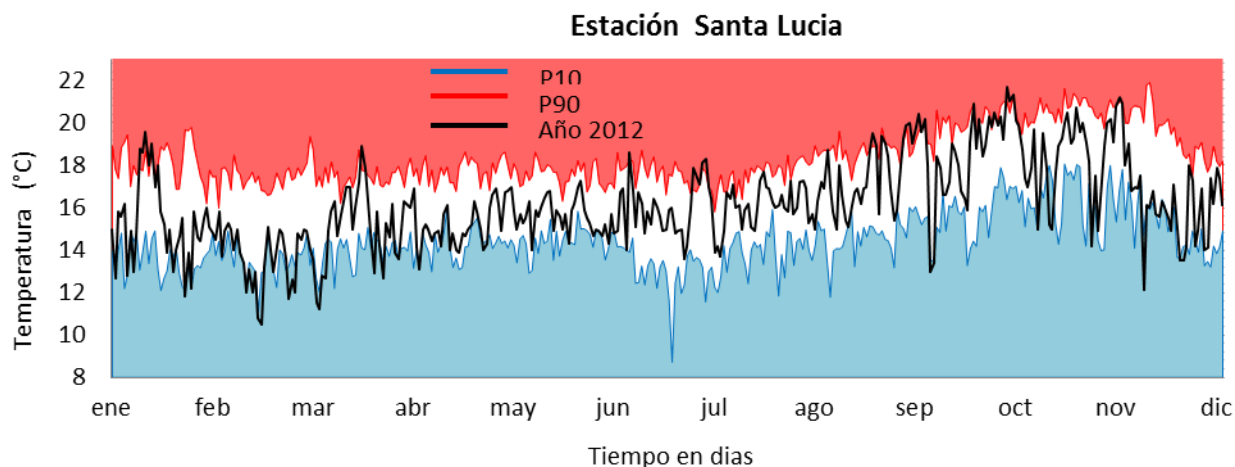


Figura 6.c: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Santa Lucia. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 20,9 °C y 17,6 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 15,8 °C y 12,8 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

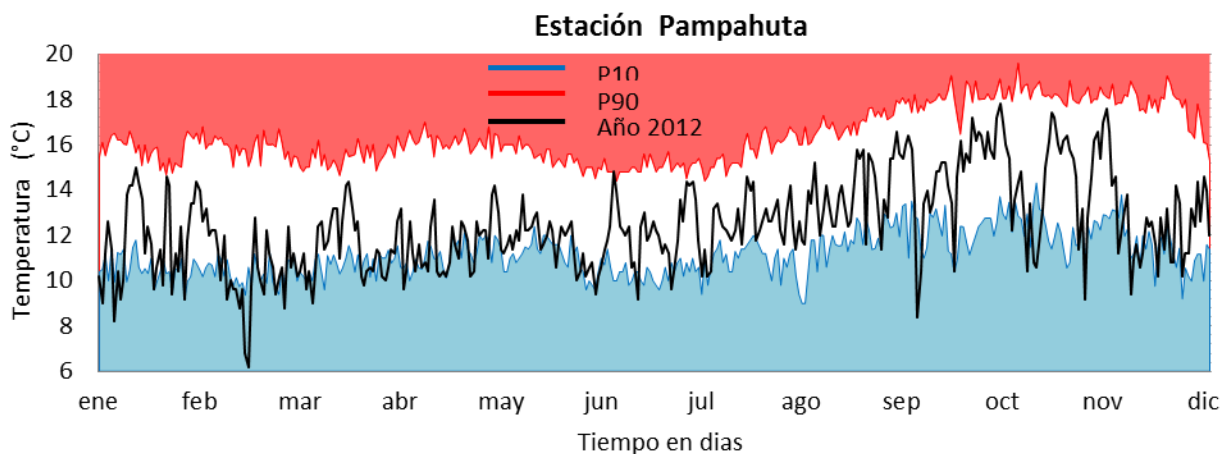


Figura 6.d: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Pampahuta. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 18,4 °C y 15,0 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 12,4 °C y 10,0 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

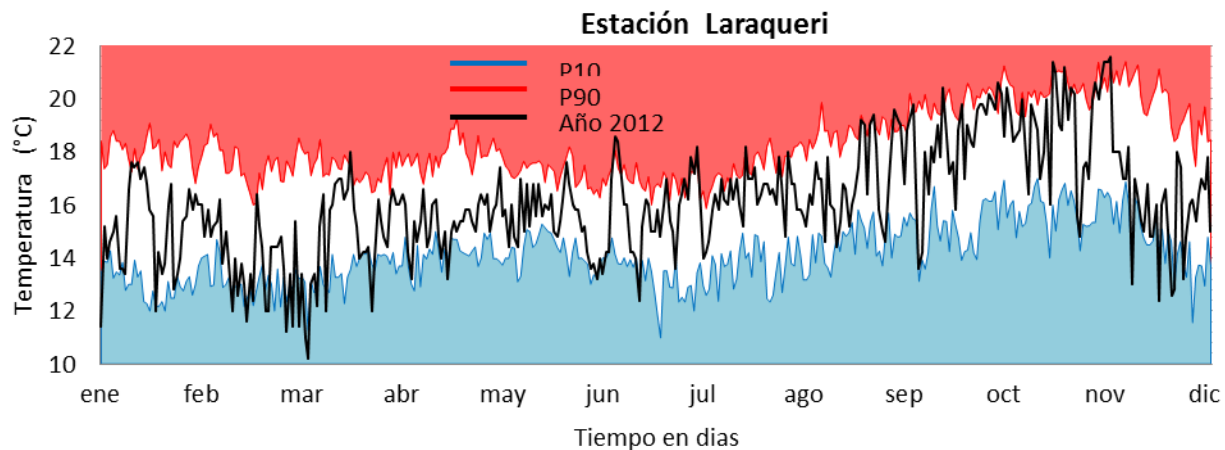


Figura 6.e: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Laraqueri. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 20,6 °C y 17,0 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 15,4 °C y 13,0 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

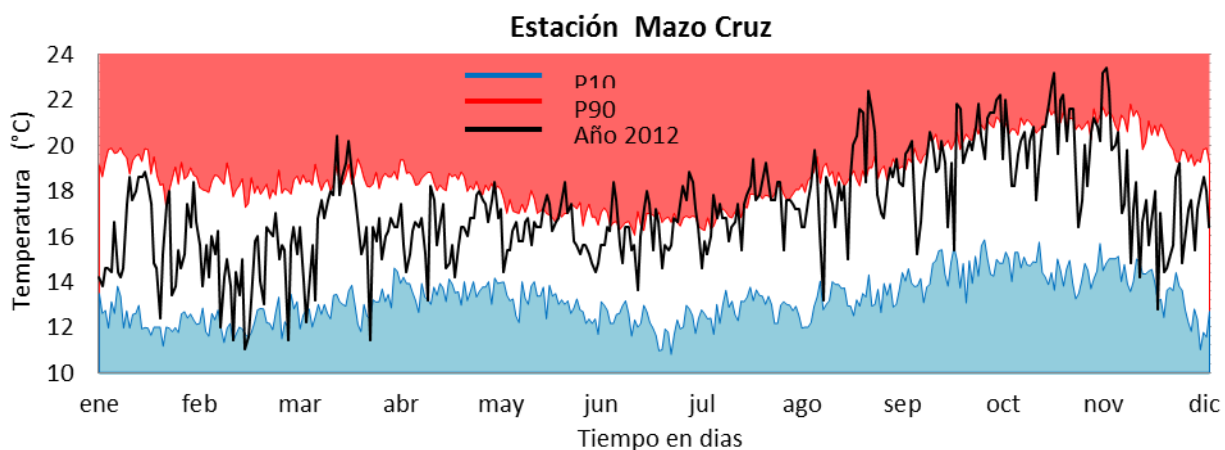


Figura 6.f: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Mazocruz. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 21,2 °C y 16,8 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 14,6 °C y 12,0 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

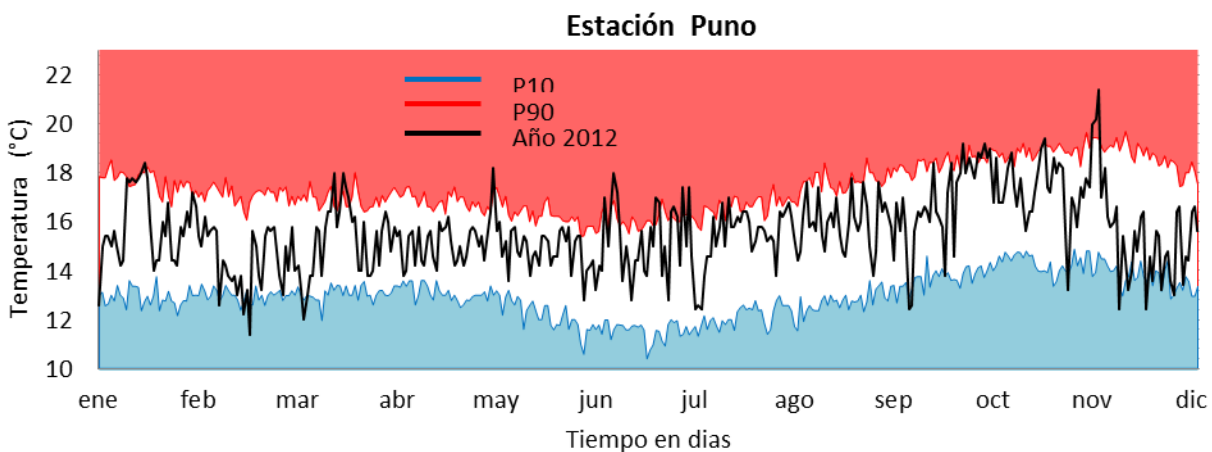


Figura 6.g: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CP Puno. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 19,0 °C y 16,0 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 14,0 °C y 11,6 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

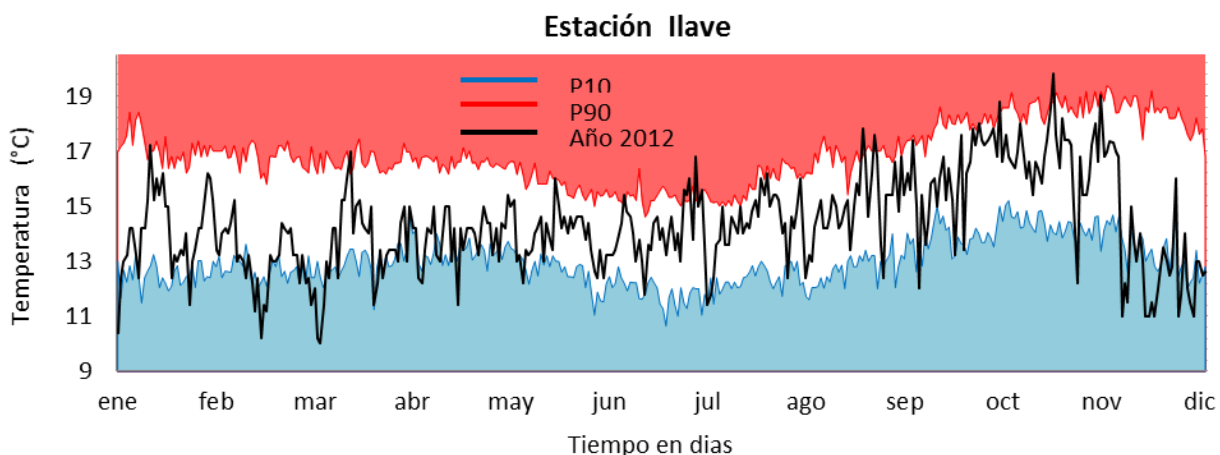


Figura 6.h: Umbrales de temperatura máxima diaria para la estación CO Ilave. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 18,8 °C y 15,4 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 14,2 °C y 11,8 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

6.4. Determinación de umbrales para temperaturas mínimas

6.4.1. Índices de intensidad extrema para temperatura mínima diaria mensual.

En esta sección se detallan los umbrales de temperatura mínima mensual, los mismos que se estimaron mediante el percentil 05 (P05) para determinar temperaturas mínimas más bajas registradas a nivel mensual para las estaciones ubicadas dentro de las cuencas del Coata e Ilave. En la Tabla 4 se observa los resultados de las temperaturas registradas con el percentil 05 (P05), en ella, se observa que las temperaturas mínimas más bajas se registran entre los meses de junio a agosto, siendo el mes de julio quien presenta el mes con registros de temperaturas mínimas más bajas y valores de -6,5 °C (Cabanillas), -10,6 °C (Lampa), -13,9 °C (Santa Lucia), -16,5 °C (Pampahuta), -13,5 °C (Laraqueri), -20,2 °C (Mazocruz), -4,2 °C (Puno) y -8,4 °C (Ilave). Asimismo, el percentil de temperaturas mínimas más altas se registran entre los meses de enero y febrero con valores máximos que oscilan entre los 2,3 °C y 2,2 °C (Cabanillas), 0,6 °C y 0,1 °C (Lampa), -0,8 °C y -1,4 °C (Santa Lucia), -3,4 °C y -4,0 °C (Pampahuta), 0,0 °C (Laraqueri), -5,9 °C y -6,2 °C (Mazocruz), 3,2 °C y 3,1 °C (Puno) y 2,0 °C y 1,6 °C (Ilave). En la Figura 7 se observa la variación estacional de los índices de temperatura mínima extrema en los meses correspondientes al periodo anual, para las cuencas de los ríos Coata e Ilave.

Tabla 5: Índices de intensidad extrema según el percentil 05 (P05) para temperaturas mínimas según distribución mensual (°C).

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cabanillas	2,3	2,4	2,0	-0,8	-4,2	-6,2	-6,5	-5,0	-2,2	-0,6	0,6	1,8
Lampa	0,6	0,1	-0,6	-4,3	-8,4	-10,1	-10,6	-9,8	-7,8	-5,6	-4,6	-1,6
Santa Lucia	-1,4	-0,8	-1,8	-6,8	-11,7	-13,8	-13,9	-13,8	-11,8	-8,8	-7,8	-3,6
Pampahuta	-3,4	-4,0	-4,4	-7,8	-13,0	-15,6	-16,5	-16,0	-14,2	-12,0	-11,3	-7,5
Laraqueri	0,0	0,0	-0,4	-5,4	-11,6	-13,2	-13,5	-12,3	-9,8	-6,2	-5,2	-1,8
Mazo Cruz	-5,9	-6,2	-6,6	-12,0	-17,6	-20,0	-20,2	-19,8	-17,4	-15,8	-14,0	-9,8
Puno	3,2	3,1	2,6	0,4	-2,2	-3,8	-4,2	-3,0	-1,4	0,2	1,0	2,4
Ilave	1,6	2,0	1,6	-1,6	-5,6	-8,8	-8,4	-7,8	-4,4	-2,6	-1,6	0,5

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

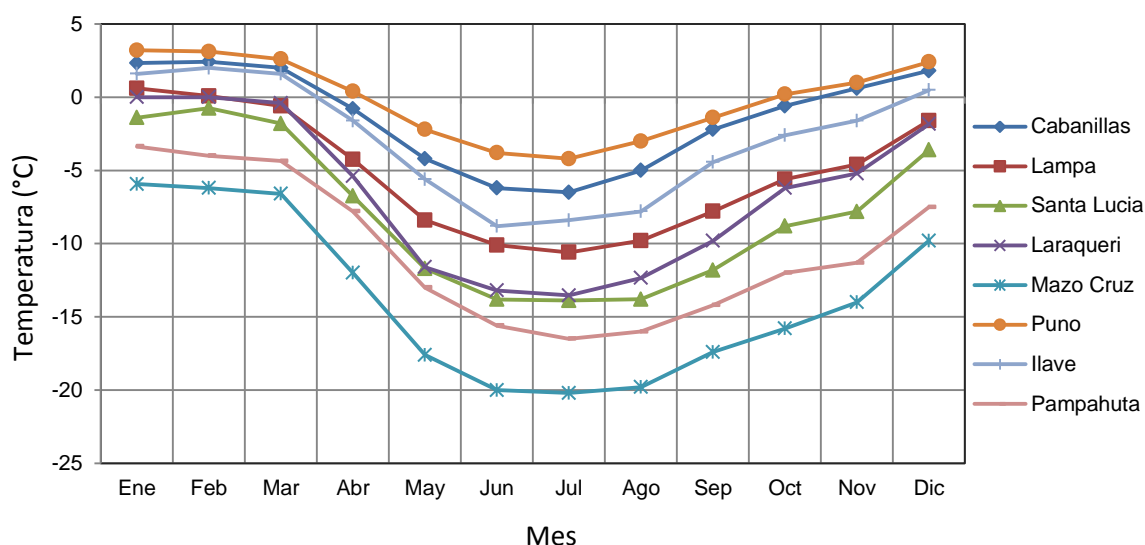


Figura 7: Variación estacional de los índices extremos de intensidad según el percentil 05 (P05) para temperaturas mínimas (°C). **Elaborado:** Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

6.4.2. Índices de intensidad extrema para temperaturas mínimas diarias

Para determinar las temperaturas mínimas más altas se utilizó el percentil 90 (P90), mientras que, para determinar temperaturas mínimas más bajas se utilizó el percentil 10 (P10). Estos índices fueron determinados para las estaciones que se encuentran ubicadas dentro de las cuencas de los ríos Coata e Ilave. Los cálculos incluyeron la totalidad de datos disponibles para cada estación, así mismo, estos índices de temperatura fueron comparados con un año referencial (2012). En las figuras del 8.a al 8.h se observan los umbrales de temperaturas mínimas diarias determinadas para cada estación.

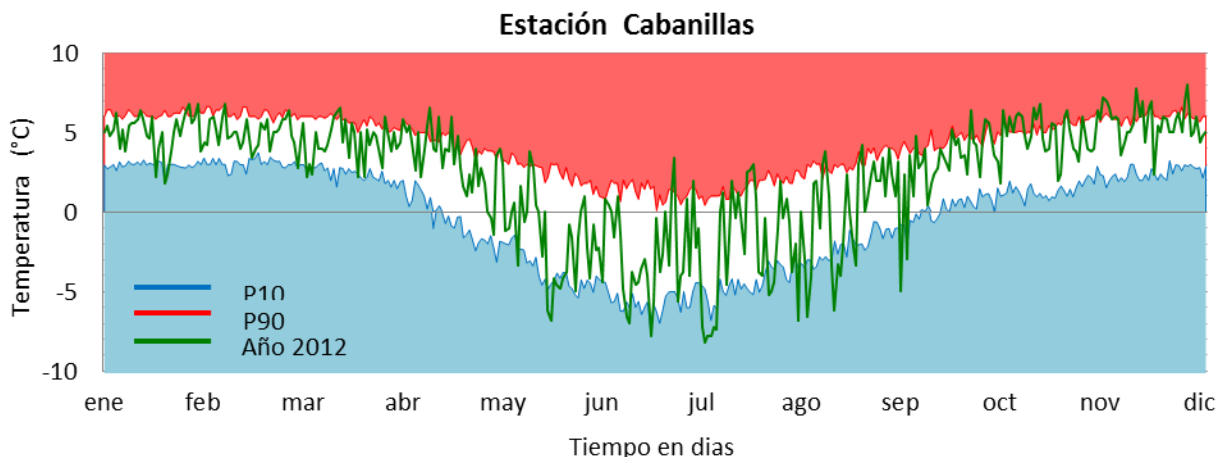


Figura 8.a: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Cabanillas. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 6,2 °C y 1,0 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 3,0 °C y -5,4 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

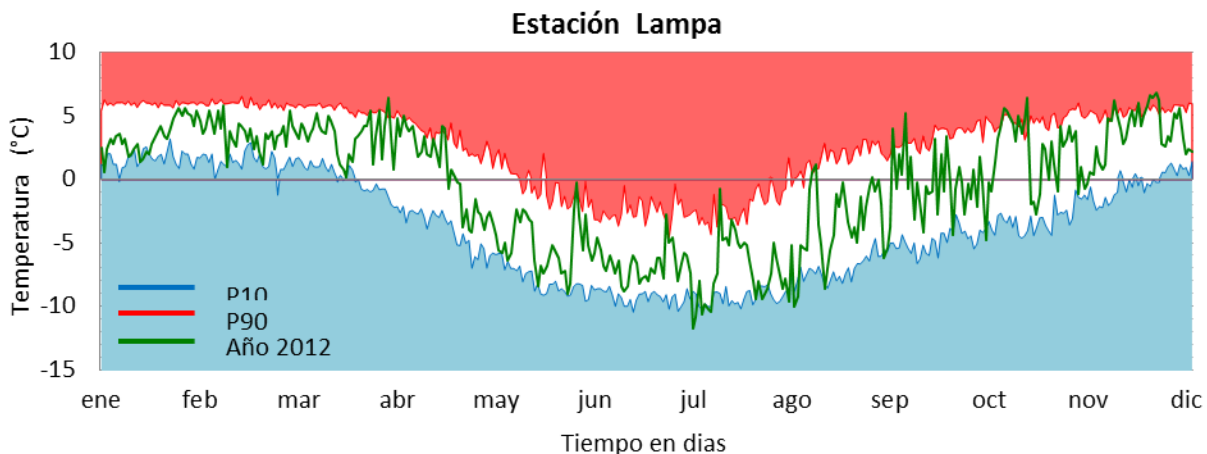


Figura 8.b: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Lampa. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 6,0 °C y -2,8 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 1,4 °C y -9,6 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

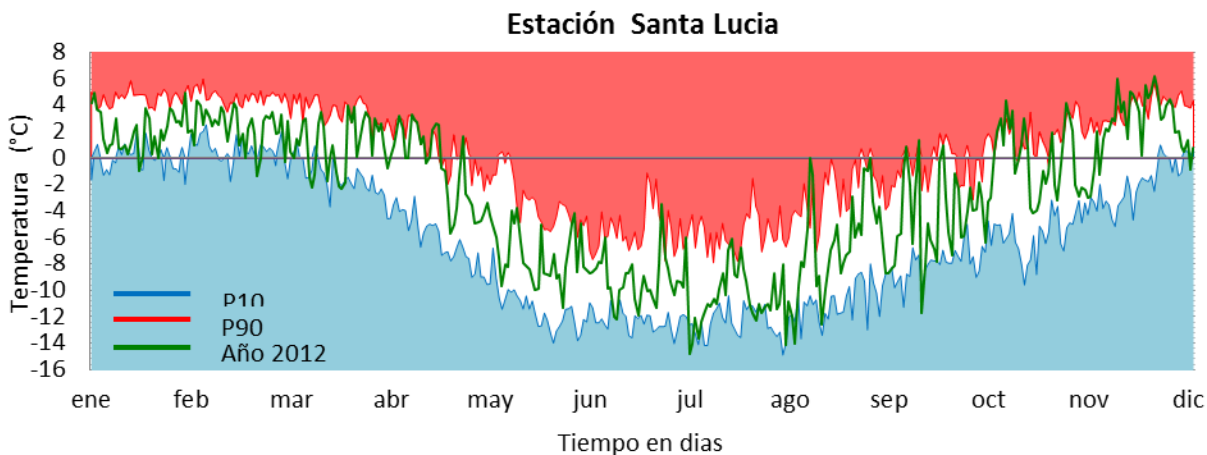


Figura 8.c: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Santa Lucía. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 4,9 °C y -5,3 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 0,0 °C y -13,0 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

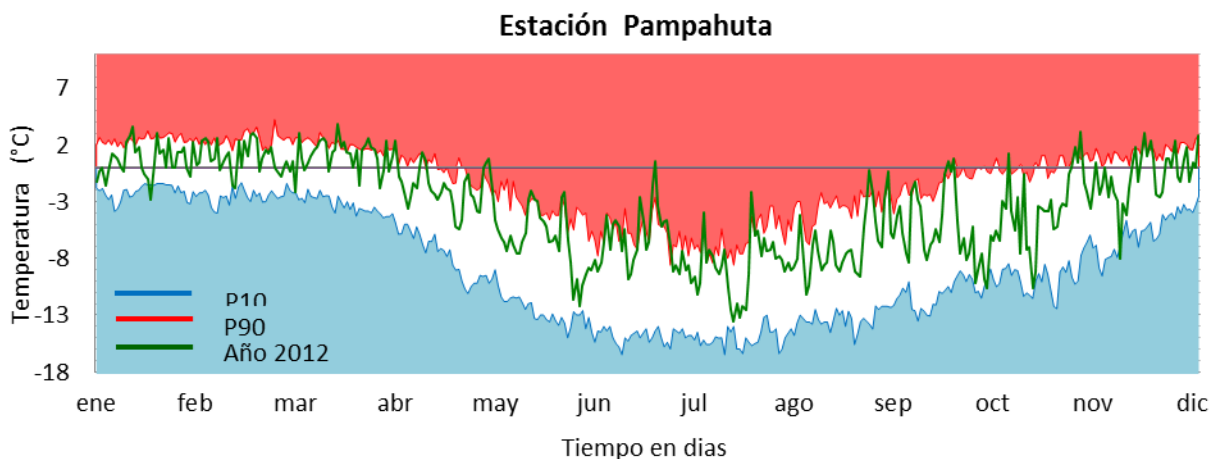


Figura 8.d: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Pampahuta. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 2,4 °C y -7,2 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los -2,2 °C y -15,1 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno - SENAMHI

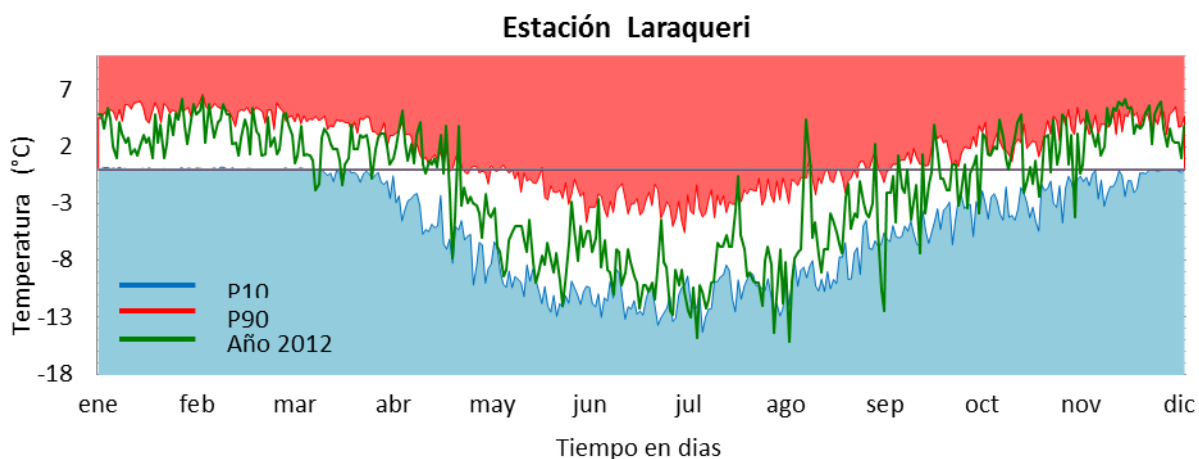


Figura 8.e: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Laraqueri. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 5,4 °C y -3,0 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los -0,0 °C y -12,0 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

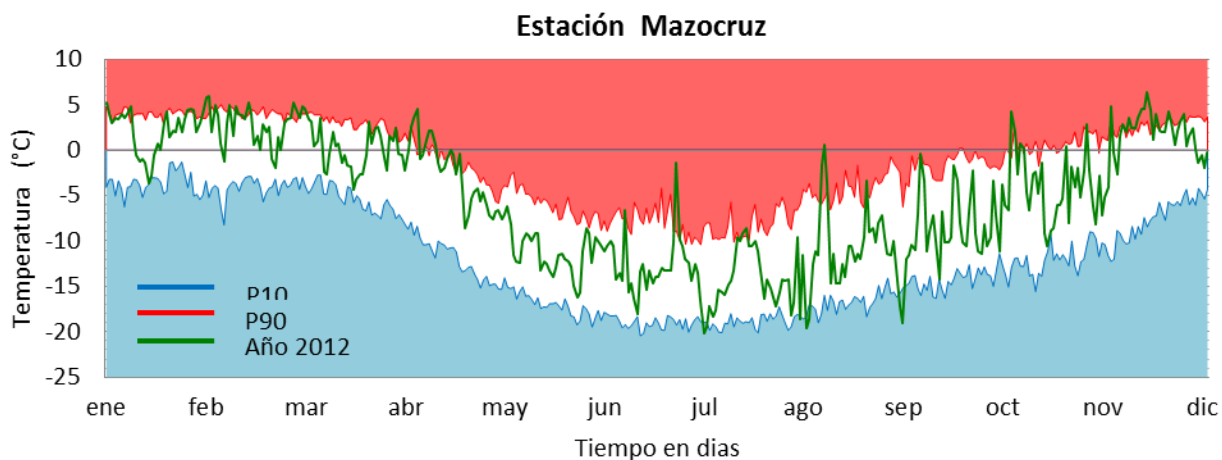


Figura 8.f: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Mazacruz. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 4,2 °C y -9,0 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los -3,8 °C y -19,2 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno – SENAMHI.

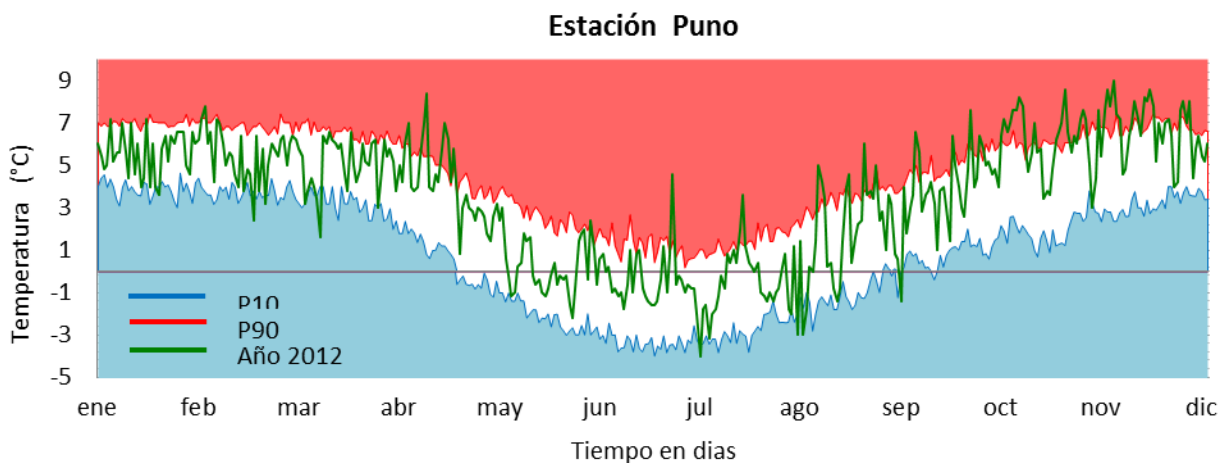


Figura 8.g: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CP Puno. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 7,0 °C y 0,9 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 3,8 °C y -3,4 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno - SENAMHI

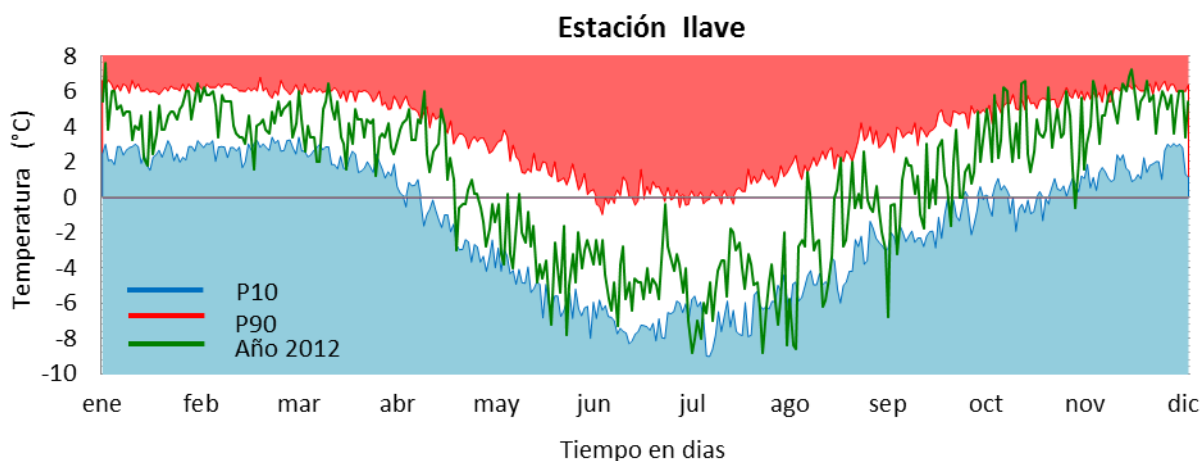


Figura 8.h: Umbrales de temperatura mínima diaria para la estación CO Ilave. Temperaturas altas percentil 90 (P90) varían entre los 6,4 °C y 0,2 °C. Temperaturas bajas percentil 10 (P10) varían entre los 2,6 °C y -7,1 °C.

Elaborado: Dirección Regional de Puno - SENAMHI

VII. CONCLUSIONES

1. De los umbrales obtenidos para precipitación se concluye que las precipitaciones extremas en las cuencas de los ríos Ilave y Coata presentan un comportamiento mensual y estacional similar en todas las estaciones analizadas. Las precipitaciones consideradas fuertes durante los meses de mayor precipitación oscilan entre los 16 mm/día a 22 mm/día, las precipitaciones muy fuertes oscilan entre los 23 mm/día a 34 mm/día y las precipitaciones extraordinarias oscilan entre los 35 mm/día a 78 mm/día. La estación de Puno ubicado en la zona de intercuenca presenta los índices más extremos con precipitaciones extraordinarias de hasta 78 mm/día. En el caso de las frecuencias de

precipitación en la cuenca La estación meteorológica de Lampa, referencial a la del río Coata, presenta mayor frecuencia e intensidad de precipitaciones con registros superiores a 20 mm y 10 mm en 28 y 70 días por año, así mismo, esta estación presenta mayores extremos de precipitación (86,7 mm para el mes de enero) con respecto al resto de estaciones. Para la cuenca del río Ilave la estación de meteorológica de Laraqueri presenta mayor frecuencia de precipitaciones con precipitaciones mayores a 20 mm y 10 mm en 13 y 54 días por año, respectivamente.

2. De los umbrales obtenidos para temperatura máxima se concluye que las temperaturas máximas más elevadas son registrados en el mes de noviembre, tal es el caso de la estación Mazocruz cuyo percentil 95 está en 21,8 °C. Las temperaturas máximas más bajas son registrados entre los meses de junio y julio, como en el caso de la estación de Pampahuta cuyo percentil 05 está en 15,6 °C. Para el caso de las temperaturas mínimas se concluye que las temperaturas más elevadas son registrados entre los meses de enero a febrero, tal es el caso de la estación Climatológica principal de Puno cuyo percentil 95 está en 3,2 °C. Las temperaturas mínimas más bajas son registrados entre los meses de julio, como en el caso de la estación meteorológica de Mazocruz cuyo percentil 05 está en -20,2 °C.

VIII. RECOMENDACIONES

1. En el presente estudio, sólo se utilizó algunos indicadores para identificar extremos de precipitación y temperatura. Sin embargo existen numeroso índices que deben ser analizados con el fin de determinar las tendencias de las precipitaciones pluviales y las temperaturas en el tiempo, y así poder identificar cuáles son los índices más representativos para el área de estudio.
2. Se analizaron los índices para un periodo determinado los cuales dependieron del total de registros con el que contaba cada estación, sin embargo no se realizó un análisis de la evolución temporal de los índices con el fin de identificar cambios, se recomienda completar el presente estudio con dicho análisis.
3. La distribución espacial de los parámetros meteorológicos, requieren de un ingreso de datos observados en diferentes puntos de una zona geográfica, lo más apropiado es

que sea cada 25 km, por tal motivo es necesaria la instalación de estaciones meteorológicas en zonas altas de la cuenca de llave, debido a la baja densidad de estaciones que se tiene. Desde este punto de vista la ubicación de estaciones nuevas como propuesta serian en el Centro poblado de San Antonio de Esquilache y Jancolaya, ubicados a 4 670 m.sn.m., y 4 430 m.s.n.m., respectivamente.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AMS (American Meteorological Society), (2000). Glossary of Meteorology (en línea), segunda edición. Consultado el 20 de junio de 2014. Disponible en: <http://amsglossary.allenpress.com/glossary/>
2. Beniston M,, Stephenson D,B,, Christensen O,B,, Ferro C,A,T,, Frei C,, Goyette S,, Halsnaes K,, Holt T,, Jylhä K,, Koffi B,, Palutikof J,, Schöll R,, Semmler T, & Woth K. (2007) Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections.
3. Carvalho, L,, Jones, C y Liebmann, C. (2002). Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone. *Journal of Climate* (15): pp 2377-2394
4. DIAZ JIMENEZ, Julio; LINARES GIL, Cristina y GARCIA HERRERA, Ricardo, Impacto de las temperaturas extremas en la salud pública: futuras actuaciones, *Rev, Esp, Salud Publica* [online], 2005, vol,79, n,2, pp, 145-157, ISSN 1135-5727.
5. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage (en línea). Consultado el 20 de junio de 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm#Contents>
6. Garreaud, R y Aceituno, P. (2007). *The Physical Geography of South America, Atmospheric Circulation and climatic Variability*. T Veblen, K, Young and A, Ome (Eds), Oxford University Press.
7. Gelmi, M y Seoane, R. (2013). Variación Temporal de índices de precipitaciones extremas en el centro de la provincia de Buenos Aires. *GEOACTA* 38(1): pp 47-60
8. Haylock, M y Nicholls, N. (2000). Trends in extreme rainfall indices for an updated High quality data set for Australia, 1910–1998, *International Journal of Climatology*. 20: pp 1533-1541.

9. Horel, J D. y Cornejo Garrido, A. (1986). Convection along the coast of Northern Peru during 1983: Spatial and Temporal Variation of Clouds and Rainfall. *Monthly Weather Review*.114: pp 2091-2105.
10. IPCC (Intergovernmental Panel on climate Change). (2001). *Climate Change, Impacts, Adaptation, and vulnerability*. Eds JJ McCarhy, OF Canziani, NA Leary, DJ Dokken y KS White, Cambridge University Press. pp 1005
11. IPCC (2007). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate change 2007, Working Group I: The Physical Science Basis*, Cambridge University Press. 996p.
12. LAVADO CASIMIRO, Waldo Sven, E, Silvestre, W, Pulache, Tendencias en los extremos de lluvias cerca de la ciudad del Cusco y su relación con las inundaciones de enero del 2010, *REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFÉRICA RPGA* (2) 89-98 (2010), Lima Perú. pp 89-98
13. Lujano Laura Efraín. (2012). *Estudio Hidrológico Superficial De Las Cuencas De Los Ríos Ilave Y Coata. VOLUMEN I* Dirección Regional de SENAMHI Puno, Puno. pp 55-88
14. Plasencia, E,, Posadas, A y Cabrera, C. (2010). Estimación de las temperaturas extremas en el Perú mediante interpolación climatológica mensual, *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas – UNMSM*. pp 9.
15. Quispe, N. (2005). *Condiciones sinópticas de la incursión de una masa de aire frío en Sudamérica y su impacto en los cultivos de la selva, Caso específico: Verano de 1996 e invierno de 2000*. Tesis Ing. Meteorólogo. Lima Perú. UNALM. pp 122.
16. Rusticucci, M y Barrucand, M. (2002). *Climatología de temperaturas extremas en la Argentina, Consistencia de datos, Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de días extremos*. Universidad de Buenos Aires, AR. p 15
17. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e hidrología, PE). (2009). *Escenarios climáticos en el Perú para el año 2030*.
18. WMO (World Meteorological Organization). (2008). *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*. Séptima edición.