



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA

DIRECCIÓN REGIONAL CAJAMARCA

Por:

Tania Katherine Ita Vargas

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

CAJAMARCA, NOVIEMBRE 2013

Estudio de Caracterización Climática de la Cuenca del Río Chicama

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

Por:

Tania Katherin ITA VARGAS

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Dirección Regional de SENAMHI-Cajamarca

Dirección General de Meteorología

SENAMHI

Noviembre 2013

Cajamarca, Perú

SUMARIO

I.	INTRODUCCIÓN	05
II.	OBJETIVOS	06
2.1	General	06
2.2	Específico	06
III.	DATOS Y METODOLOGÍA	06
3.1	Área de estudio	06
3.2	Modelación atmosférica	07
3.3	Base de Datos	07
3.3.1	Caracterización climática de la cuenca del río Chicama	07
3.4	Análisis de consistencia a nivel mensual	08
3.5	METODOLOGÍA	09
3.5.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	09
3.5.1.1	Caracterización de las temperaturas media, máxima y mínima	09
3.5.1.2	Caracterización de la Precipitación	09
3.5.1.3	Regiones	10
IV.	MARCO TEÓRICO	10
4.1	Circulación atmosférica media sobre la cuenca del río Chicama	10
4.1.1	Controladores climáticos	11
4.1.2	Circulación atmosférica en niveles bajos	13
4.1.3	Circulación atmosférica en niveles medios	14
4.1.4	Circulación atmosférica en niveles altos	15
V.	RESULTADOS	16
5.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	16
5.1.1	Caracterización de la temperatura	16
5.1.1.1	Temperatura Media	16
5.1.1.2	Temperatura Máxima	17
5.1.1.3	Temperatura Mínima	18
5.1.2	CARACTERIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN	19
5.1.2.1	Precipitación Estacional	19

5.1.3	REGIONES	.....	20
5.1.3.1	Subcuenca Bajo Chicama	.....	20
5.1.3.2	Subcuencas Santanero, Medio y Medio Bajo Chicama	.....	22
5.1.3.3	Subcuenca Quirripango	.....	23
5.1.3.4	Subcuenca Ochape	.....	24
5.1.3.5	Subcuencas Chuquillanqui y Medio Alto Chicama	.....	25
5.1.3.6	Subcuenca Alto Chicama	.....	26
VI.	CONCLUSIONES	.....	28
VII.	RECOMENDACIONES	.....	29
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	30
	ANEXOS	.....	31

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es realizado en el marco del Programa Presupuestal Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres (**PREVAED**) desarrollado para la cuenca del río Chicama la cual se ubica al norte del país y comprende parte de las provincias de Ascope, Gran Chimú, Otuzco, Santiago de Chuco del departamento de La Libertad y de las provincias de Cajamarca y Contumazá del departamento de Cajamarca.

La principal actividad económica en el valle del Chicama es la agricultura, siendo muchos los productos que ofrece como la caña de azúcar, la alfalfa, los frutales, las hortalizas, espárrago, plátano, vid, maíz, camote, yuca, arroz, frejol, tomate, ají, algodón, lenteja, melón, cebolla, entre otros. La agroindustria dentro del valle la realizan grandes empresas como Casa Grande y Cartavio; así mismo, la ganadería y el comercio son importantes en su economía. Dado que todos los seres humanos, como los animales y las plantas somos susceptibles a los cambios del ambiente, sobre todo a aquellos relacionados con las temperaturas extremas que pueden causar alteraciones que afecten significativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, llegando en algunos casos a destruirlos y finalmente perjudicando a la economía de los pueblos, es innegable el impacto social y económico asociado a eventos extremos de temperatura, de ahí que es importante el estudio tanto de las condiciones medias de la zona así como el estudio de los valores extremos de variables como temperatura y precipitación para un mejor planeamiento de estrategias y ayuda a la prevención de desastres.

La cuenca del río Chicama está ubicada en el continente sudamericano por lo que está afectado por un conjunto de sistemas atmosféricos en la región, los cuales exhiben diversos patrones de tiempo y clima, incluyendo características tropicales, subtropicales y extra tropicales. Los Andes no solo actúan como una barrera climática con condiciones secas al oeste y condiciones de humedad al este en latitudes tropicales y subtropicales (el patrón inverso en latitudes medias), a su vez, éstos son forzados por interacciones tropicales y extra tropicales, especialmente al este de los Andes (Garreaud, 2007). La circulación atmosférica sobre la cuenca del río Chicama exhibe características tropicales debido a su ubicación dentro del continente sudamericano. A su vez, el comportamiento climatológico de la cuenca está fuertemente relacionado con el desplazamiento norte- sur de la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), con la convección y el transporte de humedad desde la Amazonía y con la formación de la Alta de Bolivia; así también por los sistemas

anticiclónicos del Pacífico y del Atlántico. Durante la estación de verano es que estos sistemas y procesos se intensifican y el régimen de precipitaciones es mayor.

En la primera parte del estudio se describen las condiciones medias de la atmósfera a fin de definir cuáles son los sistemas sinópticos que condicionan el clima de la cuenca, se detallan los campos de vientos y humedad atmosférica en los niveles bajo (1 500 metros de altura aprox.), medio (5 000 metros de altura aprox.) y alto (10 500 metros de altura aprox.) de la atmósfera. El clima medio de la cuenca es descrito mediante las variables temperatura y precipitación, para ello se hizo uso de datos mensuales sobre las cuales se realizó una estadística básica (se calculó la media, la desviación estándar, la asimetría, el coeficiente de variabilidad y los valores mensuales máximos y mínimos) a nivel mensual, estacional y anual.

II. OBJETIVOS

2.1 Generales

- Conocer las características climáticas de la cuenca del río Chicama mediante la descripción de los sistemas y procesos atmosféricos que condicionan su climatología y la descripción del comportamiento espacial y temporal de las variables de temperatura y precipitación.

2.2 Específicos

- Realizar el análisis de consistencia a las series mensuales de las variables temperatura máxima, mínima y precipitación pluvial.
- Describir los sistemas y campos atmosféricos a nivel de Sudamérica que condicionan las características climáticas de la cuenca.
- Caracterizar climáticamente la cuenca del río Chicama mediante las variables de temperatura media, máxima, mínima y precipitación pluvial.

III. DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Geográficamente la cuenca del río Chicama se ubica al norte del país y se encuentra comprendido aproximadamente entre los paralelos 7°21' y 7°59' de latitud Sur y los meridianos 78°14' y 79°20' de longitud Oeste. Y cuenta con un área de 4 814,3 Km² y perímetro es de 418 Km.

Hydrográficamente la cuenca del río Chicama limita por el:

- Norte: cuenca del río Jequetepeque.
- Este: cuenca del río Marañón.

- Sur: Cuenca del río Moche e intercuenca de quebrada río Seco.
- Oeste: Océano Pacífico.

Políticamente la cuenca comprende parte de las provincias de Ascope, Gran Chimú, Otuzco y Santiago de Chuco de la Región La Libertad y las provincias de Cajamarca y Contumazá de la Región Cajamarca. En el Anexo, el Mapa 1 muestra la ubicación geográfica de la cuenca.

3.2 MODELACIÓN ATMOSFÉRICA (REANALYSIS- NCEP/NCAR)

Los datos usados para la descripción de los campos atmosféricos a nivel de Sudamérica y que condicionan el clima de la cuenca son datos de reanálisis del periodo 1979 a 1998 del Modelo Global Forecast System (GFS), cuya resolución es de 2,5° X 2,5° latitud/longitud del National Centers for Environmental Prediction (NCEP) /National Center Atmospheric Research (NCAR) - USA.

3.3 BASE DE DATOS

3.3.1 Caracterización Climática de la cuenca del río Chicama

Los datos de las estaciones de superficie proveen información en tiempo real para muchas aplicaciones, entre ellas el pronóstico, siendo su record histórico fundamental en el análisis climático, sin embargo, existen algunas dificultades en el empleo de esta información, tales como records no digitalizados, errores en la digitación, dificultades para acceder a ella, etc. Además muchas de las estaciones no cuentan con un amplio registro de información y otras fueron desactivadas años atrás por lo cual no se cuenta con información reciente.

Se emplearon datos de las estaciones convencionales los cuales fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú- SENAMHI y la empresa azucarera Casa Grande (sólo datos de ésta estación). En el Mapa 2 del anexo se presenta la distribución espacial de las estaciones meteorológicas empleadas, mientras que en el Cuadro 1, se detalla la información sobre las mismas. Cabe mencionar que el periodo de datos de las variables no es la misma, en vista que muchas de las estaciones empezaron siendo pluviométricas y posteriormente se re-categorizaron a climatológicas ordinarias. El cuadro 2 del

anexo muestra los periodos de información considerados en la determinación de la climatología de la cuenca.

3.4 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA BASE DE DATOS A NIVEL MENSUAL

Para establecer la climatología de la cuenca del río Chicama a través de las variables temperatura y precipitación es necesario hacer la consistencia de datos y completar los periodos de información faltantes.

3.4.1.1 Temperatura

Para las tres variables y para el periodo de datos diarios indicados en la tabla 2 se calculó los valores mensuales de las temperaturas máxima y mínima, así mismo se consideró que el mes debería tener más del 50 % de días con información para calcular el promedio mensual. Seguidamente se procedió a realizar la compleción de datos mensuales faltantes, las técnicas empleadas fueron: auto-correlación, regresión lineal simple y compleción mediante la media mensual, en ese orden de preferencia. Con los valores completos de temperatura máxima y mínima (solo si existía dichos valores para un mes) se procedió a calcular la temperatura media mensual como el promedio de los extremos de temperatura.

Dada la poca cantidad de datos y los diferentes periodos de las estaciones empleadas se consideró realizar la climatología a partir de la información de cada estación, considerándose solo los años con información real de enero a diciembre. Para las estaciones con un record mayor a 30 años se consideró la climatología de 1981 al 2010, puesto que algunas de ellas iniciaban su registro sobre 1973. Ello en base a que la Organización Mundial de Meteorología (OMM) define las normales climatológicas estándar como “medias de datos climatológicos calculadas para periodos consecutivos de 30 años” (OMM, 2007).

3.4.1.2 Precipitación

Los datos de precipitación fueron proporcionados del estudio Caracterización Hidrológica de la cuenca del río Chicama también realizado por el SENAMHI en el marco del PREVAED, los cuales pasaron el control de calidad y fueron completados por el autor, salvo por las estaciones de Contumazá, Quilcate y Granja Porcón que

fueron calculados a partir de la base de datos diarios trabajados en el estudio de Determinación de Umbrales de Temperatura del aire y Precipitación pluvial de la cuenca del río Chicama – Regiones La Libertad y Cajamarca. Los meses con información faltante se completaron usando la regresión lineal múltiple con estaciones cercanas.

Dado que las estaciones empleadas cuentan con un registro histórico de más de 30 años de ésta variable se consideró realizar la climatología de 1971 al 2000.

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

3.5.1.1 Caracterización de las temperaturas media, máxima y mínima

Para la caracterización de éstas variables se procedió a realizar el cálculo de las temperaturas media anual y estacional, se consideró los trimestres: DEF (diciembre, enero y febrero), MAM (marzo, abril y mayo), JJA (junio, julio y agosto) Y SON (setiembre, octubre y noviembre) siendo meses para las estaciones de verano (donde el mes de diciembre corresponde al mes de un año anterior a los demás meses), otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Para la temperatura máxima y mínima se consideró realizar los mapas anuales y los mapas correspondientes a las estaciones opuestas (verano – invierno), donde existe mayor variación de éstas variables.

Los mapas que muestran la distribución espacial de las variables fueron realizados en Arcgis V9.3 para lo cual se interpoló las temperaturas respecto a su variación con la altura; los mapas primarios obtenidos fueron sometidos a una revisión y posterior corrección, puesto que algunos valores resultaban fuera del rango aceptable para la cuenca del río Chicama.

3.5.1.2 Caracterización de la Precipitación pluvial.

La caracterización de la precipitación pluvial, se basa en los cálculos de la precipitación total anual, y los acumulados estacionales; se consideraron las mismas estaciones que en el caso de la temperatura, solo que en lugar de utilizar

el promedio estos se basaron en el total de precipitación acumulada en dichos periodos.

La realización de los mapas de precipitación por su complejidad incluyen 2 etapas: en la primera se realizó una interpolación de la precipitación con la altura, la latitud y la longitud, usando para ello el programa Arcgis. Se consideraron dichos parámetros por la relación lineal de la precipitación con la altura y por la variación de la misma, en la cuenca, respecto a la longitud, se incluye la latitud a fin de obtener un mejor coeficiente de correlación. En la segunda etapa se procedió a realizar manualmente el trazado de isoyetas, teniendo como base los mapas anteriores, los flujos de vientos y humedad de la climatología del reanálisis y la topografía de la cuenca.

3.5.1.3 Regiones

Se dividió a la cuenca del río Chicama según las subcuencas y teniendo en cuenta las estaciones ubicadas dentro las mismas, así como los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización de las variables en los apartados anteriores. Se realizó la descripción de las regiones mediante los diagramas ombrotérmicos. Estos son climogramas que presentan 2 cualidades importantes: la generalidad de su aplicación, sin incoherencias sensibles, y su utilidad, como medio comparativo; Bagnouls y Gausson en 1953 lo describieron, y en él ponen a prueba la eficiencia de la precipitación en un sitio en relación con la temperatura, ajustando la escala del climograma o gráfica ombrotérmica, siendo la relación de ejes $p=2t$ en el que p es precipitación y t temperatura media.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA SOBRE LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA

América del Sur exhibe diversos patrones de tiempo y clima, incluyendo características tropicales, subtropicales y extra tropicales. Los Andes no solo actúan como una barrera climática con condiciones secas al oeste y condiciones de humedad al este en latitudes tropicales y subtropicales (el patrón inverso en latitudes medias), a su vez, éstos son forzados por interacciones tropicales y extra tropicales, especialmente al este de los Andes (Garreaud,

2008). La circulación atmosférica sobre la cuenca del río Chicama exhibe características tropicales debido a su ubicación dentro del continente sudamericano.

4.1.1 CONTROLADORES CLIMÁTICOS

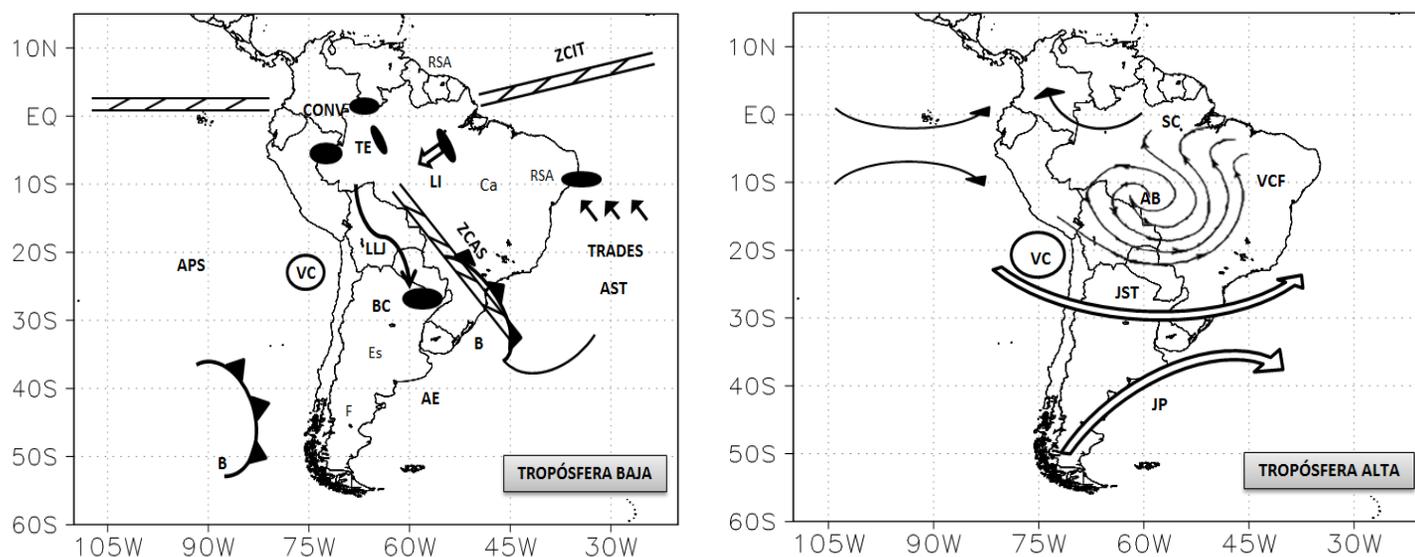


Fig. 1. Controladores climáticos de Sudamérica. Fuente: Adaptado de Quispe N., 2005

Leyenda:

- AB: ALTA DE BOLIVIA
- AE: ALTA EXTRATROPICAL
- AST: ALTA SUBTROPICAL
- APS: ANTICICLON DEL PACIFICO SUR
- B BAJA
- BC: BAJA DEL CHACO
- CONV: ACTIVIDAD CONVECTIVA
- Es: ESCARCHA
- F: FRIO
- JST: JET SUBTROPICAL
- JP: JET POLAR
- LLJ: JET DE BAJOS NIVELES
- LI: LINEA DE INESTABILIDAD
- RSA: REGION SEMIARIDA
- SC: SALIDA DE CIRRUS
- TE: TORMENTA ECUATORIAL
- VCF: VORTICE DE CENTRO FRIO
- VC: VORTICE CICLONICO
- ZCAS: ZONA DE COVERGENCIA DEL ATLANTICO SUR
- ZCIT: ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL

Entre los principales centros de acción en el proceso climático sobre la cuenca se encuentra el sistema de Alta Presión Cuasi permanente del Pacífico Sur, con una circulación subsidente y anticiclónica. Una de las principales características es que la subsidencia sobre el Pacífico Este es más intensa en el invierno austral pero con una extensión más meridional que en el verano austral (Dima and Wallace, en Garreaud, 2008). Es en el invierno austral, en el que este sistema conjuntamente con su par del Atlántico se aleja del continente permitiendo que las bajas presiones en estas áreas bajen y se forme una vaguada, área con bajas presiones, cuyo centro se ubica sobre el norte de Argentina y Paraguay, conocida como la baja del Chaco (Lagos et al, 2007). Además es el responsable de las condiciones de clima seco y árido a lo largo del litoral de Sudamérica y por supuesto en la parte baja de la cuenca del Chicama.

La Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT) corresponde a un cinturón de bajas presiones e intensa convergencia en niveles bajos del flujo de vientos sobre el océano ecuatorial. Esta banda es una de las mayores características de la circulación global y su posición durante todo el año al norte del Ecuador es últimamente relacionada a la distribución tierra- mar y la orientación de las costas (Mitchell and Wallace 1992; Phillander et al 1996 en Garreaud y Aceituno, 2001). La precipitación sobre la ZCIT ocurre mayormente por convección natural producida por los profundos cúmulus nimbus (Garreaud, 2008). Sobre el Pacífico Este la ZCIT se ubica al norte de los 5 °N durante el año, sin embargo durante los años Niño se observa un desplazamiento hacia el sur de una vigorosa ZCIT (Horel y Cornejo, 1986). Sobre el Atlántico Tropical la ZCIT alcanza el ecuador produciendo la precipitación estacional al este de Brasil. En verano, cuando la ZCIT se desplaza hacia el sur e ingresa al continente sudamericano produce la formación de grandes nubes que causan intensas precipitaciones, las cuales ayudadas por los flujos en baja y media atmósfera logran atravesar la cordillera de los Andes produciendo precipitaciones de tipo orográfica al noreste de la Cuenca del Chicama.

Por último las incursiones de masas de aire frío, conocida como Friaje (Marengo, 1984), afectan inicialmente al Perú por la selva sur (departamento de Madre de Dios) identificado por patrones de vientos meridionales del sur, con descenso de la

temperatura del aire y cobertura de nubosidad estratiforme para luego desplazarse hacia la selva central y norte. (Quispe, N. 2005) La principal consecuencia del ingreso de los friajes en la Selva y Sierra norte del Perú es la ocurrencia de precipitaciones. La línea de inestabilidad delante del friaje con convergencia en niveles bajos de vientos húmedos, es la causante de los episodios de lluvia en la sierra y selva de los departamentos de Amazonas, San Martín, Loreto, Cajamarca y La Libertad.

Lagos, et al (2007) encontró que la circulación atmosférica durante la estación de lluvias (enero-marzo) para los años considerados como muy secos presentan anomalías de vientos del sur y sur-este en la selva central y norte del Perú en los niveles bajos de la atmósfera. Se observa también una circulación anticiclónica al sureste de Brasil. En los niveles altos predominan los vientos del oeste. Durante los años lluviosos en los niveles bajos de la atmósfera, se observa una ligera intensificación de los vientos del este en la Amazonía central, favoreciendo el ingreso de humedad para la región norte y centro del Perú. En niveles medios y altos se intensifican los sistemas que favorecen las lluvias en la sierra central y sur, entre ellas la Alta de Bolivia. Éste sistema sigue a las áreas de convección debido a que se alimentan del calor latente que es liberado durante las precipitaciones. La Alta de Bolivia produce divergencia (salida de masa) en niveles altos de la atmósfera lo cual a su vez es favorable para la ocurrencia de las precipitaciones si existen condiciones de convergencia de humedad en niveles bajos y un “disparador de inestabilidad” o “gatillador” (mecanismo atmosférico que incentive la convección).

4.1.2 CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN NIVELES BAJOS.

En la tropósfera baja durante los meses de verano la circulación del viento es predominantemente del noreste, por lo que durante este periodo la humedad en la cuenca es mayor por la advección de ésta desde la Amazonía. Durante el invierno la circulación cambia y predominan los flujos zonales del este, la intensidad de estos es mayor debido a la intensificación del Anticiclón del Atlántico Sur, sin embargo la parte central del continente incluyendo la Amazonía sur experimenta una estación seca (Garreaud, 2008) por lo que la advección de

humedad hacia la cuenca del Chicama disminuye. El Jet de Bajos niveles ubicado al Este de los Andes (LLJ) juega un papel fundamental en el aporte de humedad hacia la cuenca, mostrando una relación negativa respecto a la misma. Durante los meses de DEF y MAM existe una gran intensificación de los flujos del Jet hacia la región (Santa Cruz- Bolivia y Mariscal Estigarribia- Paraguay) la cual a su vez está asociada al transporte de humedad desde los trópicos. Durante el invierno los patrones observados muestran una contribución del Anticiclón del Atlántico Sur (Soares y Marengo, 2006).

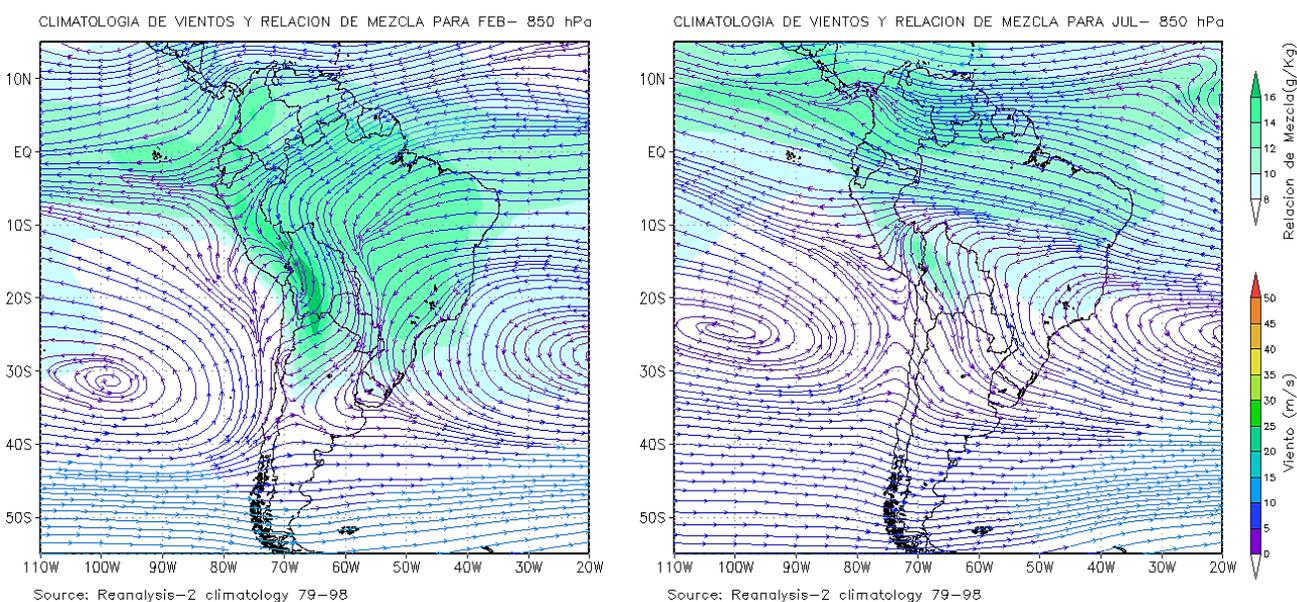


Fig 2. Climatología de vientos y humedad atmosférica a 850 hPa para Febrero y Julio. Climatología de 1979 a 1998. **Elaborado:** Dirección Regional de Cajamarca. Datos: NCEP/NCAR

4.1.3 CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN NIVELES MEDIOS.

En la atmósfera media una circulación anticiclónica domina todo el año, el núcleo de este sistema se desplaza desde el Pacífico en verano, hasta el Atlántico en invierno a medida que la intensidad del mismo aumenta. Este núcleo anticiclónico es la misma que se presenta en niveles altos; si la Alta de Bolivia está bien definida, el núcleo del anticiclón en media atmósfera estará desplazado al sur de lo que se ubica en niveles altos.

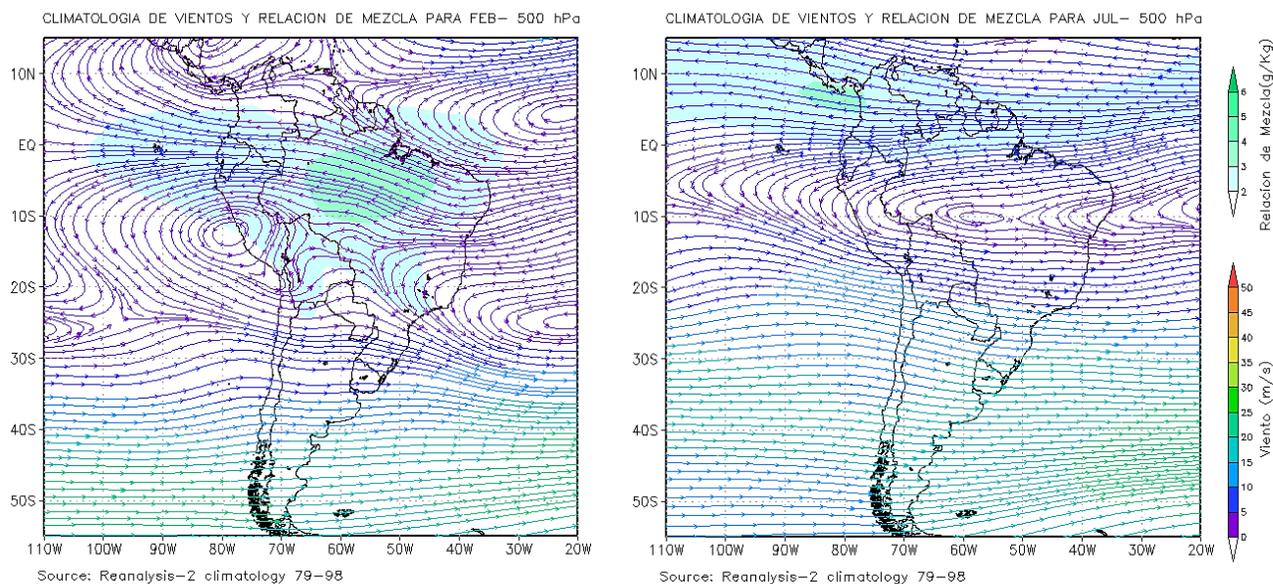


Fig 3. Climatología de vientos y humedad atmosférica a 500 hPa para Febrero y Julio. Climatología de 1979 a 1998. **Elaborado:** Dirección Regional de Cajamarca. Datos: NCEP/NCAR

4.1.4 CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN NIVELES ALTOS

En alta atmósfera el sistema de Alta de Bolivia es un patrón de Circulación permanente durante el año con una clara intensificación en la estación cálida. Se establece cada año en setiembre junto con el desplazamiento desde el norte de la Amazonía hacia el sur (Caffera y Berbery, 2010). Su flujo es divergente y está asociado a las precipitaciones sobre el Altiplano, la región noroccidental de la cuenca del Plata y el norte de la Amazonía peruana. Hansan, 1980 describe a la Alta de Bolivia como un patrón de niveles altos (300 mb -100 mb), intenso y cuasi estacionario sistema con giro anticiclónico extendida sobre Sudamérica, la cual es mantenida por la liberación de calor latente y sensible durante el verano.

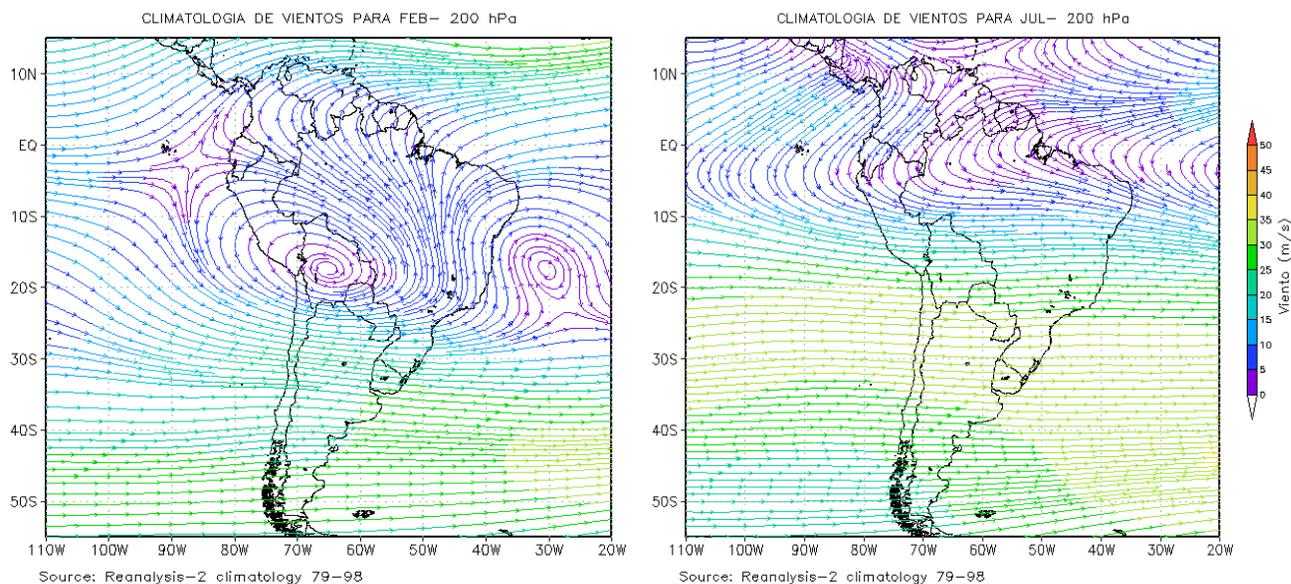


Fig 4. Climatología de vientos a 200hPa para Febrero y Julio. Climatología de 1979 a 1998. **Elaborado:** Dirección Regional de Cajamarca. Datos: NCEP/NCAR

V. RESULTADOS

5.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.

5.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA TEMPERATURA.

El comportamiento anual de la temperatura tiene un marcado ciclo estacional; sin embargo la variación de la misma es diferente en las zonas costeras de las zonas de serranía. La presencia de la Cordillera de los Andes propicia las condiciones secas al oeste y condiciones de humedad al este en latitudes tropicales y subtropicales actuando como una barrera al flujo de humedad desde la Amazonía. La variación de la temperatura con la altura es inversamente proporcional, pero ello no significa que se tengan valores semejantes de temperatura en ambas vertientes de la cordillera pues las condiciones de humedad y flujo de viento son diferentes.

5.1.1.1 Temperatura Media.

El promedio anual de las temperaturas dentro de la cuenca del río Chicama muestran que estas oscilan en términos generales alrededor de los -2°C en las partes altas de la cuenca, y los 18°C en los valles costeros (ver Mapa **M-3**).

Los promedios estacionales de verano (trimestre DEF) y otoño (trimestre MAM) presentan un rango similar, en el que las temperaturas varían entre los 2 °C y 24 °C en la primera y, 4 °C y 24 °C en la segunda estación. En la serranía, los menores valores en el verano se relacionan directamente a la presencia de cobertura nubosa y precipitaciones lo cual por un lado evita el descenso de las temperaturas mínimas y disminuye el valor de las temperaturas máximas; mientras que el calentamiento del océano y el ingreso de vientos cálidos desde el norte, contribuyen al aumento de las temperaturas en la zona costera. Por otro lado, se hace evidente la influencia del mar en la variación de las temperaturas entre estas dos estaciones del año, en vista que mientras en el verano las temperaturas más altas se encuentran en el litoral, en el otoño debido a la disminución de la Temperatura superficial del mar (TSM) y el ingreso de flujos fríos del sur (“vientos fríos”), la temperatura en el litoral es menor comparada con las temperaturas tierra adentro (zonas alejadas del litoral). Este mismo efecto se observa en las demás estaciones del año (invierno y primavera). En la estación de invierno (trimestre JJA), se observa un descenso de las temperaturas del aire en gran parte de la cuenca, este descenso es más notorio en el litoral y en los valles, en donde se puede apreciar temperaturas en el orden de los 18 °C - 20 °C en el litoral y alrededor de los 20 °C - 22 °C en los valles. En las zonas altas el descenso de temperatura media es moderada, los valores más bajos en la temperatura mínima (debido a la pérdida de energía durante la noche y madrugada por irradiación) se equilibran con los valores altos de temperatura máxima (por la menor cobertura nubosa y un mayor ingreso de la radiación). En la estación de primavera (trimestre SON) las temperaturas empiezan a incrementarse en la zona del litoral y los valles, mientras que las temperaturas empiezan a descender en las zonas altas de la cuenca (ver mapas: **M-4**, **M-5**, **M-6** y **M-7** del anexo).

5.1.1.2 Temperatura Máxima.

El promedio anual de ésta variable muestra en general, mayores valores de temperatura máxima en la parte media y media baja de la cuenca; a altitudes

mayores los valores descienden hasta la mitad de las observadas en las partes medias de la cuenca, mientras que en la zona del litoral encontramos valores medios. Durante la estación de verano, los mayores valores se encuentran en la zona baja, media y media baja de la cuenca y conforme se asciende la cordillera estos valores van decreciendo. Por otro lado, en la estación de invierno se observa un descenso significativo de esta variable en la zona costera y parte baja de la cuenca (que presentaba los valores altos durante el verano); mientras que en los valles de la sierra la temperatura máxima aumenta en vista que durante la estación de verano la radiación que se recibe del Sol es mayor para el Hemisferio Sur, mientras que en invierno las condiciones favorecen a la ocurrencia de cielos mayormente despejados los cuales a su vez incrementan los valores de temperatura máxima en comparación a la estación de verano para la sierra. El descenso de humedad atmosférica es consecuencia del incremento de la temperatura del aire durante del día, que trae consigo la presencia de cielos mayormente despejados, caracterizando con ello un ambiente seco durante la estación (ver mapas: **M-8**, **M-9** y **M-10** del anexo).

5.1.1.3 Temperatura Mínima.

El promedio anual de la temperatura mínima muestra una clara variación con la altura. Los mayores valores se encuentran en las partes bajas y medias de la cuenca mientras que a mayores alturas las temperaturas disminuyen significativamente, el rango de variación entre estas zonas en términos generales está entre los -2 °C y 18 °C. Durante la estación de verano las temperaturas mínimas se incrementan a lo largo de la cuenca, en las zonas bajas y medias este incremento se asocia directamente a las mismas condiciones que se han descrito para la temperatura máxima; mientras que en las partes altas dicho aumento se relaciona con la presencia de nubosidad y precipitaciones pluviales. Estas condiciones inhiben el descenso de la temperatura mínima, primero porque evitan el “escape” de radiación en forma de calor hacia la atmósfera, y segundo por el efecto termorregulador del agua en el ambiente. Por otro lado, en la estación de invierno la variación

de temperatura se mantiene inversamente proporcional con la altura, los valores mostrados en esta época del año son menores a los de la estación de verano en toda la cuenca, el rango de variación se encuentra entre los 14 °C y 16 °C en las zonas bajas y medias de la cuenca y de -4 °C en las zonas altas. Los factores sinópticos que contribuyen a ello son la mayor advección de aire frío desde el sur (por la intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur), descenso de la TSM (que afecta a las partes bajas y medio bajas de la cuenca), el descenso de la humedad atmosférica (por tanto también de nubosidad y precipitaciones en la sierra) lo cual genera el escape de la energía acumulada en la superficie terrestre durante el día hacia el espacio. Es en ésta época del año que en zonas altas de la cuenca se presentan las heladas (ver mapas: **M-11**, **M-12** y **M13**).

5.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

El comportamiento climatológico de la cuenca del río Chicama está fuertemente relacionado con el desplazamiento norte-sur de la ZCIT, la convección y el transporte de humedad desde la Amazonía, la formación de la Alta de Bolivia y los sistemas anticiclónicos del Pacífico y del Atlántico. Durante la estación de verano estos sistemas y algunos otros procesos físicos locales se intensifican, incentivando el régimen de precipitación pluvial.

En el acumulado anual de las precipitaciones dentro de la cuenca del río Chicama se observa la influencia de la orografía. Las mayores precipitaciones se asocian a las mayores altitudes de la cuenca, mientras que en los valles ésta disminuye. En el litoral, las condiciones son mayormente de sequedad durante el año, debido a la subsidencia generada por el Anticiclón del Pacífico sur (ver mapa **M-14** del anexo).

5.1.2.1 Precipitación Estacional

El ciclo anual promediado sobre el área de la cuenca del río Chicama muestra que durante la estación de verano (ver mapa **M-15**) la precipitación acumulada está entre los 400 mm y 500 mm al noreste de la cuenca y al extremo sureste de la misma. Para la estación de otoño (ver mapa **M-16**), esta zona muestra una disminución de las precipitaciones en un rango de 100 mm mientras que hacia el

centro y parte baja de la cuenca la disminución no es tan notoria. En invierno (ver mapa **M-17**), se hace evidente la casi total ausencia de las precipitaciones en la parte baja, media y media alta de la cuenca con valores que no superan los 30 mm. En la estación de primavera se observa el incremento de las precipitaciones en la cuenca. El área de precipitaciones mayores a los 5 mm se extiende desde la parte media baja de la cuenca hacia el este.

En el mapa **M-18**, el comportamiento de la precipitación pluvias exhibe una clara relación con la altura y los meridianos (longitud). Las precipitaciones son mayores en las zonas ubicadas a mayor altitud (aproximadamente sobre los 2 800 m.s.n.m.) y más al este de la cuenca. Este comportamiento está asociado al flujo de humedad que a lo largo del año exhibe climáticamente una componente noreste. También es notorio que la zona sureste de la cuenca muestra valores significativos de precipitación pluvial durante el año, ello se debe a que ésta parte de la cuenca es influenciada por los flujos de humedad provenientes del sureste ya sea por el ingreso de friajes o por una prolongación de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS).

5.1.3 REGIONES

5.1.3.1 Subcuenca Bajo Chicama

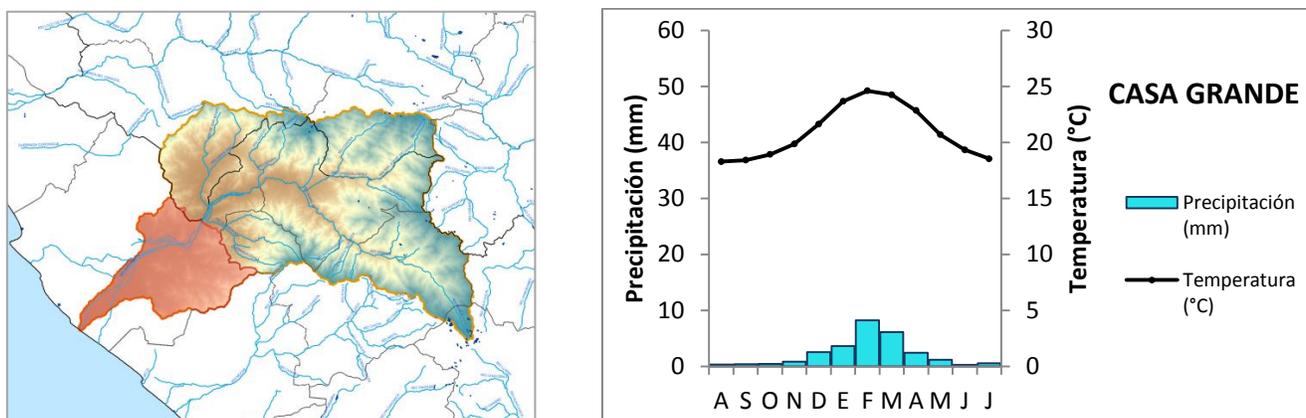


Fig. 5. Subcuenca Bajo Chicama y diagrama ombrotérmico de la estación de Casa Grande.

Elaborado: Dirección Regional de Cajamarca.

La subcuenca del Bajo Chicama comprende parte de la provincia de Ascope - Región La Libertad, siendo la zona que limita con el océano Pacífico. La estación de Casa Grande nos ayuda a describir el comportamiento de las variables temperatura y precipitación pluvial. La figura 5 (mapa **M-19** del anexo) muestra el diagrama ombrotérmico en donde se aprecia que las precipitaciones van incrementándose a partir del mes de noviembre, alcanzando su mayor valor el mes de febrero, a partir de marzo éstas tienden a disminuir. El comportamiento de la temperatura media mantiene el mismo patrón que el de la precipitación pluvial, alcanzando sus mayores valores en la estación de verano. Durante los 12 meses del año, la curva de temperatura supera considerablemente al de precipitación, esto nos indica que la región presenta un clima seco durante todo el año.

El principal forzador climático en esta zona es el Anticiclón del Pacífico Sur. La subsidencia generada por este sistema de alta presión es el que confiere las condiciones de aridez a lo largo de la costa oeste de Sudamérica y por ende a la zona baja de la cuenca del río Chicama. Este sistema también es el responsable de la advección de aire frío desde el Sur. Durante el invierno este sistema se intensifica, “proyectando” menores valores de temperatura hacia el litoral de la cuenca. Durante el verano este sistema se desintensifica, permitiendo el ingreso de flujos del norte (cálidos y húmedos) que provocan un incremento en la temperatura del aire. La TSM también influye en la variación de la temperatura. Durante episodios cálidos de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) la TSM se incrementa. Comúnmente las precipitaciones pluviales en esta zona son escasas y en su mayoría son precipitaciones de ligera intensidad producto del “trasvase” (paso de nubosidad cargada de humedad potencialmente precipitable desde la sierra hacia la costa). También la precipitación se ve afectada durante los años Niño, pues la convección se traslada hacia la costa norte del Perú y es ahí donde esta zona presenta sus mayores valores.

5.1.3.2 Subcuencas Santanero, Medio y Medio Bajo Chicama.

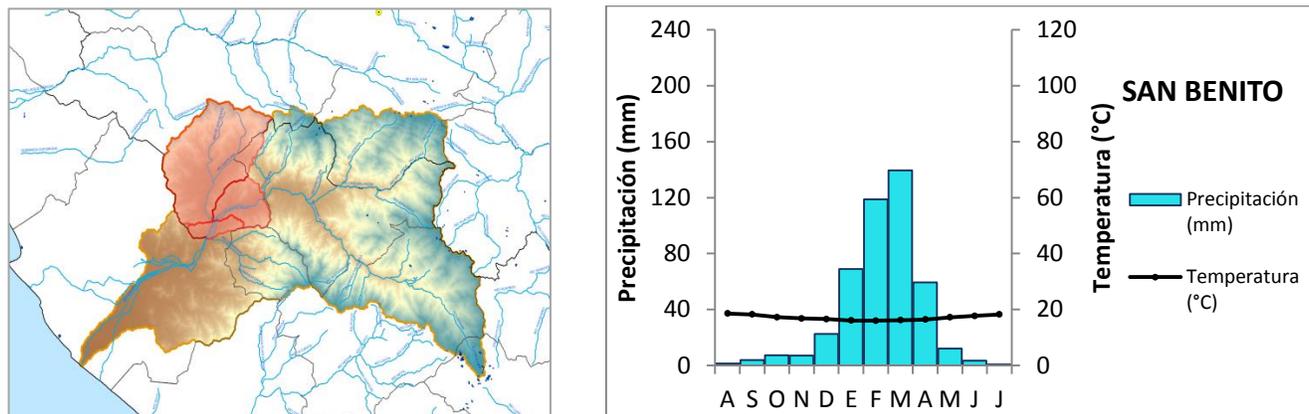


Fig. 6. Subcuencas Santanero, Medio y Medio Bajo Chicama y diagrama ombrotérmico de la estación San Benito.

Elaborado: Dirección Regional de Cajamarca.

Las subcuencas de Santanero, Medio y Medio Bajo Chicama comprenden parte de las provincias de Ascope y Gran Chimú en la Región La Libertad y la provincia de Contumazá en la Región Cajamarca. En esta zona empieza el ascenso en la cordillera de los Andes. La estación de San Benito nos ayuda a describir el comportamiento de las variables temperatura y precipitación. La figura 6 (mapa **M-20** del anexo) muestra el diagrama ombrotérmico en el cual se puede apreciar que las precipitaciones empiezan a incrementarse a partir del mes de setiembre, con una ligera disminución en el mes de noviembre, y su máximo valor ocurre en el mes de marzo. En el mes de enero la curva de precipitación supera a la de temperatura, ésta condición húmeda se mantiene hasta el mes de abril y a partir de mayo hasta diciembre del año siguiente se extiende el déficit hídrico.

La ZCIT es la responsable del mayor porcentaje de acumulado total de precipitaciones en esta zona de la cuenca, el mayor ingreso de humedad se presenta en los meses de verano y proviene del noreste del Perú (desde la Amazonía, por niveles altos de la Atmósfera). La Alta de Bolivia aporta la divergencia necesaria para la convección. Durante Episodios Cálidos del ENOS, ésta es la zona de la cuenca que

recibe la mayor precipitación pluvial debido a su cercanía con la zona de mayor convección (la costa norte peruana). El Jet de Bajos niveles que se encuentra al este de los Andes, tiene un efecto negativo en las precipitaciones, al desplazar la humedad del norte de la Amazonía peruana al sur del continente.

5.1.3.3 Subcuenca Quirripano

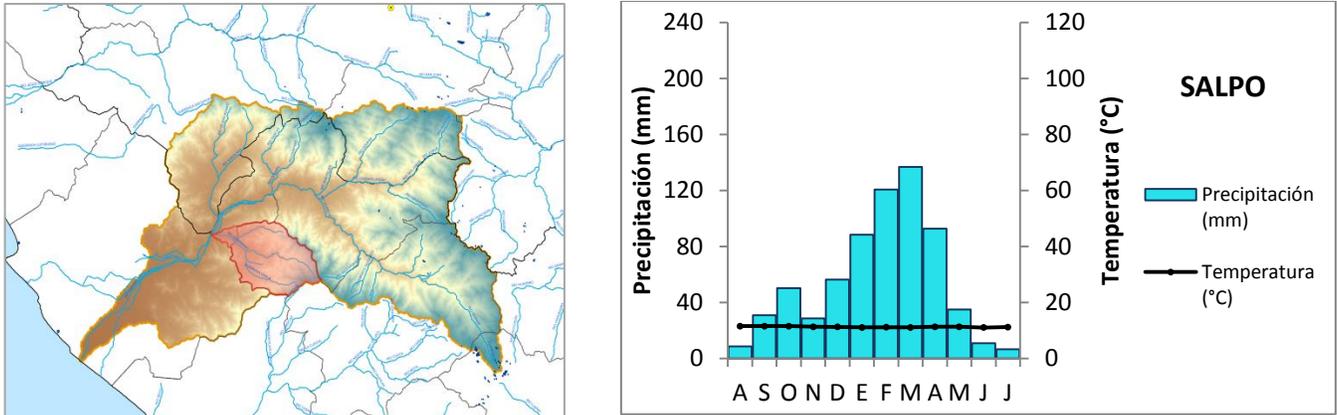


Fig. 7. Subcuenca Quirripano y diagrama ombrotérmico de la estación de Salpo.

Elaborado: Dirección Regional de Cajamarca.

La subcuenca de Quirripano comprende parte de las provincias de Ascope y Otuzco en la Región La Libertad. En esta zona se inicia el ascenso a la cordillera de los Andes, sin embargo a comparación con la zona anterior, ésta presenta una mayor pendiente con la cordillera de los Andes. Las partes más altas se encuentran en el límite entre las provincias de Otuzco y Gran Chimú, en esta parte de la cuenca no existe una estación meteorológica, sin embargo la estación de Salpo ubicada al sur de la cuenca en la sierra de La Libertad nos ayuda a describir el comportamiento de las variables temperatura y precipitación sobre todo en las zonas altas de la subcuenca. La figura 7 (mapa M-21 del anexo) muestra el diagrama ombrotérmico en la que se observa gran parte del año con precipitaciones en ésta subcuenca; a partir de agosto las lluvias empiezan a incrementarse y la condición húmeda empieza el mes de setiembre y se prolonga hasta mayo. El

mes de noviembre presenta un periodo seco dentro del periodo lluvioso (sequía intraestival), hacia diciembre las lluvias nuevamente se incrementan y alcanzan su máximo valor en marzo. Esta estación solo muestra 3 meses (de junio a agosto) con escasez de lluvias.

La parte baja de esta subcuenca presenta menores precipitaciones que las descritas anteriormente y se ve influenciada por el APS. En general, las lluvias están condicionadas por la ZCIT, la advección de humedad desde el noreste de la Amazonía y la divergencia en altura generada por la Alta de Bolivia.

5.1.3.4 Subcuenca Ochape

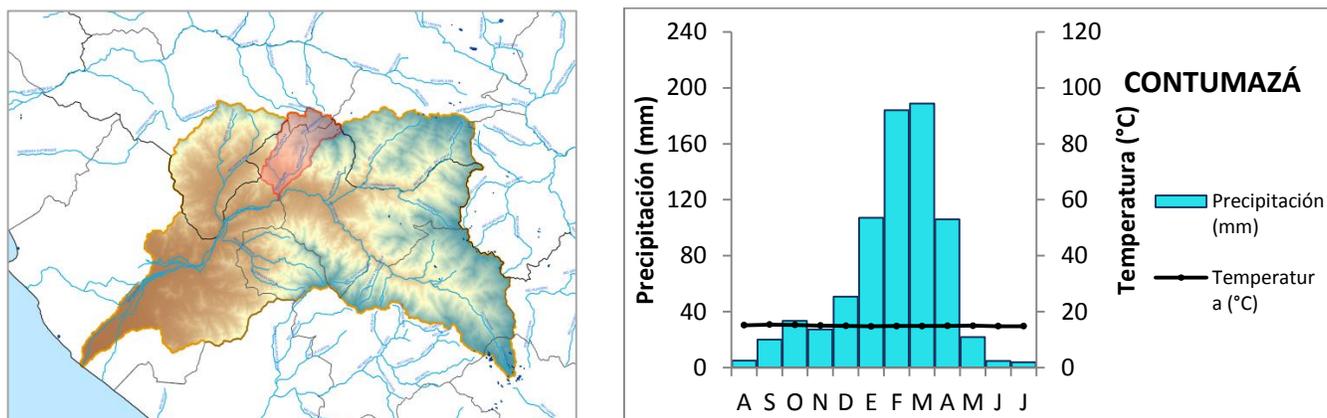


Fig. 8. Subcuenca Ochape y diagrama ombrotérmico de la estación de Contumazá.

Elaborado: Dirección Regional de Cajamarca.

La subcuenca de Ochape comprende parte de las provincias de Gran Chimú en la Región La Libertad y Contumazá en la Región Cajamarca. Esta zona se localiza sobre la cuenca media del río Chicama y es 100 % serranía. En esta parte de la cuenca no existe una estación meteorológica, sin embargo la estación de Contumazá ubicada al norte de la cuenca en la sierra de Cajamarca, nos ayudó a describir el comportamiento de las variables temperatura y precipitación pluvial, sobre todo de las zonas altas de la subcuenca. La figura 8 (mapa M-22 del anexo) muestra el diagrama ombrotérmico en donde se puede apreciar que a partir del mes de agosto las precipitaciones pluviales se

incrementan. Las condiciones de humedad en ésta estación se inicia en el mes de octubre para posteriormente observar un descenso de las precipitaciones en noviembre. El período de lluvias se prolonga hasta el mes de abril, alcanzando sus máximos acumulados en marzo.

Esta parte de la cuenca es afectada fundamentalmente por la ZCIT, el ingreso de humedad desde la Amazonía, la divergencia generada por la Alta de Bolivia (en niveles altos) y el levantamiento de masa (nubosidad con alto potencial de agua precipitable) generado por el forzamiento orográfico (efecto local).

5.1.3.5 Subcuencas Chuquillanqui y Medio Alto Chicama

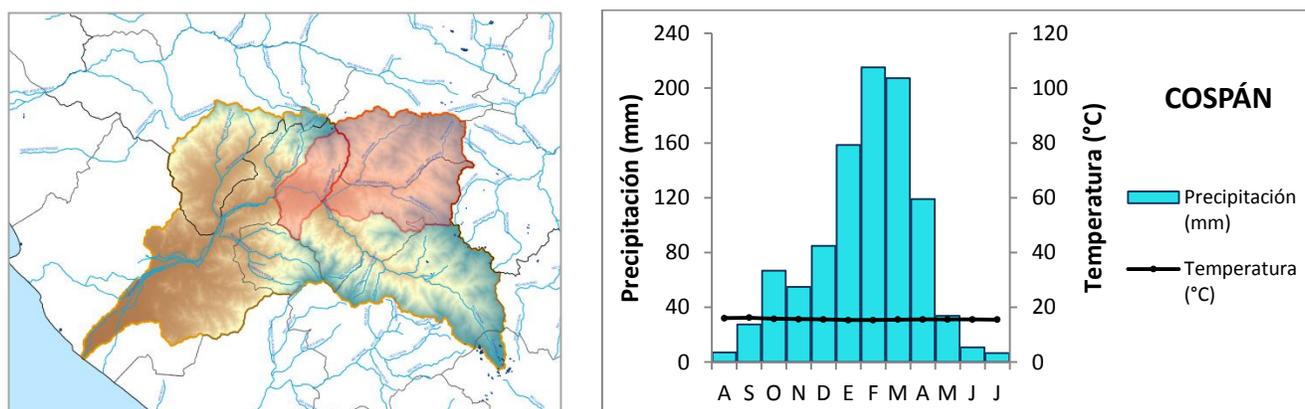


Fig. 9. Subcuencas Chuquillanqui y Medio Alto Chicama y diagrama ombrotérmico de la estación de Cospán.

Elaborado: Dirección Regional de Cajamarca.

Las subcuencas de Chuquillanqui y Medio alto Chicama comprenden parte de las provincias de Gran Chimú y Sánchez Carrión en la Región La Libertad y Cajamarca. La subcuenca de Medio Alto Chicama presenta las zonas más bajas de estas subcuencas, mientras que las partes de mayor altitud se ubican en la subcuenca de Chuquillanqui. En la parte Media Alta no existen estaciones meteorológicas, por lo que la estación de Cospán representara la parte alta. La figura 9 (mapa **M-23** del anexo) muestra el diagrama ombrotérmico de Cospán, la cual muestra precipitaciones pluviales que empiezan a incrementarse a partir del mes de setiembre. Las condiciones de

humedad en esta estación se inician en el mes de octubre, con un descenso de las lluvias en noviembre (sequía intraestival). En mayo las precipitaciones pluviales empiezan a disminuir. La estación solo presenta 4 meses (de julio a setiembre) con bajas precipitaciones.

Las partes medias y altas de estas subcuencas son afectadas por la ZCIT, el ingreso de humedad desde la Amazonía, la divergencia generada por la Alta de Bolivia (en niveles altos) y la orografía (como mecanismo local de la concentración de humedad y perturbador para generar las lluvias). Asimismo, la parte este de la subcuenca de Chuquillanqui recibe parte de la humedad que es desplazada desde la Amazonía sur y central en los episodios de un friaje, cuando éstos son muy intensos y la línea de inestabilidad asociada al Frente, o el Frente mismo se prolongan hasta la Amazonía centro norte del país.

5.1.3.6 Subcuenca Alto Chicama

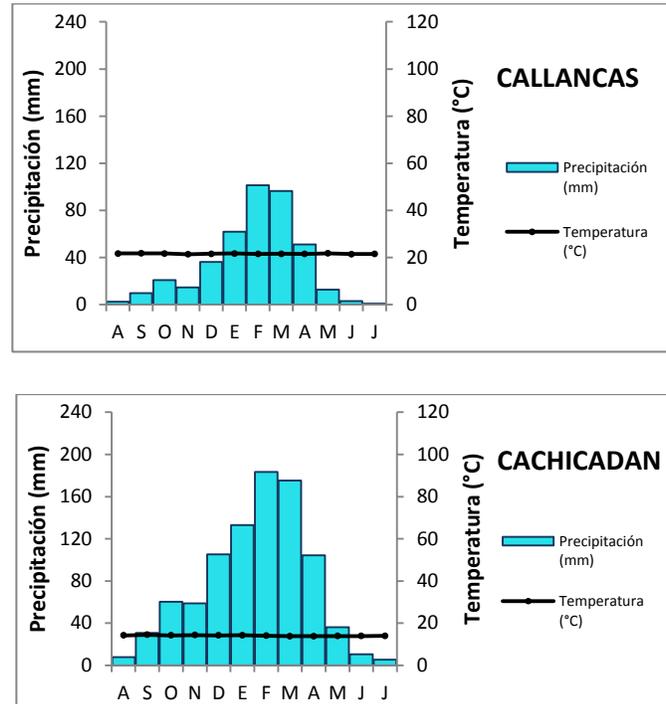
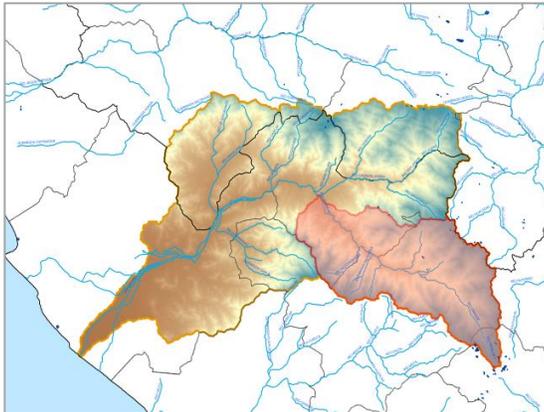


Fig. 10. Subcuenca Alto Chicama y diagramas ombrotérmicos de las estaciones de Callancas y Cachicadan.

Elaborado: Dirección Regional de Cajamarca.

La subcuenca del Alto Chicama comprende parte de las provincias de Gran Chimú, Otuzco y Sánchez Carrión en la Región La Libertad. Esta subcuenca se caracteriza por presentar un amplio valle en las zonas bajas cercado en ambos extremos por la cordillera que asciende, limitando por el oeste con las partes altas de la subcuenca de Quirripano y por el este con las serranías de las provincias de Sánchez Carrión (Región La Libertad) y Cajabamba (Región Cajamarca). La estación de Callancas se ubica en la parte media de ésta subcuenca y nos ayuda a describir el comportamiento de las variables analizadas en los valles, pero en las zonas altas nos apoyamos con la estación de Cachicadan para hacer la caracterización.

El diagrama ombrotérmico de Callancas muestra que las lluvias se incrementan a partir de setiembre. Nuevamente se registra un descenso de las lluvias para el mes de noviembre. La condición húmeda de la estación empieza en el mes de enero y se prolonga hasta abril, desde mayo hasta diciembre se puede apreciar que las barras de las precipitaciones se encuentran por debajo de la curva de temperatura. La estación de Cachicadan muestran que la condición húmeda se prolonga durante gran parte del año, con lluvias más frecuentes entre octubre y mayo; así mismo, en el mes de noviembre se registra un descenso de las lluvias como en la evaluación de las estaciones anteriores, también en el mes de marzo ocurren las mayores precipitaciones (ver figura 10, mapa **M-24** del anexo).

Los valles de esta subcuenca no reciben importante precipitación pluvial durante gran parte del año, ello debido a que las precipitaciones se concentran en la parte oriental de la cordillera, la gran concentración de humedad proveniente de la Amazonía al ascender en la cordillera se condensa y genera precipitaciones en esa parte, mientras que el aire seco y cálido desciende de las laderas de las montañas hacia los valles. Esta parte de la cuenca se ve influenciada principalmente por los friajes, al incursionar más al norte

y este, la humedad que llega desde la Amazonía hacia las partes altas de ésta subcuenca son mayores. Entre otros factores también es influenciada por la ZCIT, la Alta de Bolivia y como se explicó anteriormente el forzamiento orográfico, que desempeña un papel fundamental en las características climáticas de la zona.

VI. CONCLUSIONES

- La cuenca del río Chicama por su ubicación geográfica, exhibe características tropicales, sin embargo se ve afectada por perturbaciones sub tropicales y extra tropicales.

La parte baja y media baja de la cuenca está influenciada por el Anticiclón del Pacífico Sur, el cual provoca subsidencia (descenso de aire) confiriéndole las condiciones de aridez a esta zona y que se suma a las variaciones de la TSM que tienen influencia directa en las temperaturas próximas a la costa.

En las partes medias y altas de la cuenca los principales controladores climáticos son la ZCIT, la Alta de Bolivia, los friajes, el Anticiclón del Atlántico Sur, el Jet de Bajos niveles del Norte y los flujos de humedad provenientes de la Amazonía.

- Respecto a la variable temperatura media mensual, las mayores variaciones mensuales se observan en la estación meteorológica de Casa Grande, dado que en esta estación existe un significativo contraste de temperaturas entre el verano e invierno. Las estaciones ubicadas en sierra de esta cuenca, no muestran una variación estacional marcada como en la estación de Casa Grande.

Las temperaturas máximas y mínimas también tienen un marcado comportamiento; las primeras se incrementan en la zona costera de la cuenca para la estación de verano, mientras que en ésta misma estación en las partes medias y altas de la sierra (sobre todo las ubicadas al este de la cuenca), las temperaturas máximas tienden a disminuir por el efecto de una mayor cobertura nubosa. Los mayores valores de temperatura

máxima se presentan en la estación de invierno, estación en la que climáticamente en la sierra es más frecuente la ocurrencia de cielos despejados, debido sobre todo a la disminución de humedad en el ambiente. Las temperaturas mínimas exhiben el mismo comportamiento en las regiones de costa y sierra. En verano las temperaturas mínimas se incrementan en la costa, debido al calentamiento del ambiente, mayor exposición de los rayos solares (radiación) y el incremento de la TSM; mientras que en la sierra, el incremento se debe a una mayor cobertura de nubes durante la estación, reteniendo la energía del ambiente y evitando así su pérdida al espacio.

- El comportamiento de la precipitación presenta un marcado ciclo estacional (una estación seca y otra húmeda), observándose sequías estivales en el mes de noviembre, las cuales pueden variar en duración y montos de precipitación acumulada. En general, las lluvias muestran una relación lineal con la altura, es decir, a mayor altura las precipitaciones son mayores; así mismo, éstas se incrementan al este de la cuenca.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar una descripción a nivel mensual de las variables, temperatura y precipitación para la cuenca del río Chicama. El análisis de la variación temporal de estas variables es importante, por lo que se recomienda realizar un análisis de las tendencias de las mismas durante los años con los que se cuente información. Para ello se puede hacer uso del software R climdex.
2. La elaboración de los mapas con el software ArcGis siguió un esquema de regresión simple para la variable temperatura; sin embargo, los ajustes durante la estación de invierno presentan coeficientes de correlación (R) muchos menores a las del resto de estaciones (verano, primavera y otoño) que tiene un $R > 0,7$. Es recomendable buscar nuevas técnicas de interpolación que se ajusten a la variación de estas variables en zonas que presenten características de 2 regiones diferentes (costa y sierra), como lo es la cuenca del Chicama.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Caffera, R y Berbery, E. 2010. El Cambio Climático en la cuenca del Plata. Cap. II: Climatología de la cuenca del Plata. p.p. 1-20
2. Garreaud, R y Aceituno P. 2001. Atmospheric Circulation over South America: Mean features and variability. Consultado el 30 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.dgf.uchile.cl/rene/PUBS/>
3. Garreaud, R et al. 2008. Present- day South America Climate. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. doi:10.1016/j.paleo.2007.10.032
4. Hassan, V.1980. A Preliminary Study of Summertime Tropospheric Circulation Patterns over South America estimated from Cloud Winds. Monthly Weather Review (109): p.p. 599- 610.
5. Horel, J y Cornejo, A. 1986. Convection along the coast of Northern Peru during 1983: Spatial a Temporal Variation of Clouds and Rainfall. Monthly Weather Review (114): 2091-2105
6. Lagos, P. et al. 2007. El Niño y la precipitación en los Andes del Perú. Instituto Geofísico del Perú.
7. Marengo Orsini, J. 1984. Estudio Sinóptico-Climático de los Frijajes (Friagem) en la Amazonía Peruana. Revista Forestal del Perú 12(1-2): p.p. 1-26
8. OMM, 2007. The role of Climatological Normals in a Changing Climate. Génova. Consultado el 20 may. 2013. Disponible en http://www.wmo.int/datastat/documents/WCDMPNo61_1.pdf
9. 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. p.p. 122
10. Soarea, W y Marengo J. 2006. The Importance of the Low-Level Jet East of Andes on moisture transport over South America. Proceedings of 8 ICSHMO, Foz do Iguacu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE, p.p. 1197-1202.
11. Varguez, Carlos. Gráficas o diagramas ombrotérmicos (en línea). Consultado el 30 de octubre de 2013. Disponible en: http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/atlas-cambioclimatico/pdf/diagramas_ombrotermicos_parte1.pdf

ANEXOS

CUADRO 1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS EMPLEADAS EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA

N°	CODIGO	NOMBRE	CAT.	PROV.	DIST.	LONGITUD (°W)	LATITUD (°S)	ALTITUD (m.s.n.m)	COND	CLASE	PER. INIC.	RECATEG. a CO	PROPIEDAD	RESOLUCION DE LOS DATOS
1	100037	COSPAN	CO	CAJAMARCA	COSPAN	78° 32' 28"	7° 25' 43"	2 300	F	CON	1963-09	1999-11	SENAMHI	DIARIO
2	106019	LLAPA	CO	SAN MIGUEL	LLAPA	78° 48' 40"	6° 58' 42"	2 770	F	CON	1963-09	1987-02	SENAMHI	DIARIO
3	106038	SAN MIGUEL	CO	SAN MIGUEL	SAN MIGUEL	78° 51' 11"	6° 59' 51"	2 560	F	CON	1996-08		SENAMHI	DIARIO
4	106039	QUILCATE	CO	SAN MIGUEL	CATILLUC	78° 44' 38"	6° 49' 22"	2 930	F	CON	1965-07	1997-01	SENAMHI	DIARIO
5	107002	GRANJA PORCON	CO	CAJAMARCA	CAJAMARCA	78° 38' 00"	7° 02' 15"	2 980	F	CON	1966-06		SENAMHI	DIARIO
6	107005	SAN JUAN	CO	CAJAMARCA	SAN JUAN	78° 29' 45"	7° 17' 27"	2 185	F	CON	1964-01		SENAMHI	DIARIO
7	107006	SAN MARCOS	CO	SAN MARCOS	PEDRO GALVEZ	78° 10' 21"	7° 19' 21"	2 190	F	CON	1965-10		SENAMHI	DIARIO
8	107008	CAJABAMBA	CO	CAJABAMBA	CAJABAMBA	78° 03' 04"	7° 37' 18"	2 480	F	CON	1963-09		SENAMHI	DIARIO
9	107009	HUAMACHUCO	CO	SANCHEZ CARRION	HUAMACHUCO	78° 02' 24"	7° 49' 09"	3 200	F	CON	1964-06		SENAMHI	DIARIO
10	107016	JESUS	CO	CAJAMARCA	JESUS	78° 23' 18"	7° 14' 44"	2 495	F	CON	1994-02		PEJEZA	DIARIO
11	107017	MAGDALENA	CO	CAJAMARCA	MAGDALENA	78° 39' 09"	7° 15' 12"	1 260	F	CON	1963-09	1994-02	SENAMHI	DIARIO
12	107018	ASUNCION	CO	CAJAMARCA	ASUNCION	78° 30' 57"	7° 19' 34"	2 160	F	CON	1969-09	1987-02	SENAMHI	DIARIO
13	107028	AUGUSTO WEBERBAUER	MAP	CAJAMARCA	CAJAMARCA	78° 29' 35"	7° 10' 03"	2 536	F	CON	1973-01		SENAMHI	DIARIO
14	107033	AYLAMBO	PE	CAJAMARCA	CAJAMARCA	78° 30' 33"	7° 11' 38"	2 850	F	CON	1974-09		SENAMHI	DIARIO
15	107036	SAN PABLO	CO	SAN PABLO	SAN PABLO	78° 49' 51"	7° 07' 04"	2 190	F	CON	1996-06		SENAMHI	DIARIO
16	107037	NAMORA	CO	CAJAMARCA	NAMORA	78° 19' 40"	7° 12' 02"	2 670	F	CON	1963-09	1986-11	SENAMHI	DIARIO
17	107052	CONTUMAZA	CO	CONTUMAZA	CONTUMAZA	78° 49' 22"	7° 21' 55"	2 440	F	CON	1964-02		SENAMHI	DIARIO
18	107054	CALLANCAS	CO	OTUZCO	CHARAT	78° 28' 38"	7° 46' 03"	1 425	F	CON	1971-06	2001-12	SENAMHI	DIARIO
19	107057	SAN BENITO	CO	CONTUMAZA	SAN BENITO	78° 55' 36"	7° 25' 42"	1 330	F	CON	1963-09	2000-12	SENAMHI	DIARIO
20	107059	SINSICAP	PLU	OTUZCO	SINSICAP	78° 45' 21"	7° 51' 03"	2 140	F	CON	1969-12		SENAMHI	DIARIO
21	107093	LA ENCAÑADA	CO	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA	78° 19' 58"	7° 07' 23"	2 862	F	CON	1997-10	2002-12	SENAMHI	DIARIO
22	108001	SALPO	CO	OTUZCO	SALPO	78° 36' 26"	8° 00' 19"	3 285	F	CON	1965-09	1988-01	SENAMHI	DIARIO
23	108043	JULCAN	PLU	JULCAN	JULCAN	78° 29' 09"	8° 02' 33"	3 170	F	CON	1963-09		SENAMHI	DIARIO
24	108045	CACHICADAN	CO	SANTIAGO DE	CACHICADAN	78° 08' 58"	8° 05' 30"	2 760	F	CON	1963-09	2000-08	SENAMHI	DIARIO

CHUCO														
25	108068	TRUJILLO	CO	TRUJILLO	LAREDO	78° 59' 07"	8° 06' 43"	65	F	CON	2004-10	SENAMHI	DIARIO	
26	000344	CASA GRANDE	MAP	TRUJILLO	ASCOPE	79°11'1"	7°45'1"	150	F	CON	1933	CASA GRANDE	DIARIO	
27	000320	CAYALTI	PLU	CHICLAYO	CHICLAYO	49°33'32'	6°53'52"	70	F	CON	1963-01	SENAMHI	MENSUAL	
28	000302	OYOTUN	PLU	CHICLAYO	CHICLAYO	79°19'19"	6°51'50"	180	F	CON	1995	SENAMHI	MENSUAL	
29	000322	REQUE	PLU	CHICLAYO	CHICLAYO	79°50'50"	6°53'53"	15	F	CON	1964	SENAMHI	MENSUAL	
30	000325	TALLA	PLU	CHICLAYO	CHICLAYO	79°25'24"	7°16'16"	105	F	CON	1937	SENAMHI	MENSUAL	
31	108001	LAREDO	CO	TRUJILLO	LAREDO	78°51'	8°05'	100	P	CON	1964-07	2003-09 (P)	SENAMHI	DIARIO
32	1080039	PUERTO CHICAMA	CO	ASCOPE	CHICAMA	79°26'11"	7°41'56"	5	P	CON	1934-01	2009 (P)	SENAMHI	DIARIO

*(P) Fecha en la que la estación fue paralizada

CUADRO 2. PERIODO DE DATOS CLIMÁTICOS DE LAS VARIABLES TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

N°	Estación Nombre	Longitud (°W)	Latitud (°S)	altura (m.s.n.m.)	Periodo de información	
					Temperatura	Precipitación
1	Asunción	-78.5158	-7.3261	2 160	1998-2012	1971-2012
2	Augusto Weberbauer	-78.4931	-7.1675	2 536	1981-2010	1971-2010
3	Aylambo	-78.5092	-7.1939	2 850	1996-2012	
4	Cachicadán	-78.1494	-8.0917	2 760	2001-2012	1971-2010
5	Cajabamba	-78.0511	-7.6217	2 380	1981-2010	1971-2010
6	Callancas	-78.4772	-7.7675	1 425	2002-2012	1971-2010
7	Contumazá	-78.8228	-7.3653	2 440	1981-2010	1971-2010
8	Cospan	-78.5411	-7.4286	2 300	2001-2012	1971-2010
9	Granja Porcón	-78.6333	-7.0375	2 980	1981-2010	1971-2010
10	Huamachuco	-78.04	-7.8192	3 200	1981-2010	1971-2010

11	Jesús	-78.3883	-7.2456	2 495	1995-2012	
12	La encañada	-78.3328	-7.1231	2 862	2003-2012	
13	Laredo	-78.85	-8.0833	100	1971-2000	1971-2010
14	Llapa	-78.8111	-6.9783	2 770	1998-2012	1971-2010
15	Magdalena	-78.6525	-7.2533	1 260	1995-2012	1966-2012
16	Namora	-78.3278	-7.2006	2 670	1987-2012	
17	Puerto Chicama	-79.4364	-7.6988	5	1996-2009	1971-2010
18	Quilcate	-78.7439	-6.8228	2 930	1997-2012	1971-2010
19	Salpo	-78.60722	-8.0053	3 285	1988-2012	1971-2010
20	San Benito	-78.9267	-7.4283	1 330	2003-2012	1971-2010
21	San Juan	-78.4958	-7.2908	2 185	1981-2010	1971-2010
22	San Marcos	-78.1725	-7.3225	2 190	1981-2010	1971-2010
23	San Miguel	-78.8531	-6.9975	2 560	1997-2012	
24	San Pablo	-78.8308	-7.1178	2 190	1997-2012	
25	Casa Grande	-79.18	-7.7500	150	1973-1989 y 2005-2012	1971-2010
26	Trujillo	-79.0333	-8.1000	26		1971-2010
27	Cayalti	-79.55889	-6.8978	70		1971-2010
28	Julcan	-78.49111	-8.0508	3460		1971-2010
29	Oyotun	-79.32194	-6.8639	180		1971-2010
30	Reque	-79.84722	-6.8981	15		1971-2010
31	Sinsicap	-78.7625	-7.8642	2269		1971-2010
32	Talla	-79.42333	-7.2711	105		1971-2010

