



# CLIMAS DEL PERÚ

Mapa de Clasificación Climática Nacional



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



BICENTENARIO  
PERÚ 2021





## CLIMAS DEL PERÚ – Mapa de Clasificación Climática Nacional

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ – SENAMHI  
PROYECTO APOYO A LA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Rubén José Ramírez Mateo  
**Ministro del Ambiente**

Ken Takahashi Guevara  
**Presidente Ejecutivo del Senamhi**

Gabriela Teófila Rosas Benancio  
**Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica del Senamhi**

Grinia Jesús Avalos Roldán  
**Subdirección de Predicción Climática del Senamhi**

**Autores:**  
Anabel Castro, Cristina Davila, Wil Laura, Félix Cubas, Grinia Avalos, Carlos López Ocaña, Donna Villena, Marcia Valdez, Julio Urbiola, Irene Trebejo, Lourdes Menis y Dora Marín

**Equipo SIG**  
Donna Villena, Wil Laura, Cristina Davila

**Coordinación temática con expertos locales**  
Anabel Castro, Grinia Avalos, Lourdes Menis, Julio Urbiola, Esequiel Villegas

**Revisores**  
Ken Takahashi, Carlos López-Ocaña, Amelia Díaz, Esequiel Villegas, Grinia Avalos, Anabel Castro

**Edición, diseño y diagramación:**  
RED ACTIVA SOLUCIONES GRAFICAS S.A.C.

**Primera edición:** Agosto de 2021

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2021-09410 | ISBN: 978-612-48315-3-9

**Impresión:**  
RED ACTIVA SOLUCIONES GRAFICAS S.A.C.  
Jr. Napo 343 - Urb. Chacra Colorada - Breña, Lima - Perú  
Cel.: 975459305 E-mail: ventas@redactiva.com.pe

**Tiraje:** 200 ejemplares

© Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)  
Jr. Cahuide 785, Jesús María, Lima - Perú.  
Teléfono: (01) 614-1414  
[www.gob.pe/senamhi](http://www.gob.pe/senamhi)

### Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción de esta guía por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso.

El Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático (Gestión CC), en su Fase 2, es una iniciativa del gobierno peruano, liderado por el Ministerio del Ambiente y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi). Es financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE, ejecutado por Libélula Instituto para el Cambio Global y South South North.

El segundo componente del proyecto Gestión CC, busca mejorar la información sobre el clima para la toma de decisiones. Por ello, colabora con el Senamhi para la elaboración de los estudios de Cambio Climático que contempla los Servicios Climáticos para la Salud y su contribución a Nuestro Desafío Climático (NDC).

## PREFACIO

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, ha elaborado el presente Mapa de Clasificación Climática del Perú, con la finalidad de poner a disposición del país una aproximación plausible de los recursos climáticos de sus diferentes regiones, cuyo conocimiento permita orientar en forma adecuada procesos de planificación y programación de actividades económicas, sociales, ambientales y de intervención territorial, necesarias para el desarrollo del país y sus regiones.

En 1988, el SENAMHI publicó el primer Mapa de Clasificación Climática del Perú, empleando el sistema de clasificación climática de Charles Warren Thornthwaite, versión de 1931, ajustado a la realidad nacional del Perú. Para ello, se usaron los datos meteorológicos de 20 años consecutivos, 1965 a 1984, utilizando aproximadamente 250 Estaciones Meteorológicas de la Red Nacional.

Para la preparación del presente Mapa de Clasificación, se empleó, con fines comparativos, el mismo sistema de clasificación climática de Thornthwaite con algunas adaptaciones en la metodología por parte de equipo técnico de SENAMHI (Thornthwaite-SENAMHI, 2020), siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial – OMM. Se utilizaron 30 años consecutivos de datos meteorológicos, comprendidos en el periodo 1981 – 2010, utilizando 483 Estaciones Meteorológicas de la Red Nacional y 21 Estaciones Meteorológicas en zonas de frontera.

El Mapa de Clasificación Climática del Perú actualizado, presenta una gama de 38 climas distribuidos en el vasto territorio nacional, con climas extremos como el de muy lluvioso y cálido todo el año, el desierto cálido y el glaciar.

Este documento, es el resultado de un minucioso y detallado trabajo de investigación meteorológica y climática, realizado en forma sistemática a nivel nacional desde el año 2017 al 2020, utilizándose una amplia información pertinente, incluyendo la satelital y la proveniente de diferentes mapas temáticos nacionales digitalizados, sobre ecosistemas y recursos naturales. En este período, se contó con la colaboración de instituciones y expertos nacionales versados en el tema.

La preparación del Mapa que elaboró el SENAMHI se enmarcó en el Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático – Fase 2 y fue financiado por la Cooperación Suiza – COSUDE e implementado por la consultora ambiental Libélula y South South North; por ende la institución expresa su agradecimiento a las diferentes instituciones públicas y a los especialistas profesionales de las diferentes regiones del país, que colaboraron con sus conocimientos y experiencias para hacer posible la elaboración del nuevo Mapa Climático del Perú.



El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, en el marco del Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático – Fase 2, ha elaborado el presente Mapa de Clasificación Climática del Perú, con finalidad de poner a disposición del país una aproximación plausible de los recursos climáticos de sus diferentes regiones, cuyo conocimiento permita orientar en forma adecuada procesos de planificación y programación de actividades económicas, sociales, ambientales y de intervención territorial, necesarias para el desarrollo del país y sus regiones. Cabe señalar que el proyecto fue financiado por la Cooperación Suiza – COSUDE e implementado por la consultora ambiental Libélula y South South North.

En forma particular, se reconoce el aporte recibido de los especialistas de la Dirección de Hidrología y Dirección de Agrometeorología, y de las 13 Direcciones Zonales del SENAMHI; asimismo, a los Gobiernos Regionales; Ministerio del Ambiente, a través de la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP, e Instituto Nacional de Investigación de Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM; Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, por el apoyo del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR, y la Autoridad Nacional del Agua – ANA. Y el Ministerio de Energía y Minas, a través del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET.

Una especial consideración y gratitud, al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador – INAMHI y al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, por facilitar valiosa información meteorológica de sus Estaciones ubicadas en la zona amazónica cercana a la frontera con el Perú.

## PRESENTACIÓN

El documento técnico del Mapa de Clasificación Climática del Perú, 2020, ha sido estructurado en tres partes. La primera parte se refiere a las características geográficas básicas de ubicación y medio físico; y a los Controladores Climáticos atmosféricos, oceánicos y orográficos, del Perú.

La segunda parte, se aboca a la metodología empleada para generar los tipos de clima del país, partiendo del tratamiento de los datos meteorológicos y climáticos de 483 Estaciones Meteorológicas de las diferentes regiones del país, del periodo 1981- 2010, para su utilización en el cálculo de los Índices de Precipitación Efectiva, de Concentración Estacional de la Humedad, y de Eficiencia Térmica, utilizados en el sistema de clasificación climática de Thornthwaite, versión 1931, previa validación del modelo estadístico de interpolación espacial a nivel nacional.

El método de interpolación usado, Regresión Lineal Múltiple, brindó información sobre la relación entre la realidad geográfica regional y el clima, combinando lo estadístico con la interpolación espacial.

La validación de los 38 tipos de climas definidos para el Perú, se realizó por medio de la fase de campo en la que se realizaron talleres con personal técnico en diferentes regiones del país, la que fue complementada con talleres de expertos en forma virtual.

En la tercera parte, se presenta el Mapa de Clasificación Climática del Perú, se describen los 38 tipos de climas a nivel nacional y la Clasificación Climática Nacional mapeada para cada Departamento. Se concluye con el texto de los efectos de la variabilidad y cambio climático en los tipos de clima.

El Mapa de Clasificación Climática del Perú, es un documento que proporciona información climática nacional de suma utilidad, en forma gráfica y sintética, y que permite interrelacionarla con los ecosistemas naturales y principales actividades humanas, de las diferentes regiones del país.

# Índice

<b>1. ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>9</b>
1.1. Ubicación Geográfica .....	9
1.2. Medio Físico .....	9
1.3. Controladores Climáticos del Perú.....	12
1.3.1. Controladores Meteorológicos .....	12
1.3.1.1. Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) .....	12
1.3.1.2. Baja Amazónica.....	13
1.3.1.3. Corriente en Chorro de Nivel Bajo.....	13
1.3.1.4. Alta de Bolivia .....	13
1.3.1.5. Depresión Atmosférica de Niveles Altos (DANA) .....	14
1.3.1.6. Anticiclón del Océano Pacífico Sureste .....	14
1.3.1.7. Anticiclón del Atlántico Sur (AAS) .....	15
1.3.1.8. Frentes Fríos.....	15
1.3.1.9. Corriente en Chorro Subtropical.....	16
1.3.2. Controladores Oceánicos .....	16
1.3.3. Controladores Continentales.....	18
1.3.3.1. Los Andes Peruanos.....	18
<b>2. DATOS Y SÍNTESIS METODOLÓGICA</b> .....	<b>21</b>
2.1. Datos Meteorológicos .....	21
2.2. Normales Climáticas Mensuales.....	24
2.3. Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite .....	24
2.3.1. Índice de Precipitación Efectiva (IPE) .....	25
2.3.2. Índice de Concentración Estacional de Humedad (ICEH) .....	26
2.3.3. Índice de Eficiencia Térmica (IET) .....	27
2.4. Validación del Modelo Estadístico de Interpolación .....	28
2.5. Álgebra de Mapas de los Índices de Thornthwaite.....	28
2.6. Validación del Mapa de Clasificación Climática .....	29
<b>3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ</b> .....	<b>32</b>
3.1. Descripción de los 38 Tipos de Climas del Perú .....	32
3.2. Clasificación Climática Nacional por Departamento.....	36

3.2.1.	Departamento de Amazonas .....	36
3.2.2.	Departamento de Áncash .....	39
3.2.3.	Departamento de Apurímac .....	42
3.2.4.	Departamento de Arequipa.....	45
3.2.5.	Departamento de Ayacucho .....	48
3.2.6.	Departamento de Cajamarca.....	51
3.2.7.	Departamento de Cusco .....	54
3.2.8.	Departamento de Huancavelica.....	57
3.2.9.	Departamento de Huánuco.....	60
3.2.10.	Departamento de Ica .....	63
3.2.11.	Departamento de Junín.....	66
3.2.12.	Departamento de La Libertad .....	69
3.2.13.	Departamento de Lambayeque.....	72
3.2.14.	Departamento de Lima .....	75
3.2.15.	Departamento de Loreto.....	78
3.2.16.	Departamento de Madre de Dios .....	81
3.2.17.	Departamento de Moquegua.....	83
3.2.18.	Departamento de Pasco .....	86
3.2.19.	Departamento de Piura .....	89
3.2.20.	Departamento de Puno .....	92
3.2.21.	Departamento de San Martín.....	95
3.2.22.	Departamento de Tacna .....	98
3.2.23.	Departamento de Tumbes .....	101
3.2.24.	Departamento de Ucayali .....	104
3.3.	Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático en los Climas del Perú.....	107
<b>4.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>
4.1.	Anexo 1: Validación Cruzada del Modelo Estadístico de Interpolación.....	109
GLOSARIO .....		111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		114
PERSONAL EXPERTO QUE HA PARTICIPADO EN LA VALIDACIÓN DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ .....		119

## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>AEDES:</b> Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible
<b>AGRORURAL:</b> Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural del MIDAGRI
<b>AIDER:</b> Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral - Madre de Dios
<b>ANA:</b> Autoridad Nacional del Agua
<b>APECO:</b> Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza
<b>ATFFS:</b> Administración Técnicas Forestal y de Fauna Silvestre
<b>COER:</b> Centro de Operaciones de Emergencia Regional
<b>CORECC:</b> Consejo Regional de Cambio Climático Cusco
<b>CPTEC:</b> Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos de Brasil
<b>DECADE:</b> Datos Climáticos y Eventos Extremos para el Área Central de los Andes
<b>DRASAM:</b> Dirección Regional de Agricultura de San Martín
<b>ENOS:</b> El Niño Oscilación del Sur
<b>FONCODES:</b> Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social
<b>GORE:</b> Gobierno Regional
<b>IDEAM:</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
<b>IGP:</b> Instituto Geofísico del Perú
<b>IIAP:</b> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
<b>IMARPE:</b> Instituto del Mar del Perú
<b>INAIGEM:</b> Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
<b>INAMHI:</b> Instituto de Meteorología e Hidrología del Ecuador
<b>INDECI:</b> Instituto Nacional de Defensa Civil
<b>INGEMMET:</b> Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
<b>JUASVI:</b> Junta de Usuarios de Aguas Subterráneas del Valle de Ica
<b>MIDAGRI:</b> Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
<b>MINAM:</b> Ministerio del Ambiente

**ONG:** Organización no Gubernamental

**PEHCBM:** Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

**SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

**SENASA:** Servicio Nacional de Sanidad Agraria

**SERFOR:** Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

**SERNANP:** Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado

**SIG:** Sistema de Información Geográfica

**UNAAA:** Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

**UNALM:** Universidad Nacional Agraria La Molina

**UNAS:** Universidad Nacional Agraria de la Selva

**UNASAM:** Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

**UNC:** Universidad Nacional de Cajamarca

**UNCP:** Universidad Nacional del Centro del Perú

**UNICA:** Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica

**UNJ:** Universidad Nacional de Jaén

**UNPRG:** Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

**UNSA:** Universidad Nacional San Agustín de Arequipa

**UNSAAC:** Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco

**UNSCH:** Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

**UNIA:** Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía

**UPLA:** Universidad Peruana Los Andes

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Ubicación Geográfica

El territorio peruano se encuentra situado al sur de la línea ecuatorial, en la región central y occidental de América del Sur. Limita por el norte con Ecuador y Colombia, por el este con Brasil, por el sureste con Bolivia, por el sur con Chile y por el oeste con el océano Pacífico, sobre el cual tiene el dominio marítimo de 200 millas náuticas de ancho (MINDEF et al., 2005), equivalente a 370.370 km. La línea costera tiene una longitud de 1 200 millas náuticas (Zuta et al., 1970), equivalente a 2,222 km. El dominio marítimo peruano es la región más extensa del país, con una extensión aproximada de 823,044 km<sup>2</sup>.

De acuerdo a Stralher, A., (2010), el territorio peruano se ubica en la zona ecuatorial, comprendida al norte de latitud 10° S (entre 0° 2' S y 10° S), y una zona tropical al sur de latitud 10° S, hasta la frontera con Chile (18° 21'3" S) y entre los meridianos 68° 39'7" y los 81° 20'13" de longitud.

### 1.2. Medio Físico

Tradicionalmente, el territorio peruano ha sido dividido en tres regiones naturales: Costa, Sierra y Selva. La orografía del territorio peruano varía en altitud, desde el nevado Huascarán, a 6 768 m s. n. m., el más alto de la zona ecuatorial y tropical de la Tierra, ubicado en el Callejón de Huaylas, departamento de Áncash; hasta el punto más bajo, a una profundidad de 34 metros

por debajo del nivel del mar, en el desierto de Sechura, departamento de Piura. En la selva amazónica, lado oriental del país, la cota altitudinal más baja es de 78 m s. n. m., en el distrito de Cabalococha, departamento de Loreto (IGN, 1992), donde el río Amazonas sale del territorio peruano.

La Costa, 11.6% del territorio nacional, es una franja situada entre el litoral del océano Pacífico y los contrafuertes de la cordillera Occidental de los Andes, y está formada por pampas desérticas áridas, tablazos, superficies rocosas, y acantilados empinados en la Costa sur principalmente (cordillera de Costa). Esta franja desértica es interrumpida por valles de vertientes de la cordillera Occidental andina que drenan en el Pacífico. Esta región está fuertemente influenciada por la temperatura superficial del mar (TSM) y por la capa límite atmosférica marina (troposfera baja y húmeda), siendo su característica climática principal la escasez de lluvias, debido a la interacción desfavorable de factores atmosféricos, oceánicos y continentales que inhiben el proceso de crecimiento de las nubes: el Anticiclón del Océano Pacífico Sur, la fría corriente marina de Humboldt y la cordillera occidental de los Andes.

La Sierra, ocupa el 28.1% del territorio peruano, su configuración orográfica está determinada por la cordillera de los Andes, conformada por tres ramales geomorfológicos principales: las cordilleras occidental, central y oriental, que se extien-



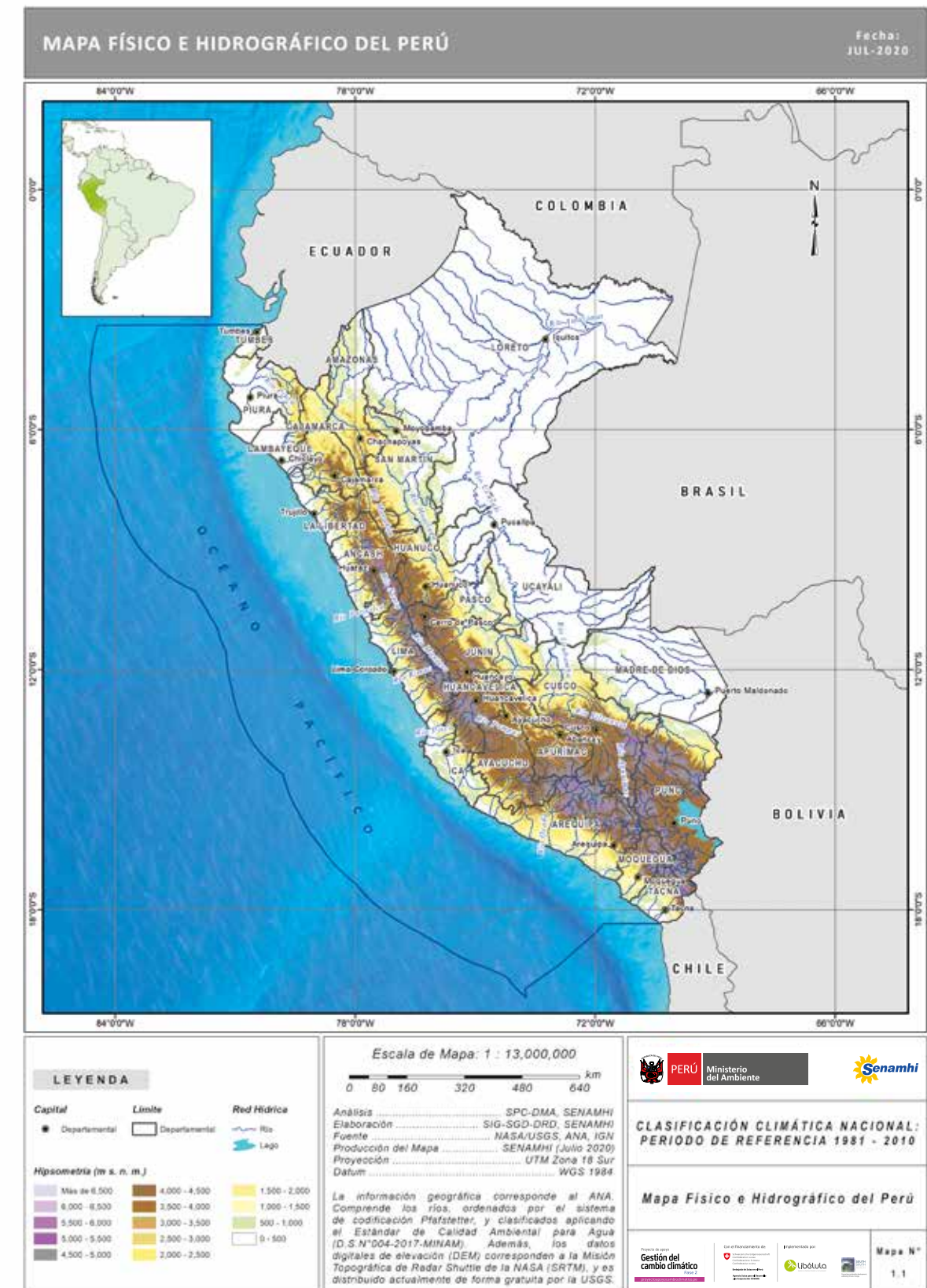
den de norte a sur, con aproximadamente 40 picos que tienen altitudes mayores a 6 000 m s. n. m. (IGN, 2015), 19 de ellas cubiertas por glaciares o nevados de extensiones relativamente pequeñas (ANA, 2018). Los Andes en el Perú son más anchos en el sur y más angostos hacia el norte; asimismo, son más altos en el sur y centro del país y más bajos en el norte. La cordillera Oriental Norte y Central son las de menor altitud y están mayormente cubiertas de vegetación arbórea; por su altitud relativamente baja y por su clima, pertenecen mayormente a la región de Selva.

La compleja orografía del Perú (Mapa N° 1.1) y los altos gradientes altitudinales de la cordillera Occidental y Central principalmente, determinan gran variación climática dentro de espacios geográficos relativamente pequeños, con diversidad de microclimas a lo largo de las cuencas hidrográficas. Los diferentes pisos altitudinales, orientaciones, exposiciones y pendientes, con una gran diversidad geológica, permiten la existencia de una gran biodiversidad natural y agrobiodiversidad.

La Selva amazónica es la región más extensa de nuestra geografía, ocupando el 60.3% de su superficie (IGN, 2015). Su relieve es relativamente uniforme en la denominada Selva baja o llano amazónico,

lo que favorece la existencia de extensiones amplias con climas uniformes y la cobertura de bosques tropicales húmedos. La Selva hacia el oeste de la llanura amazónica, tiene gradientes altitudinales más abruptos y es la más lluviosa del territorio peruano, presentando ecosistemas de bosques húmedos y bosques de neblinas.

El sistema hidrográfico del Perú (Mapa N° 1.1), comprende la vertiente del Pacífico, la vertiente del Atlántico y la vertiente del lago Titicaca (ANA, 2016). La Vertiente del Pacífico, está conformada por 62 cuencas hidrográficas de ríos que nacen de los deshielos y lluvias en la alta cordillera Occidental de los Andes y bajan hacia el océano Pacífico cruzando el desierto costero. La vertiente del Atlántico genera 84 cuencas hidrográficas de ríos principales, de mayor recorrido y caudal que los costeros, y nacen de los deshielos y lluvias de la Sierra oriental y lluvias de la Selva, drenando en el océano Atlántico, por el río Amazonas como el mayor y más caudaloso del mundo. La vertiente del lago Titicaca, en el sureste del país es endorreica y conformada por 13 cuencas hidrográficas de ríos que nacen de deshielos, lluvias, lagunas y manantiales de la cordillera y altiplano andino del departamento de Puno, y que desembocan en el lago Titicaca, del que sale el río Desagüadero hacia Bolivia.



**MAPA N° 1.1. MAPA FÍSICO E HIDROGRÁFICO DEL PERÚ**



### 1.3. Controladores Climáticos del Perú

Los controladores climáticos del Perú, se pueden agrupar en meteorológicos, oceánicos y continentales.

#### 1.3.1. Controladores Meteorológicos

Son sistemas meteorológicos a escala continental y mesoescala, que determinan en gran medida el tiempo y clima del Perú, y se presentan a continuación.

##### 1.3.1.1. Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)

La ZCIT se refiere a la convergencia de los vientos Alisios del noreste con los del sureste en la zona ecuatorial-tropical, que genera una cadena de tormentas convectivas en constante movimiento, siguiendo la migración estacional del sol (que provee la energía) desde el Trópico de Cáncer en el Hemisferio Norte hasta el Trópico de Capricornio, en el Hemisferio Sur, pasando por el ecuador durante los solsticios. En el continente, la ZCIT se ubica donde el aire está más húmedo dentro de la vaguada ecuatorial, zona de baja presión atmosférica donde se dan las mayores precipitaciones. En el océano, la ZCIT está más influenciada por la magnitud y distribución espacial de las temperaturas del mar que por el máximo de radiación solar en su migración latitudinal, por lo cual sobre el océano ésta tiende a ubicarse sobre las aguas más calientes.

Sobre el continente, las tormentas asociadas están mucho más dispersas y la ZCIT sigue la marcha anual del sol con dirección norte-sur, aunque con un cierto retardo temporal, debido a la menor inercia termal del calentamiento del aire en el continente. Sobre el océano, la gran inercia termal de la capa de mezcla oceánica genera un retardo mucho mayor en el calentamiento de la atmósfera, lo cual origina un desfase del posicionamiento latitudinal de aproximadamente 10° de latitud al norte de la línea ecuatorial. El aire húmedo en ascenso hasta la troposfera alta hace que el vapor de agua se condense o se solidifique, procesos que liberan gran cantidad de calor.

En la región andina del Perú, principalmente en los meses de verano, es difícil la identificación de una ZCIT continua, ya que el efecto orográfico modifica considerablemente tanto el patrón de circulación como la interacción superficie-atmósfera. En cambio, en las regiones más planas y homogéneas como sobre los océanos, la ZCIT sí se establece e identifica claramente. Las tormentas asociadas a la ZCIT abarcan gran parte de la cuenca amazónica peruana y las que se desarrollan en el norte de Argentina, Paraguay y sur de Brasil.

#### 1.3.1.2. Baja Amazónica

Es un sistema meteorológico semipermanente que incrementa la convección atmosférica en verano, lo cual implica la activa formación nubosa y pluviosidad asociada. Se ubica sobre la Amazonía oeste de Brasil y Amazonía peruana y se caracteriza por presiones atmosféricas menores o iguales a 1 005 hPa. Las principales causas físicas de la baja presión atmosférica parecen ser el calentamiento de la superficie terrestre en las primeras horas del día y el calor liberado en la condensación.

#### 1.3.1.3. Corriente en Chorro de Nivel Bajo

Es el viento máximo de nivel bajo (500 a 1 500 m s. n. m.), que fluye paralelo a los Andes orientales del sur del Perú y Bolivia, el cual transporta humedad a escala continental desde la cuenca amazónica hacia el sur, hasta la cuenca del río de La Plata. El transporte, se intensifica al este de los Andes en las cercanías de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, donde la Corriente en Chorro de Nivel Bajo alcanza las máximas velocidades, además de que está presente todo el año debido a los efectos dinámicos y termodinámicos que produce la configuración de los Andes en la circulación atmosférica media y baja. En condiciones normales, está presente intermitentemente en el territorio peruano, modulando las precipitaciones.

Cuando ocurren eventos El Niño, la Corriente en Chorro de Nivel Bajo se intensifica y es más frecuente, transportando el aire

húmedo desde la cuenca amazónica hacia la cuenca del río de La Plata. Los vientos del este hacia los Andes peruanos disminuyen en intensidad y por ende, ello se traduce en menos lluvia en la zona peruana. Cuando ocurren eventos La Niña sucede lo contrario, esta Corriente en Chorro es menos frecuente y de menor intensidad, por lo tanto, las lluvias en el territorio nacional tienden a ser mayores a sus valores normales.

#### 1.3.1.4. Alta de Bolivia

Sistema atmosférico de circulación antihoraria en la troposfera alta, el cual, durante el periodo más frecuente de lluvias (enero - marzo) se encuentra ubicado sobre el territorio de Bolivia, a 12 kilómetros sobre el nivel del mar. Se forma como consecuencia del calentamiento solar (calor sensible) del Altiplano peruano - boliviano - chileno y de la gran cantidad de calor liberado en la atmósfera baja, sobre la Selva media y alta, cuando el vapor de agua cambia de estado gaseoso a líquido (liberación de calor latente). El calor induce el ascenso del aire húmedo y cálido a la troposfera media y alta, formándose nubes de gran desarrollo vertical (cumulonimbos), responsables de la abundante lluvia.

Durante el periodo seco (abril - agosto) la Alta de Bolivia no está presente. En el periodo de inicio de lluvias (setiembre - noviembre) se encuentra de manera irregular e intermitente. La lluvia en la Selva y Sierra del Perú es inducida por la dinámica de este sistema meteorológico cuando su centro se encuentra geográficamente ubicado sobre el centro del territorio boliviano.

### 1.3.1.5. Depresión Atmosférica de Niveles Altos (DANA)

Sistema meteorológico de circulación ciclónica (giro en sentido horario), que se desarrolla en las estaciones de otoño e invierno en la troposfera alta y media de los trópicos, sobre el océano Pacífico sureste, con trayectorias hacia el continente sudamericano.

Cuando se ubica al oeste de la costa norte de Chile y al oeste de la costa sur de Perú, favorece el transporte horizontal de aire frío y húmedo desde el norte y noreste de Chile hacia la Sierra sur del Perú, originando precipitaciones sólidas tipo nieve durante la tarde y noche sobre la superficie terrestre si los movimientos verticales ascendentes son ligeros. La velocidad del viento en la Sierra y la cantidad de nieve precipitada dependen de la intensidad y grado de enfriamientos en el centro de la DANA. Ocasionalmente, cuando la DANA llega a niveles bajos (1 500 m s. n. m. o menos) de la atmósfera, genera precipitaciones tipo lluvia o llovizna en la Sierra sur occidental y Costa sur del Perú.

### 1.3.1.6. Anticiclón del Océano Pacífico Sureste

Es un sistema meteorológico de alta presión atmosférica permanente y bien definido y confinado sobre el océano Pacífico, dado que las altas montañas de la cordillera occidental andina bloquean su migración hacia el este (Gilford et al., 1992). Está presente en la troposfera durante todo el año, siendo sostenido por la convergencia de los vientos en la troposfera alta

(Hastenrath, 1991), lo cual crea subsidencia (brazo descendente de la circulación Hadley).

Su centro anticiclónico, con una presión de 1 026 hPa en octubre, está más cerca al ecuador geográfico (25°S 90°O) y en abril más lejano, con una presión de 1 021 hPa (35°S 92°O). El aire en la troposfera baja, circula en forma antihoraria sobre grandes extensiones del océano Pacífico tropical y subtropical este, así como sobre una estrecha franja costera al oeste de los Andes occidentales. Su frontera por el norte es la ZCIT y por el sur, el frente polar con sus perturbaciones ciclónicas (Kampf et al., 2016).

Los vientos Alisios del sureste asociados al Anticiclón, al interactuar con la vertientes occidental de los Andes, la franja costera, la corriente de Humboldt, los afloramientos costeros y la frecuente y extensa capa de nubes bajas sobre el Pacífico tropical este, mantienen la temperatura superficial del mar (TSM) peruano y chileno anómalamente baja, en relación a su media latitudinal (Ruthland et al., 2003). En consecuencia, el Anticiclón con su subsidencia asociada y fortalecida por temperaturas superficiales del mar muy frías, es el causante principal de la aridez de la Costa peruana, y de la semiaridez de la Sierra occidental sur y central.

El tiempo meteorológico en la Costa y Sierra occidental peruana, depende de la intensidad y ubicación del centro anticiclónico, así como de las distintas configuraciones espaciales que adoptan los campos de presión.

Durante los eventos El Niño, el Anticiclón se debilita ostensiblemente, de tal modo que los vientos Alisios asociados también se debilitan, lo que trae consigo una disminución o desaparición de los afloramientos y la Corriente de Humboldt pierde velocidad. Todo ello, contribuye al calentamiento del mar peruano y que en la costa norte el tiempo meteorológico se tropicalice (incremento de la temperatura del aire y de las lluvias). Durante los eventos La Niña, ocurre lo contrario.

### 1.3.1.7. Anticiclón del Atlántico Sur (AAS)

Este sistema meteorológico es el que modula el tiempo y el clima al este de los Andes peruanos. Es un sistema de circulación antihoraria y permanente en la tropósfera, cuyo centro de acción está posicionado sobre el océano Atlántico sur, más próximo a África que a Sudamérica.

El periodo de lluvias en el Perú, tiene su origen cuando el centro de acción del AAS se ubica próximo al continente africano, por lo que la tropósfera al este de los Andes peruanos y en toda la Amazonía sudamericana tiende a ser inestable. El aire húmedo presente en la cuenca amazónica es movilizado de manera horizontal y vertical, formando nubes productoras de lluvias en las tardes cuando los movimientos verticales ascendentes se intensifican. El ascenso del aire húmedo es favorecido por las cordilleras andinas que cruzan el territorio nacional de norte a sur (efecto de forzamiento orográfico).

Los vientos Alisios del sureste, transportan grandes cantidades de humedad hacia la cuenca del río Amazonas, principalmente por el delta de su desembocadura en el Atlántico. Las fuentes de humedad para las lluvias en el territorio peruano son: el agua evaporada del Atlántico tropical sur transportado por los vientos Alisios, la evapotranspiración en la amazonía oeste brasileña y la evapotranspiración en la Amazonía peruana.

El periodo de escasez de lluvias en el territorio peruano se da cuando el centro del Anticiclón del Atlántico Sur se intensifica y su influencia se extiende hasta las vertientes orientales de la cordillera de los Andes, promoviendo una atmósfera estable (inhibición de los movimientos verticales ascendentes) sobre gran parte de la cuenca del Amazonas. En este periodo, los vientos Alisios húmedos están direccionados hacia la selva colombiana y venezolana.

### 1.3.1.8. Frentes Fríos

Son bandas nubosas formadas por el levantamiento de una masa de aire cálida y húmeda (ligera), desplazada por una masa fría y seca (más pesada) que se dirigen desde la Patagonia y pampas argentinas hacia al noreste del continente sudamericano. Estas bandas nubosas intensas y profundas, de miles de kilómetros de longitud, se extienden desde el suroeste del océano Atlántico hasta la selva norte de Bolivia. Promueven el ingreso de humedad desde la Selva norte peruana y amazonía oeste brasileña, hacia la Selva baja y alta de los departamentos de Ucayali,

Madre de Dios, Cusco y Puno. Este sistema meteorológico ocurre mayormente en los meses de invierno (estación seca).

En el otoño e invierno, ocurren los “frijes” que afectan principalmente a la Selva baja. En la estación seca, a estos sistemas de tiempo se les puede considerar frentes fríos de niveles bajos, dado el encuentro de una masa fría y seca al sur o suroeste de la banda de nubes, con una cálida y húmeda al norte y noreste.

### 1.3.1.9. Corriente en Chorro Subtropical

Sistema meteorológico de configuración ondulada, considerado como la columna vertebral de los movimientos atmosféricos a escala planetaria. En Sudamérica es el sistema que modula la ubicación, intensidad y configuración de la Alta de Bolivia; por lo tanto, tiene influencia indirecta sobre el tiempo y clima del territorio peruano. En la estación de invierno ocasionalmente y por muy pocos días, se ubica sobre el sur del Perú.

La Corriente en Chorro Subtropical, está ubicada a los 12 000 m s. n. m., caracterizada por vientos intensos con componente oeste (noroestes y suroestes), con velocidades que superan los 120 km/h. En invierno, se ubica sobre el norte del territorio chileno y puede alcanzar ocasionalmente velocidades mayores a 300 km/h. Durante los meses de

verano (periodo de lluvias en el Perú) migra al centro de Chile, con vientos asociados de menor velocidad.

### 1.3.2. Controladores Oceánicos

El área marítima frente a la Costa del Perú presenta características particulares, originadas por la presencia del sistema de corrientes superficiales y los afloramientos de aguas frías, que producen variaciones de la temperatura superficial y el nivel medio del mar, así como de la concentración de nutrientes en toda la columna de agua, dentro de las primeras 30 millas desde el litoral.

El tiempo y clima de la Costa peruana son regulados directamente por la temperatura superficial del agua de mar (TSM). La baja temperatura del mar peruano estabiliza y enfría a la masa de aire que circula sobre él, favoreciendo la formación de nieblas y neblinas costeras al condensarse la humedad atmosférica en contacto con la superficie fría del mar, principalmente en el otoño e invierno (Vallaux C., 1931)<sup>1</sup>. El mar frío, la subsidencia asociada a la alta presión atmosférica del Anticiclón del Pacífico Sur y la inversión térmica producida, limitan el ascenso del aire para formar nubes productoras de lluvias, propiciando la formación de nubes estratos y estratocúmulos de junio a setiembre en gran parte de la Costa.

<sup>1</sup> El problema de la Corriente de Humboldt. Boletín Compañía Administradora del Guano. Vol. VII, N°4, 1931.  
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/2931/1/CAG%207%284%29-1.pdf>

El sistema de la Corriente de Humboldt también denominado Sistema de Corriente Perú-Chile, se caracteriza por un flujo de agua subantártica fresca y relativamente fría que se extiende a lo largo de la costa oeste de América del Sur desde aproximadamente 42°S (Chile) hacia el norte llegando a las islas Galápagos.

Frente a Perú, los vientos fuertes estacionales (invierno) y la contribución de la rotación de la tierra (efecto Coriolis), la interacción entre la Corriente de Humboldt, que fluye de sur a norte a lo largo de la costa occidental de Sudamérica, y la Corriente Peruana Costera (Kämpf, J. et al. 2016), con flujo en la misma dirección, como un “jet de afloramiento costero” debido a los vientos Alisios del sureste canalizados por la vertiente andina del Pacífico, ejercen una significativa influencia sobre el clima de la Costa peruana, regulando temperaturas del aire durante el invierno, con cielos cubiertos, neblinas y ausencia de lluvias. No obstante, su ubicación geográfica en latitud tropical, la Costa no tiene un clima que corresponda a la zona intertropical; las aguas frías asociadas a esta corriente y la inversión térmica, originan más bien un clima seco, desértico y templado.

Hay ocasiones en las que la Corriente de Humboldt no llega a emerger debido al debilitamiento de los Alisios del sureste, y los vientos del norte llevan aguas calientes hacia el sur, conocida como Corriente del Niño, que reemplaza temporalmente a la

corriente de agua fría principalmente en el extremo norte de la Costa. Dependiendo de las condiciones atmosféricas y de la estacionalidad de las lluvias, puede producirse un ascenso de la TSM de hasta 10°C, generándose lluvias intensas e inundaciones; si esta anomalía de la TSM supera el umbral +0,5° C por tres meses consecutivos, se define la presencia de El Niño Costero<sup>2</sup>.

Las corrientes marinas del Perú, son también fuertemente afectadas por la variabilidad interanual a gran escala causada por los eventos El Niño Oscilación Sur - ENOS. Durante fuertes eventos El Niño, la circulación oceánica se trastoca debilitándose las corrientes de aguas frías y las anomalías atmosféricas de gran escala favorecen el calentamiento del mar peruano y de todo el Pacífico ecuatorial, transformando radicalmente el tiempo y clima usuales en la Costa, cambiando de templado y desértico a cálido y lluvioso, típico de los trópicos (tropicalización), principalmente en la Costa norte y central. Durante los eventos La Niña, ocurre lo contrario; es decir, se intensifican los vientos sobre la superficie del océano Pacífico y los afloramientos de aguas frías hacia el Ecuador. Disminuyen las temperaturas diurnas y nocturnas a lo largo de la Costa, aumenta la humedad relativa y la cobertura nubosa asociada con neblinas y las lloviznas se incrementan más de lo normal.

<sup>2</sup> Nota Técnica: Definición operación de El Niño/La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú.

<http://enfen.gob.pe/download/icen-nota-tecnica-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-y-la-nina-y-sus-magnitudes-en-la-costa-del-peru/>



### 1.3.3. Controladores Continentales

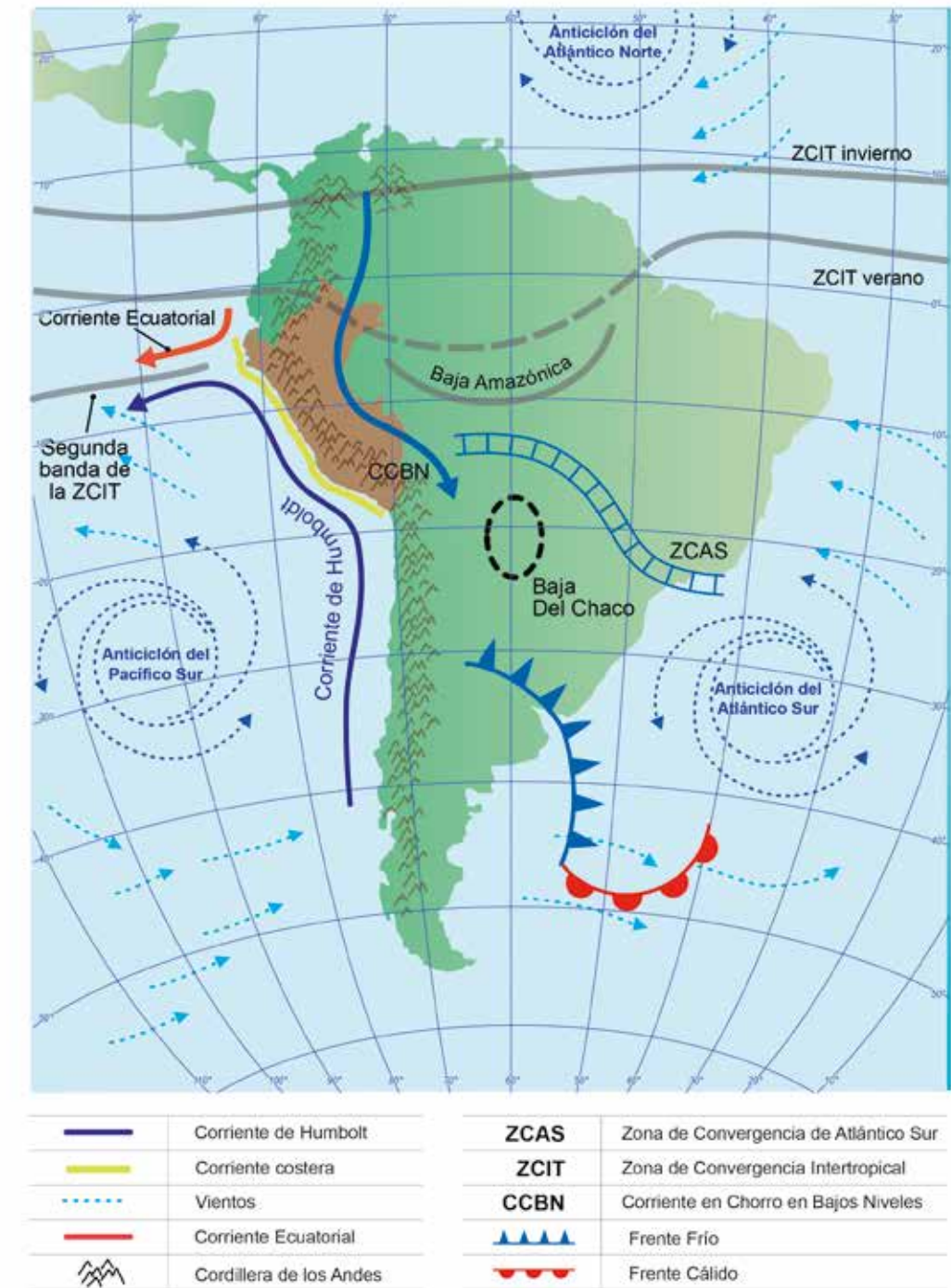
#### 1.3.3.1. Los Andes Peruanos

Desde el punto de vista climático, hasta los 5 000 m s. n. m. aproximadamente, las cordilleras del centro y del sur del Perú bloquean en gran medida el flujo del aire húmedo e inestable amazónico hacia la Costa y a la vertiente occidental de la cordillera, contribuyendo a las condiciones de aridez de la Costa, y de semiaridez de toda la Sierra occidental. El bloqueo de aire húmedo también se manifiesta en la distribución de las lluvias que ocurre en las partes bajas de las vertientes de los valles interandinos tales como en el valle del río Marañón y valle del Apurímac. Las cordilleras del norte al ser relativamente bajas y fragmentadas permiten que el aire húmedo ingrese más hacia la Sierra y la Costa, por lo cual la Sierra norte es la más lluviosa. El resto de las cordilleras, las cumbres y montañas (algunas cubiertas de hielo perenne) también son consideradas como "torres de agua" (Kohler, T., et al. 2014), dado que sus vertientes o pendientes favorecen la formación de nubes productoras de precipitaciones orográficas (líquidas y sólidas) que alimentan a todos los ríos peruanos que nacen en dichas cumbres.

Por otro lado, la cordillera Occidental de los Andes también bloquea la penetración de aire seco hacia la Sierra oriental y a la Selva. La gran sequedad de la Sierra occidental sur (vertiente occidental), en parte se debe al flujo diurno de aire seco o muy seco hacia las partes altas, el cual al mezclarse con el aire húmedo del este se diluye y contribuye a la semiaridez de esa región.

Durante la primavera y el verano, el calentamiento del Altiplano y las cordilleras colindantes (calor sensible) favorece al desarrollo del sistema meteorológico de atmósfera alta denominado Alta de Bolivia, cuya posición y desplazamiento modula las precipitaciones en el territorio peruano.

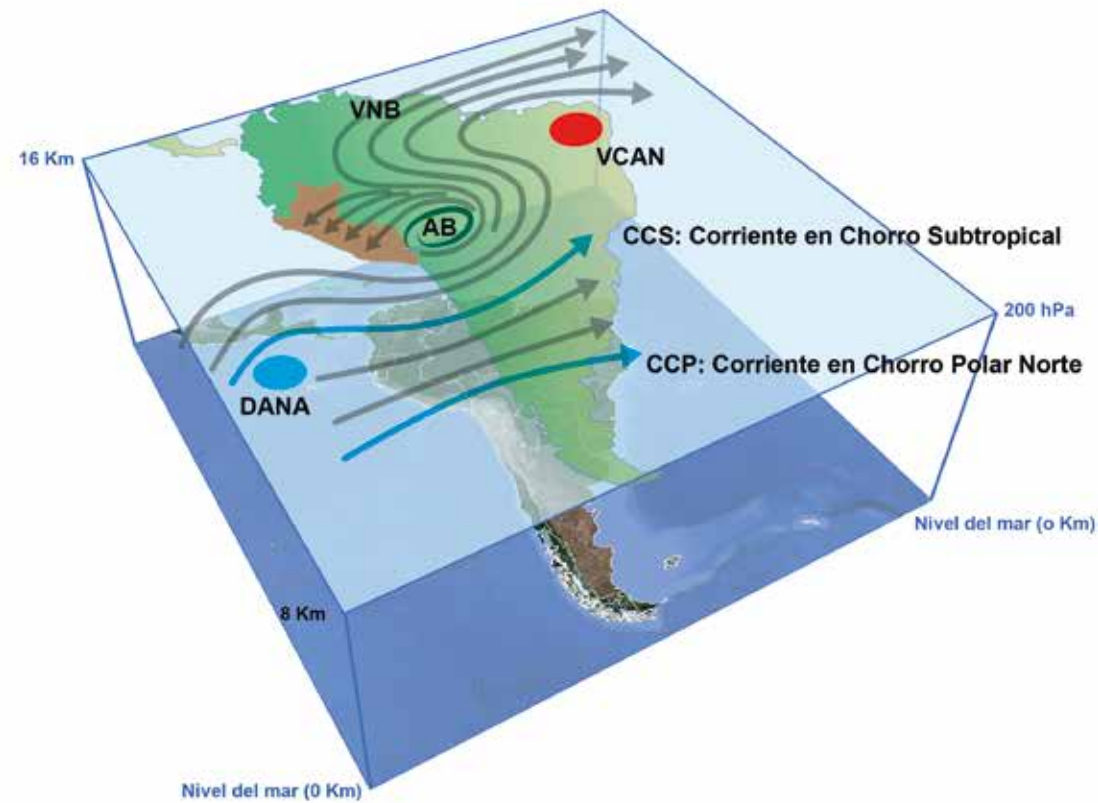
### PATRONES DE CIRCULACIÓN EN ATMÓSFERA BAJA SOBRE AMÉRICA DEL SUR



Fuente: Barreto, C., 2016; Quispe, K., 2017

**FIGURA N° 1.1. PATRONES DE CIRCULACIÓN EN ATMÓSFERA BAJA SOBRE AMÉRICA DEL SUR**

**PATRONES DE CIRCULACIÓN EN ATMÓSFERA ALTA  
SOBRE AMÉRICA DEL SUR**



Sistemas de verano	VCAN	Vortice Ciclónico de Niveles Altos
	AB	Alta de Bolivia
	VNB	Vaguada del Noreste de Brasil
Sistemas de invierno	DANA	Depresión aislada en niveles altos
	CCS	Corriente en Chorro Subtropical
	CCP	Corriente en Chorro Polar

\* hPa, Presión atmosférica en hectoPascales

**FIGURA N° 1.2. PATRONES DE CIRCULACIÓN EN LA ALTA ATMÓSFERA EN AMÉRICA DEL SUR**

## 2. DATOS Y SÍNTESIS METODOLÓGICA

### 2.1. Datos Meteorológicos

Se utilizó la información climática con control de calidad (SENAMHI, 2019)<sup>3</sup> de las variables meteorológicas de precipitación, temperaturas máxima y mínima del aire, del periodo 1981 al 2010, de las estaciones meteorológicas convencionales del SENAMHI – Perú, INAMHI- Ecuador, IDEAM – Colombia y SENAMHI- Bolivia. Ver Cuadro N° 2.1. La ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas se presenta en el Mapa N° 2.1.

**CUADRO N° 2.1. INSTITUCIONES INTERNACIONALES QUE COLABORARON CON INFORMACIÓN METEOROLÓGICA**

País	Institución	N° de estaciones meteorológicas
PERÚ	SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE PERÚ- SENAMHI	483
ECUADOR	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE ECUADOR - INAMHI	11
COLOMBIA	INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES DE COLOMBIA - IDEAM	3
BRASIL	* CENTRO DE PREVISIÓN DEL TIEMPO Y ESTUDIOS CLIMÁTICOS - CPTEC	3
BOLIVIA	** SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - SENAMHI	4

\* Puntos interpolados de los mapas climatológicos de libre disponibilidad en la página web del CPTEC

\*\* Datos meteorológicos tomados del proyecto Datos Climáticos y Eventos Extremos para el Área Central de los Andes - DECADE

<sup>3</sup> Informe técnico: "Control de calidad de temperatura máxima y mínima del aire de estaciones meteorológicas convencionales clausuradas y paralizadas del SENAMHI y tratamiento de datos climáticos"

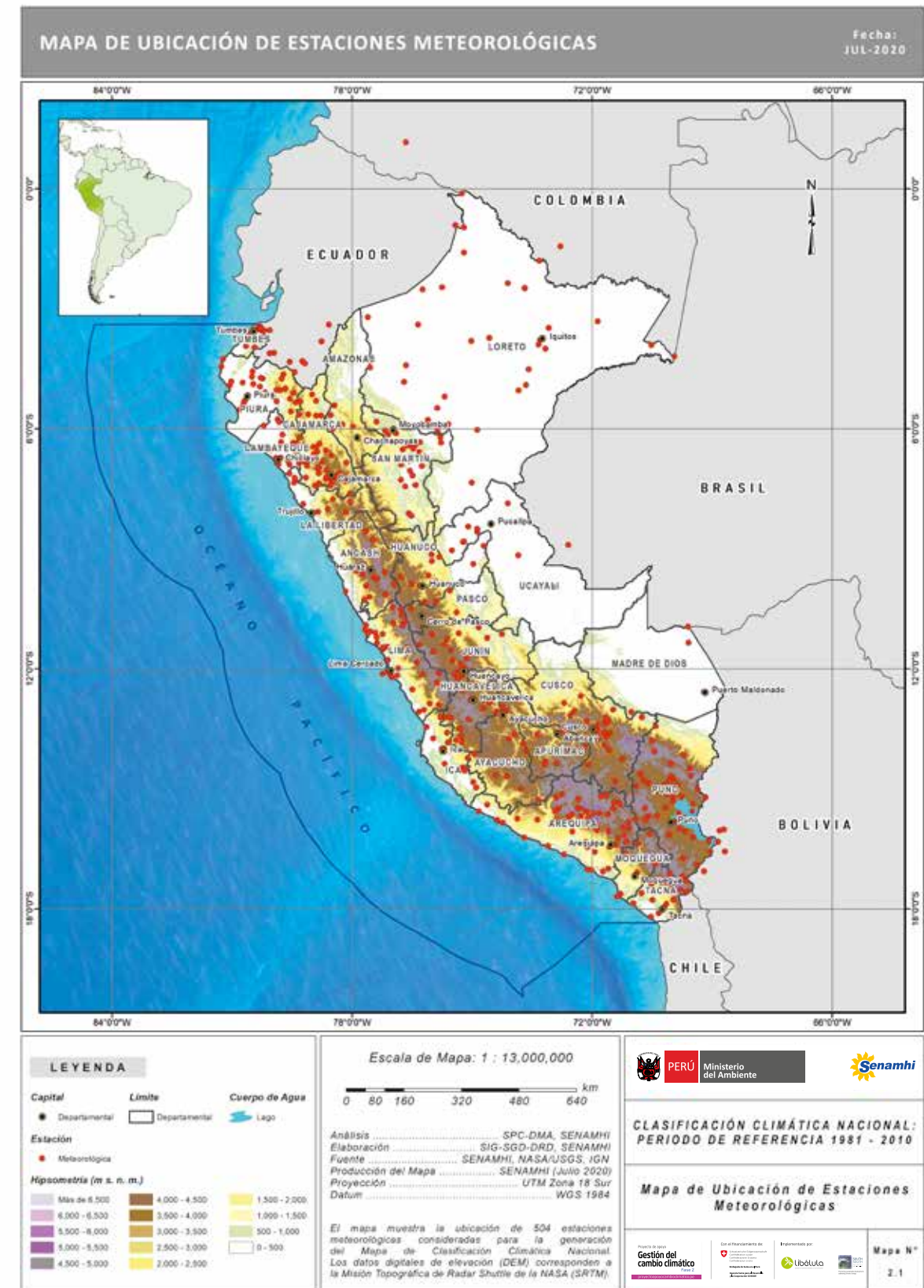


**CUADRO N° 2.2. NÚMERO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EMPLEADAS EN LA GENERACIÓN DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ**

N°	Sector	N° de estaciones meteorológicas		
		IPE	ICEH	IET
1	COSTA NORTE	58	58	58
2	COSTA CENTRO	30	30	30
3	COSTA SUR	42	42	42
4	SIERRA NORTE OCCIDENTAL	25	25	25
5	SIERRA NORTE ORIENTAL	23	23	23
6	SIERRA CENTRO OCCIDENTAL	27	27	27
7	SIERRA CENTRO ORIENTAL	42	42	42
8	SIERRA SUR OCCIDENTAL	59	59	59
9	SIERRA SUR ORIENTAL	64	64	64
10	ALTIPLANO	14	14	14
11	SELVA NORTE ALTA	14	14	14
12	SELVA NORTE BAJA	56	56	60
13	SELVA CENTRAL ALTA	8	8	8
14	SELVA CENTRAL BAJA	8	8	8
15	SELVA SUR ALTA	6	6	6
16	SELVA SUR BAJA	3	3	3
<b>Países limítrofes</b>				
1	BOLIVIA	4	4	4
2	COLOMBIA	3	3	3
3	ECUADOR	11	11	11
4	BRASIL	3	3	3
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>	<b>500</b>	<b>504</b>

Índices del Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite (ver 2.3):

- Índice de Precipitación Efectiva – IPE
- Índice de Concentración Estacional de Humedad – ICEH
- Índice de Eficiencia Térmica – IET



**MAPA N° 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EMPLEADAS EN LA GENERACIÓN DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA**

## 2.2 Normales Climáticas Mensuales

Las normales climáticas de las temperaturas máxima y mínima, y precipitación del período 1981 – 2010, se calcularon aplicando los lineamientos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial – OMM, 2011 y 2017<sup>4</sup> y los criterios adaptados por el SENAMHI del Perú, los cuales toman en cuenta la cantidad de datos faltantes para el cálculo de normales climáticas. Ver Cuadro N° 2.3.

El cálculo de las normales climáticas de las temperaturas del aire y de la precipitación, consistió en promediar los valores diarios de las temperaturas por cada mes y promediar los valores acumulados de las precipitaciones por cada mes, durante un periodo de 30 años, 1981 – 2010.

## 2.3 Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite

C. W. Thornthwaite, fue pionero en el modelado del sistema hidrológico para calcular medidas de evapotranspiración y humedad del suelo y sus efectos, tanto en la vegetación natural como en cultivos. El sistema de clasificación climática que planteó en 1931, se basa en la distribución de la vegetación como indicador climático y tiene la ventaja sobre las que la antecedieron, al usar valores exclusivamente climáticos, como temperatura y precipitación, y no los deducidos de la fisonomía de la vegetación. La metodología de Thornthwaite de 1931, dista de la metodología planteada por el mismo autor en 1948 en la viabilidad que se tiene

**CUADRO N° 2.3. CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE NORMALES CLIMÁTICAS ADAPTADOS POR EL SENAMHI**

Variable Meteorológica	Porcentaje de datos faltantes	Observación
<b>Precipitación</b>	Cálculo del acumulado mensual de precipitación con datos faltantes menores al 10% (3 días).	Los datos faltantes pueden ser aleatorios, no necesariamente consecutivos
<b>Temperatura Máxima</b>	Promedio mensual con datos faltantes menores al 15% (5 días).	Los datos faltantes deben ser necesariamente consecutivos
<b>Temperatura Mínima</b>	Promedio mensual con datos faltantes menores al 15% (5 días).	Los datos faltantes deben ser necesariamente consecutivos

<sup>4</sup> Guía de prácticas Climatológicas. Disponible en: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10027](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10027)

Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas. Disponible en: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4167](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4167)

al utilizar las variables y/o datos meteorológicos en las ecuaciones empíricas que se plantea para el cálculo de los índices; asimismo, esta metodología logra describir el comportamiento climático al expresar la evapotranspiración de manera teórica que otros autores como Koppen (1918), y Koppen y Geiger (1928) no lo lograron.

Cabe señalar que la Metodología de Thornthwaite de 1948, es la más citada porque describe con un enfoque más racional el comportamiento de las variables meteorológicas y la forma como se define el tipo de clima, pero no es la más utilizada porque es demasiado compleja para su uso y para el cálculo de los índices que integran este método, ya que utiliza un gran número de variables meteorológicas (temperatura, precipitación, viento, evaporación, horas de sol, entre otros) y también variables agronómicas (tipo de suelo y capacidad de campo). Por otro lado, no se dispone de la información de esta amplia gama de variables debido a limitaciones de su medición en las estaciones meteorológicas, siendo, su vez, insuficiente el número de estaciones en la red meteorológica nacional para estimar los índices (índice hídrico, índice de aridez, índice de humedad e índice de eficiencia térmica) que demanda este método.

El sistema de Thornthwaite, 1931, toma en cuenta los montos de precipitación y temperatura del aire para el cálculo de los Índices de Precipitación Efectiva, Concentración Estacional de Humedad y Eficiencia Térmica. El primer índice, se calcula como diez veces la suma de la relación mensual de precipitación a evaporación en un lugar determinado e indica la fracción de lluvia que es aprovechada por la planta;

mientras que, el Índice de Eficiencia Térmica enfatiza el calor como un factor esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El sistema de clasificación Thornthwaite fue adaptado para las características geográficas y condiciones climáticas que se presentan en el territorio peruano. En 1988, el SENAMHI adaptó la metodología e incrementó dos estaciones astronómicas más otoño y primavera en el índice de Concentración Estacional de Humedad (ICEH), ya que en la metodología original solo se cuenta con dos estaciones invierno y verano; asimismo, se agregó un índice que involucra a la humedad relativa y con este índice se caracterizó el clima como “muy seco”, “seco”, “húmedo” y “muy húmedo”. En 2020, el SENAMHI mantuvo el cambio en el índice de Concentración de Humedad y no incluyó la humedad relativa, ya que con el ICEH se puede identificar si la estación astronómica a evaluar es húmeda o seca; asimismo, se retiró 2 subdivisiones “semicálido” y “semifrío” y cambió la terminología de “polar” a “glaciar” en el índice de Eficiencia Térmica. Finalmente, con el fin de validar los diferentes climas, se realizan reuniones con especialistas de diferentes instituciones públicas y privadas a nivel nacional.

### 2.3.1 Índice de Precipitación Efectiva (IPE)

Este índice explica la fracción de precipitación que es aprovechada por las plantas; asimismo, el autor hace una relación de precipitación a evaporación, la cual es expresada en términos de

precipitación y temperatura, a través de una ecuación empírica, donde **P** es la precipitación mensual en pulgadas y **T**, es la temperatura del aire promedio mensual en grados Fahrenheit.

$$IPE = \sum_{n=1}^{12} 115 * \left( \frac{P}{T - 10} \right)_n^{10/9}$$

En base a la acumulación de la precipitación efectiva durante los doce meses del año, se definieron cinco categorías. Las cuales se muestran en el Cuadro N° 2.4.

Donde el clima semiseco representa menor tasa de humedad en comparación a los climas muy lluvioso y lluvioso, y mayor tasa de humedad que en los climas semiárido y árido.

**CUADRO N° 2.4. CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA**

Índice anual (IPE)	Clima	Símbolo	Zonas de referencia
>4.86	Muy lluvioso	A	Selva
4.17 a 4.85	Lluvioso	B	Bosque
3.50 a 4.16	Semiseco	C	Pastizal
2.84 a 3.49	Semiárido	D	Estepa
Menor de 2.84	Árido	E	Desierto

### 2.3.2 Índice de Concentración Estacional de Humedad (ICEH)

La Concentración Estacional de Humedad, se calcula en base a la Precipitación Efectiva y su propósito es diferenciar las estaciones astronómicas secas de las húmedas. Se califica como un mes seco cuando el valor del IPE es menor a 0.83 y para que una estación astronómica sea considerada seca tienen que ser secos por lo menos dos de sus tres meses. Si el IPE anual resulta en la categoría E (árido), la categoría en el ICEH será "d". Los criterios fueron adaptados de la metodología original por especialistas del SENAMHI, considerando la región de estudio y sus condiciones climáticas. Con dichos criterios, se obtuvieron 6 categorías de ICEH, que se presentan en Cuadro N° 2.5.

**CUADRO N° 2.5. CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN ESTACIONAL DE HUMEDAD (ICEH)**

Símbolo	Significado
r:	Humedad abundante en todas las estaciones del año.
i:	Con invierno seco.
p:	Con primavera seca.
v:	Con verano seco.
o:	Con otoño seco.
d:	Deficiencia de humedad en todas las estaciones del año.

### 2.3.3 Índice de Eficiencia Térmica (IET)

La clasificación de Thornthwaite de 1931, expresa los efectos limitantes y estimulantes de bajas y altas temperaturas del aire en el crecimiento de las plantas a través de la Eficiencia Térmica. El IET, expresado por valores positivos de temperaturas medias mensuales (por encima del punto de congelación del agua), se calcula con la siguiente fórmula empírica, donde la unidad de temperatura está en grados Fahrenheit:

$$IET = \sum_{n=1}^{12} \left( \frac{T - 32}{4} \right)_n$$

En base a la acumulación de Eficiencia Térmica durante los doce meses del año, se definieron seis categorías. Las cuales se muestran en el siguiente Cuadro N° 2.6.

**CUADRO N° 2.6. CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE LA EFICIENCIA TÉRMICA**

Valores del índice anual (IET)	Carácter del clima	Símbolo	Zonas de Referencias
>127	Cálido	A'	Tropical
64 a 127	Templado	B'	Mesotermal
32 a 63	Frío	C'	Microtermal
16 a 31	Semifrío	D'	Taiga
1 a 15	Frío	E'	Tundra
0	Glaciar	F'	Hielo perenne



## 2.4 Validación del Modelo Estadístico de Interpolación

El modelo predictivo utilizado para realizar la interpolación espacial, se basa en la técnica estadística de regresión lineal múltiple con ajuste del error por distancia inversa ponderada; este modelo establece una relación lineal entre la variable dependiente (IPE y IET), y un conjunto de variables independientes (altitud, latitud, longitud y región natural), en el que se introdujo información climática, geográfica y satelital para estimar la variable dependiente; es decir, estimar los índices de clasificación climática de Thornthwaite, 1931. Ver Cuadro N°2.7.

Para poder aplicar el modelo, se requiere comprobar cuatro supuestos: distribución normal de las variables, relación lineal entre la variable dependiente e independiente, homocedasticidad y ausencia de multicolinealidad (Poole y Farrel, 1970), con lo cual se determina la confiabilidad de los resultados (Osborne y Water, 2002). Dicha confiabilidad se obtiene al estandarizar las variables utilizadas que sean necesarias. Posterior a ello, se procedió a realizar una validación cruzada por el método K-fold (Refaeilzadeh et al., 2009), para evaluar los medidores de bondad de ajuste que

determinan la significancia del modelo. Ver Anexo I.

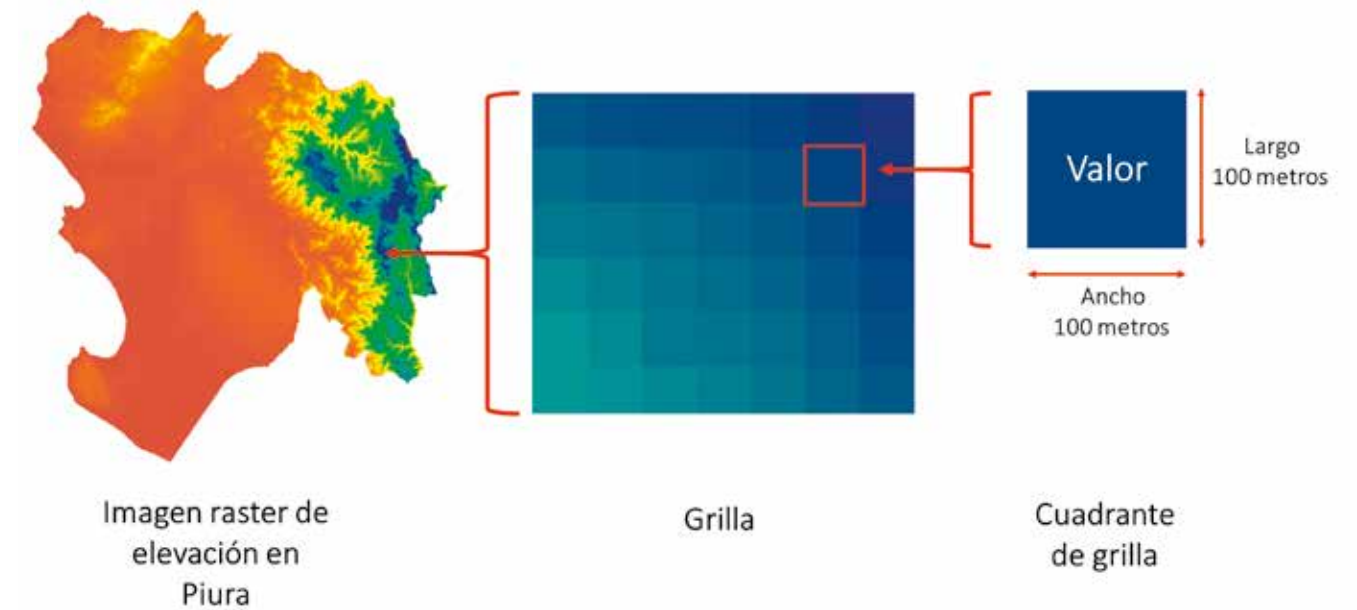
## 2.5 Álgebra de Mapas de los Índices de Thornthwaite

La técnica de álgebra de mapas, se utilizó para obtener el Mapa de Clasificación Climática del Perú y consistió en aplicar los parámetros obtenidos del modelo estadístico ( $\theta_n$ ), utilizando como información las imágenes raster de las variables: altitud, latitud, longitud y región natural (Cuadro N°2.7).

A su vez, la resolución de las imágenes raster se remuestrearon de una resolución de 90 a 100 metros, como se puede ver en la Figura N°2.1. Los parámetros se aplicaron a cada cuadrante de la grilla que cubre todo el país con el fin de estimar los índices de Thornthwaite; este proceso se replicó a toda la grilla, obteniendo una capa raster correspondiente a cada índice de Thornthwaite. Luego, las tres capas rasters (IPE, IET e ICEH) se convirtieron a un formato vectorial para superponerse, de esta forma cada polígono presenta un tipo de la clasificación climática; este procedimiento se realizó usando un software de sistema de información geográfica.

### CUADRO N° 2.7. ECUACIONES DEL MODELO ESTADÍSTICO (REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE)

$$\begin{aligned} Lon(IPE + 1) &= \theta_0 + \theta_1 (Altitud) + \theta_2 (Latitud) + \theta_3 (Longitud) \\ &\quad + \theta_4 (Reg. Natural) \\ IET &= \theta_0 + \theta_1 (Altitud) + \theta_2 (Latitud) + \theta_3 (Longitud) \end{aligned}$$



**FIGURA N° 2.1. MODELO DE DATOS RASTER TRABAJADO EN EL MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA**

## 2.6 Validación del Mapa de Clasificación Climática

La validación del Mapa de Clasificación Climática del Perú, consistió en presentar los tipos de clima obtenidos a nivel nacional y subnacional, al personal experto a nivel regional. Para ello, se realizaron 6 talleres presenciales, dos en Lima y uno en Arequipa, Cusco, Chiclayo y Tarapoto, respectivamente; y 6 talleres virtuales: Tacna y Moquegua; Arequipa; Ica y Huancavelica; Lima; Áncash; y Junín. Los aportes de los expertos fueron analizados

por el equipo técnico del SENAMHI en Lima y los especialistas de sus 13 Direcciones Zonales a nivel nacional, comprobando el sustento físico de los mismos.

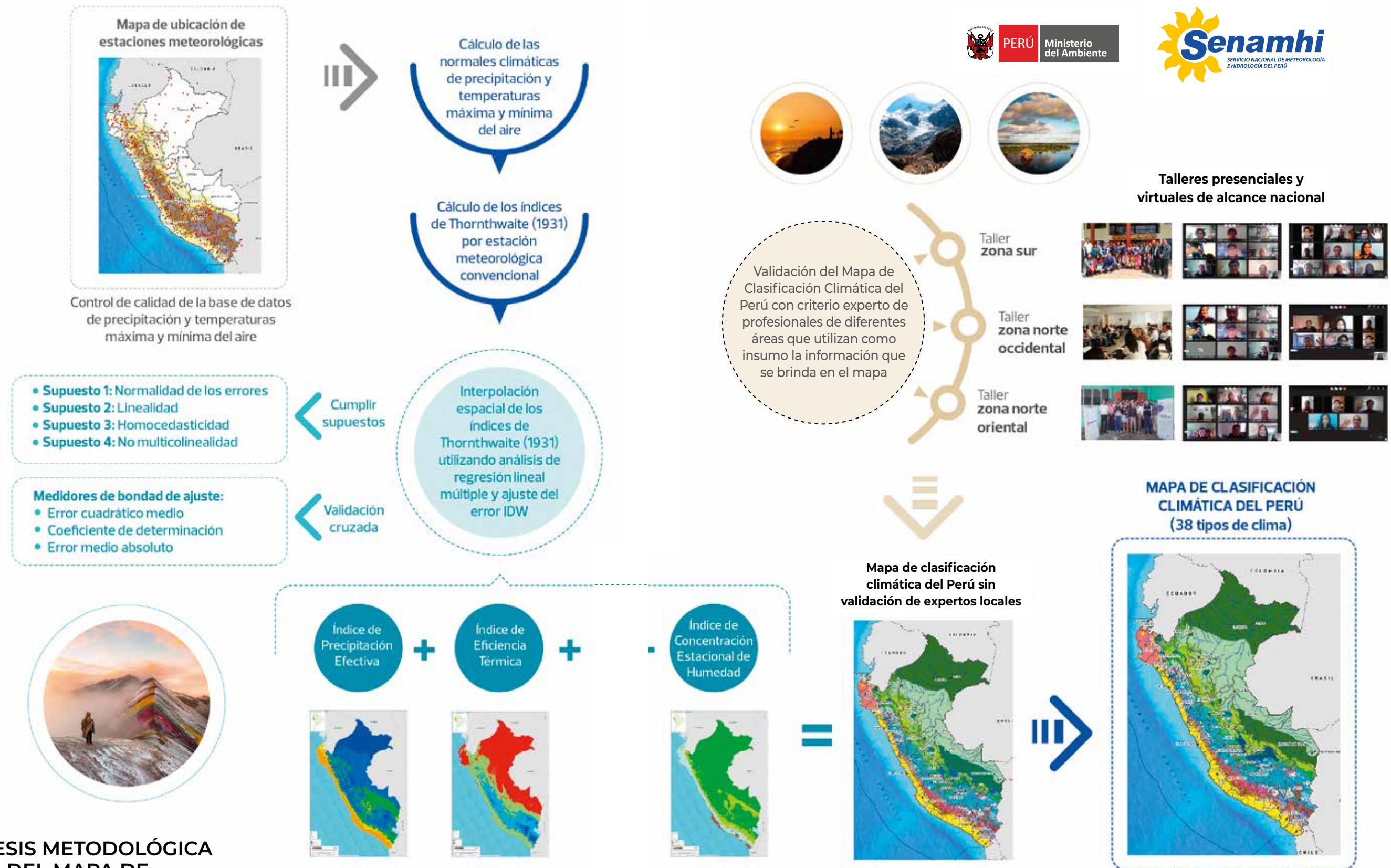
La constante comunicación y retroalimentación hecha con los expertos regionales, permitió al SENAMHI ajustar el Mapa de Clasificación Climática nacional actualizado, con 38 tipos de clima.



## SÍNTESIS METODOLÓGICA DEL MAPA

## DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ

En la Figura 2.2 se presenta una síntesis de la metodología seguida por el SENAMHI para obtener el Mapa Climático del Perú.



**FIGURA N° 2.2. SÍNTESIS METODOLÓGICA DE LA ELABORACION DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ**



### 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ

#### 3.1. Descripción de los 38 Tipos de Climas del Perú

Como resultado del trabajo técnico que el SENAMHI ha desarrollado desde el año 2017 para la actualización del Mapa de Clasificación Climática del Perú, se llegó a definir treinta y ocho (38) tipos de climas a nivel nacional, 11 tipos de climas más respecto a la versión de 1988, esto se debe a que el mapa actualizado cuenta con un mayor número de Estaciones Meteorológicas de observación a nivel nacional y también en zonas de frontera, además de haberse implementado técnicas estadísticas e interpolación más sofisticadas y un proceso de validación en campo con expertos locales

en temáticas de clima, geografía, hidrología, ecología, ordenamiento territorial, forestal, entre otros, que en conjunto han permitido una representación más cercana de los tipos de clima del Perú.

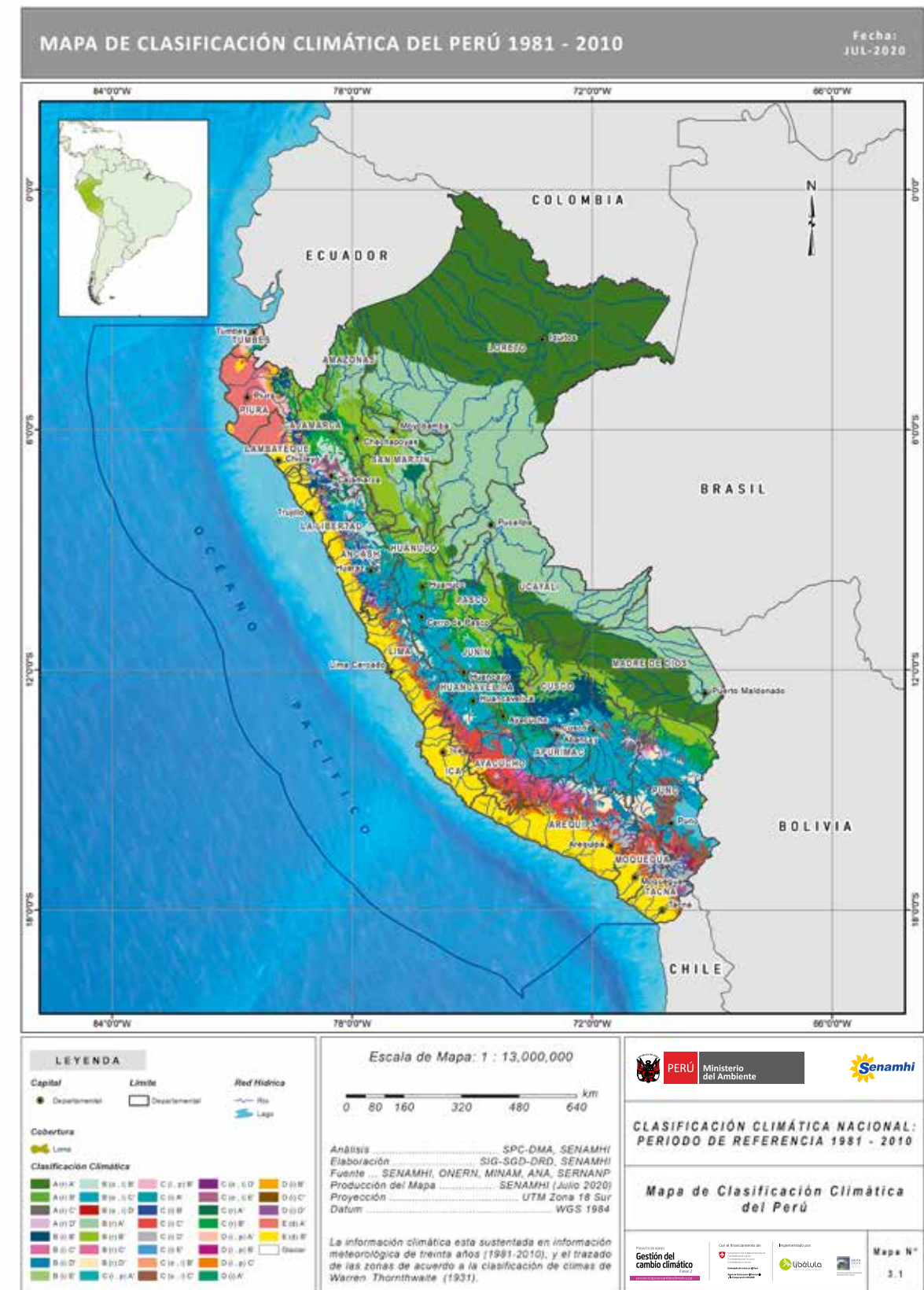
En el Cuadro N° 3.1 y en el Mapa N° 3.1 se presenta el Mapa de Clasificación Climática del Perú, a una escala 1:400 000, donde se observa cuatro climas muy lluviosos, once lluviosos, trece semisecos, siete semiáridos, dos áridos y uno glaciario. Los climas muy lluvioso y lluvioso se encuentran en la Selva alta y baja, y en la Sierra; En el resto de los climas en la Sierra de la vertiente del Pacífico y la Costa desértica. El clima glaciario se refiere a las cumbres de hielo perenne.

**CUADRO N° 3.1. SÍNTESIS DE LOS 38 TIPOS DE CLIMA DEL PERÚ**

Color	Simbología	Descripción	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje área nacional (%)
	A (r) A'	Muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido	338 099	26
	A (r) B'	Muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado	28 244	2
	A (r) C'	Muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Frío	12 567	1
	A (r) D'	Muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Semifrío	2353	0.18
	B (i) B'	Lluvioso con invierno seco. Templado	25136	2
	B (i) C'	Lluvioso con invierno seco. Frío	6396	0.50

Color	Simbología	Descripción	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje área nacional (%)
	B (i) D'	Lluvioso con invierno seco. Semifrío	3140	0.24
	B (i) E'	Lluvioso con invierno seco. Frío	66	0.01
	B (o, i) B'	Lluvioso con otoño e invierno secos. Templado	16005	1
	B (o, i) C'	Lluvioso con otoño e invierno secos. Frío	133384	10
	B (o, i) D'	Lluvioso con otoño e invierno secos. Semifrío	1848	0.14
	B (r) A'	Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido	262835	20
	B (r) B'	Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado	110961	9
	B (r) C'	Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Frío	2971	0.23
	B (r) D'	Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Semifrío	15391	1
	C (i, p) A'	Semiseco con invierno y primavera secos. Cálido	57	0.004
	C (i, p) B'	Semiseco con invierno y primavera secos. Templado	304	0.02
	C (i) A'	Semiseco con invierno seco. Cálido	2967	0.23
	C (i) B'	Semiseco con invierno seco. Templado	17712	1
	C (i) C'	Semiseco con invierno seco. Frío	34483	3
	C (i) D'	Semiseco con invierno seco. Semifrío	13928	1
	C (i) E'	Semiseco con invierno seco. Frío	419	0.03
	C (o, i) B'	Semiseco con otoño e invierno secos. Templado	3857	0.30
	C (o, i) C'	Semiseco con otoño e invierno secos. Frío	18972	1

Color	Simbología	Descripción	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje área nacional (%)
	C (o, i) D'	Semiseco con otoño e invierno secos. Semifrígido	310	0.02
	C (o, i) E'	Semiseco con otoño e invierno secos. Frígido	537	0.04
	C (r) A'	Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido	7587	1
	C (r) B'	Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado	39968	3
	D (i, p) A'	Semiárido con invierno y primavera secos. Cálido	5996	0.47
	D (i, p) B'	Semiárido con invierno y primavera secos. Templado	4067	0.32
	D (i, p) C'	Semiárido con invierno y primavera secos. Frío	8532	1
	D (i) A'	Semiárido con invierno seco. Cálido	422	0.03
	D (i) B'	Semiárido con invierno seco. Templado	12698	1
	D (i) C'	Semiárido con invierno seco. Frío	6420	0.50
	D (i) D'	Semiárido con invierno seco. Semifrígido	82	0.01
	E (d) A'	Árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Cálido	30945	2
	E (d) B'	Árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Templado	115033	9
	Glaciar	Hielo perenne	1292	0.10



MAPA N° 3.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ



### 3.2. Clasificación Climática Nacional por Departamento

El Mapa de Clasificación Climática del Perú ha sido elaborado a escala nacional; sin embargo, los mapas de climas a escala departamental que se describen a continuación, se derivan del mapa nacional con la finalidad de mostrar al usuario los principales tipos de clima presentes en cada uno de ellos.

#### 3.2.1. Departamento de Amazonas

El departamento de Amazonas presenta 8 tipos de clima (Mapa N° 3.2), predominando los climas cálidos y templados lluviosos, con presencia de humedad durante todo el año, B(r)A' y B(r)B' y se extienden desde el norte hacia el sur del departamento, entre los 100 y 3 000 m s. n. m.

Al norte del departamento, existen zonas muy lluviosas y húmedas en todas las estaciones del año, que varían de cálido a templado, A(r)A' y A(r)B'. La zona centro occidental, presenta climas cálidos y templados semisecos con menor presencia de humedad durante el año, C(r)A' y C(r)B. En el territorio alto al sur de Chachapoyas, que alcanza hasta los 4 000 m s. n. m., el clima es frío, muy lluvioso con disponibilidad de humedad durante el año, A(r)C'. Al sur del departamento, área que limita con Cajamarca, en las provincias de Luya y Chachapoyas, existe un clima lluvioso y templado, con deficiencia de humedad en invierno B(i)B'.

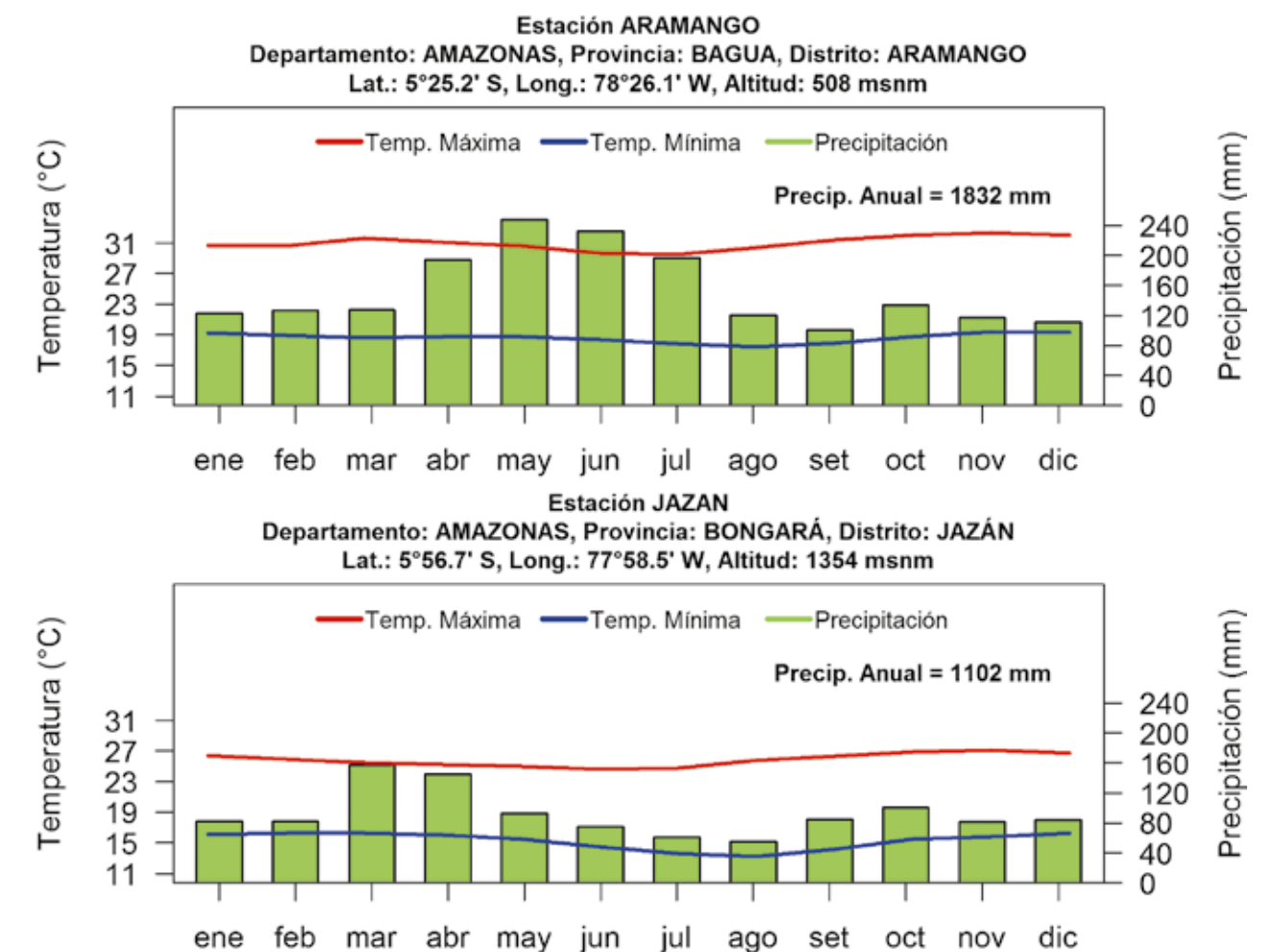
En la Figura N° 3.1, se puede ver el comportamiento climático de la temperatura del aire y precipitación en dos estaciones meteorológicas convencionales, la estación Aramango, en la provincia de Bagua a una altitud de 508 m s. n. m. y la estación Jazán, en la provincia de Bongará a una altitud de 1 354 m s. n. m.

El comportamiento del régimen pluviométrico difiere significativamente entre las dos ubicaciones. En la zona baja, la estación Aramango, presenta un acumulado anual de precipitación de 1 832 mm y un periodo de máximas lluvias acumuladas mensuales desde abril a julio, presentando un máximo en mayo con 247 mm. En la estación Jazán, ubicada en una zona más alta, tiene un acumulado anual de precipitación de 1 102 mm y presenta un régimen pluviométrico bimodal; es decir, dos periodos con mayores promedios acumulados mensuales de lluvia; el primero, entre los meses de marzo a abril, llegando a 152 mm, y el segundo, entre los meses de setiembre a noviembre, con 113 mm.

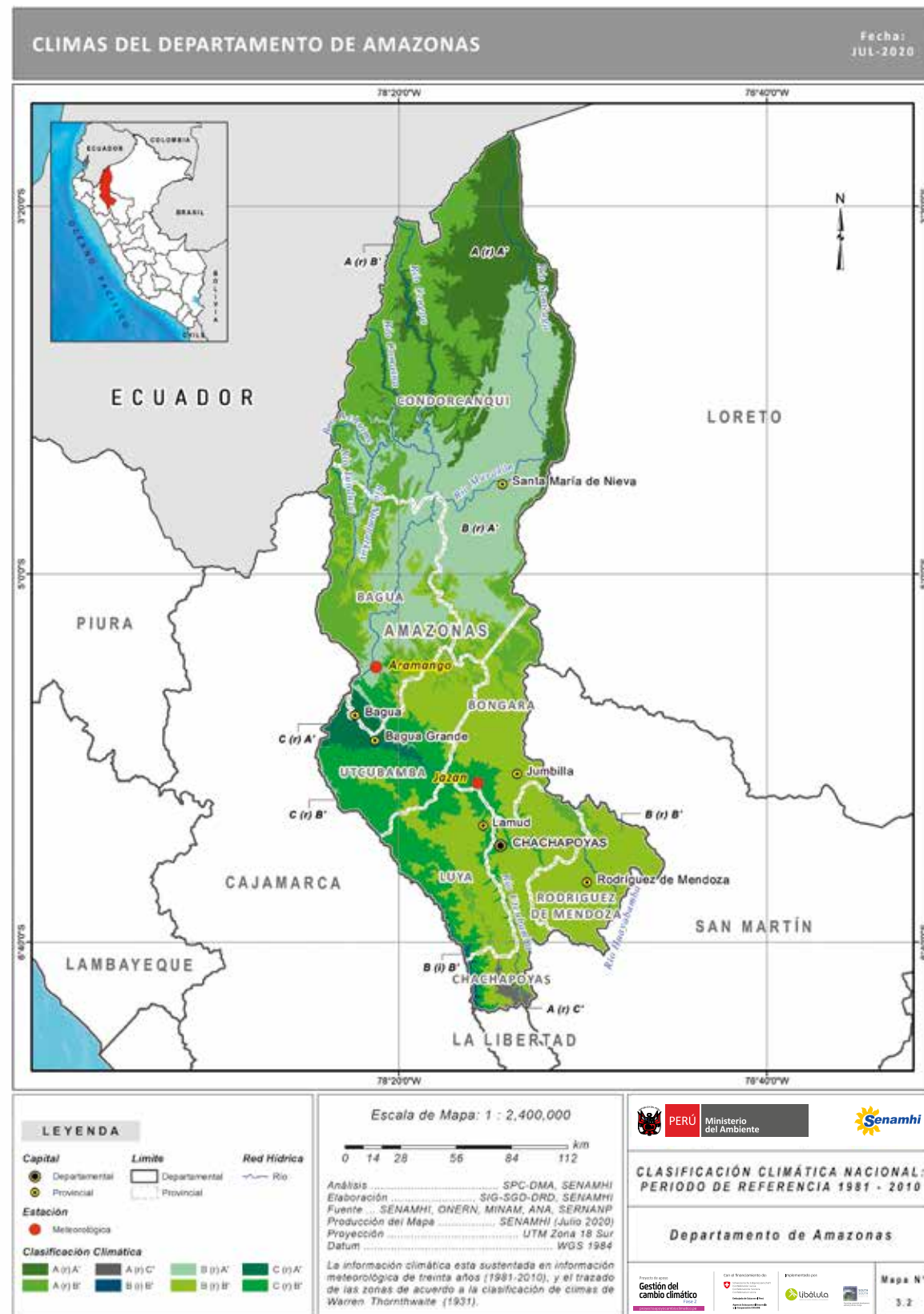
El comportamiento de la temperatura del aire es similar en ambas estaciones, variando ligeramente en el transcurso del año. En la estación Aramango, la temperatura máxima del aire durante el año fluctúa alrededor de los 30°C y presenta un rango térmico de 3°C, reportando temperaturas máximas en noviembre y mínimas en julio. La temperatura mínima fluctúa ligeramente alrededor de los 19°C

con un rango térmico de 3°C y presenta su valor máximo en noviembre y el mínimo en agosto.

En la estación Jazán, ubicada en una zona más alta, la temperatura máxima fluctúa alrededor de los 26°C con un rango térmico de 4°C, presentando sus valores máximos en noviembre y mínimos en junio. En tanto la temperatura mínima se presenta alrededor de los 16°C con un rango térmico de 4°C durante el año, es máxima en diciembre y mínima en agosto.



**FIGURA N° 3.1. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN ARAMANGO Y JAZÁN**



MAPA N° 3.2. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

### 3.2.2. Departamento de Áncash

El departamento de Áncash se ubica en la región central y occidental del país, su relieve se caracteriza por presentar un fuerte contraste altitudinal desde la Costa hacia la región andina, donde se inician las estribaciones de la Cordillera Negra para descender al este hasta el valle del río Santa y luego elevarse hasta la Cordillera Blanca y descender abruptamente en la Sierra Oriental hasta el río Marañón, características fisiográficas que definen 16 tipos de clima en su territorio. Ver Mapa 3.3.

En la zona occidental del departamento predomina el clima árido, templado y con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, E(d)B', comprendiendo gran parte de las provincias de Santa, Casma y Huarney, con altitudes inferiores a los 1 000 m s. n. m, regiones donde se establecen importantes centros urbanos y valles agrícolas con riego proveniente de los ríos de origen glacio-níveo-pluvial de las partes altas.

Ingresando desde la Costa hacia la Sierra, desde Casma hacia Huaraz y desde la entrada de Lima a Áncash hacia Recuay, se observan climas de tipo D(i,p) B', C(i, p) B', C(i)B' y B(i)C', que cambian conforme se asciende a mayor altitud, con características de semiárido y semiseco, templado, con invierno y primavera secos, a lluvioso, frío y con invierno seco.

A lo largo de la vertiente occidental y hacia mayores altitudes, los tipos de clima varían de semiárido a semiseco, templado y con invierno seco, D(i)B' y C(i)B', extendiéndose estas características hasta el Cañon del Pato al norte e introduciéndose hacia el valle

del río Santa o Callejón de Huaylas hasta los 3 500 m s. n. m., influenciando importantes zonas agrícolas como las provincias de Huaylas, Yungay, Carhuaz, Huaraz y Recuay, variando también en las partes más bajas del valle a un clima C(o,i)B', semiseco, templado y con otoño e invierno seco.

En gran parte de la Sierra occidental colindante con la Cordillera Negra, como también al norte (provincias de Pallasca y norte de Corongo), al sur (parte de las provincias de Recuay y Bolognesi) y sur este (provincia de Huari), se observa predominancia del tipo de clima lluvioso y frío, con otoño e invierno secos, B(o,i)C'. Hacia las partes más elevadas, aledañas a las Cordilleras Negra y Blanca, se observan climas de tipo A(r)C', muy lluvioso, frío y con humedad abundante en todas las estaciones del año, observándose también clima glaciario con hielo perenne por encima de los 5 000 m s.n.m. en la Cordillera Blanca.

Hacia el lado oriental, en el corredor de Conchucos (provincias de Sihuas, Pomabamba, Mariscal Luzuriaga, C. F. Fitzcarrald, Asunción, A. Raimondi y Huari) se observa predominancia del clima B(o,i)B', de características lluvioso, templado y con otoño e invierno seco. Descendiendo por el lado oriental, hacia zonas más bajas y hacia el río Marañón, se presentan climas desde semiseco a lluvioso, templado y con humedad abundante en todas las estaciones del año, C(r)B' y B(r)B'.

En menores áreas se presentan los tipos de clima C(o,i)C', en las partes altas de Huarney, colindante con Recuay (Malvas, Cochapety, Cotaparaco) y C(i)C' en la



parte central de la provincia de Ocros, con características semiseco, frío con invierno y otoño seco. Asimismo, al sur hacia los nevados de la Cordillera de Huayhuash en los límites de las provincias de Bolognesi con Lauricocha (Huánuco) y Cajatambo (Lima), se presenta el clima A(r)D', muy lluvioso, semifrío y humedad abundante en todo el año.

En la Figura N° 3.2, en la estación meteorológica Buena Vista, provincia de Casma, zona costera del departamento de Ancash, se observa que la temperatura máxima oscila alrededor de 32°C a 33°C en

el verano (más alta entre febrero y marzo) y 25°C en el invierno; la temperatura mínima, entre 21°C en verano y 14°C en invierno (más baja en agosto), siendo la precipitación total anual de 4 mm.

En la estación Recuay, en el Callejón de Huaylas, la temperatura máxima fluctúa entre 20°C y 22°C en todo el año, la mayor temperatura se presenta entre agosto y setiembre, la temperatura mínima es de 6°C en verano y 1°C en invierno (más bajo en julio), con una precipitación total anual de 861 mm, con mayor intensidad en marzo (160 mm).

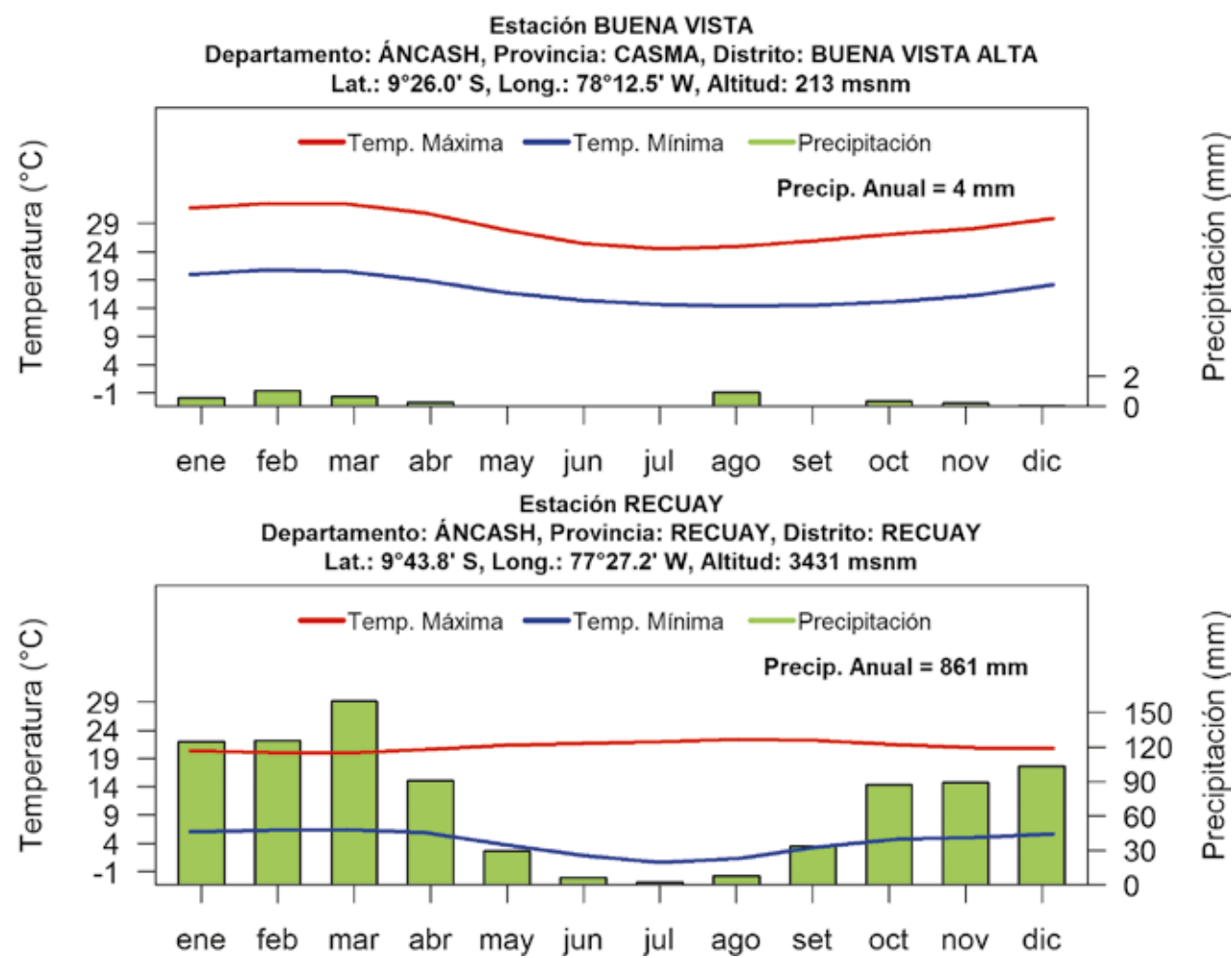
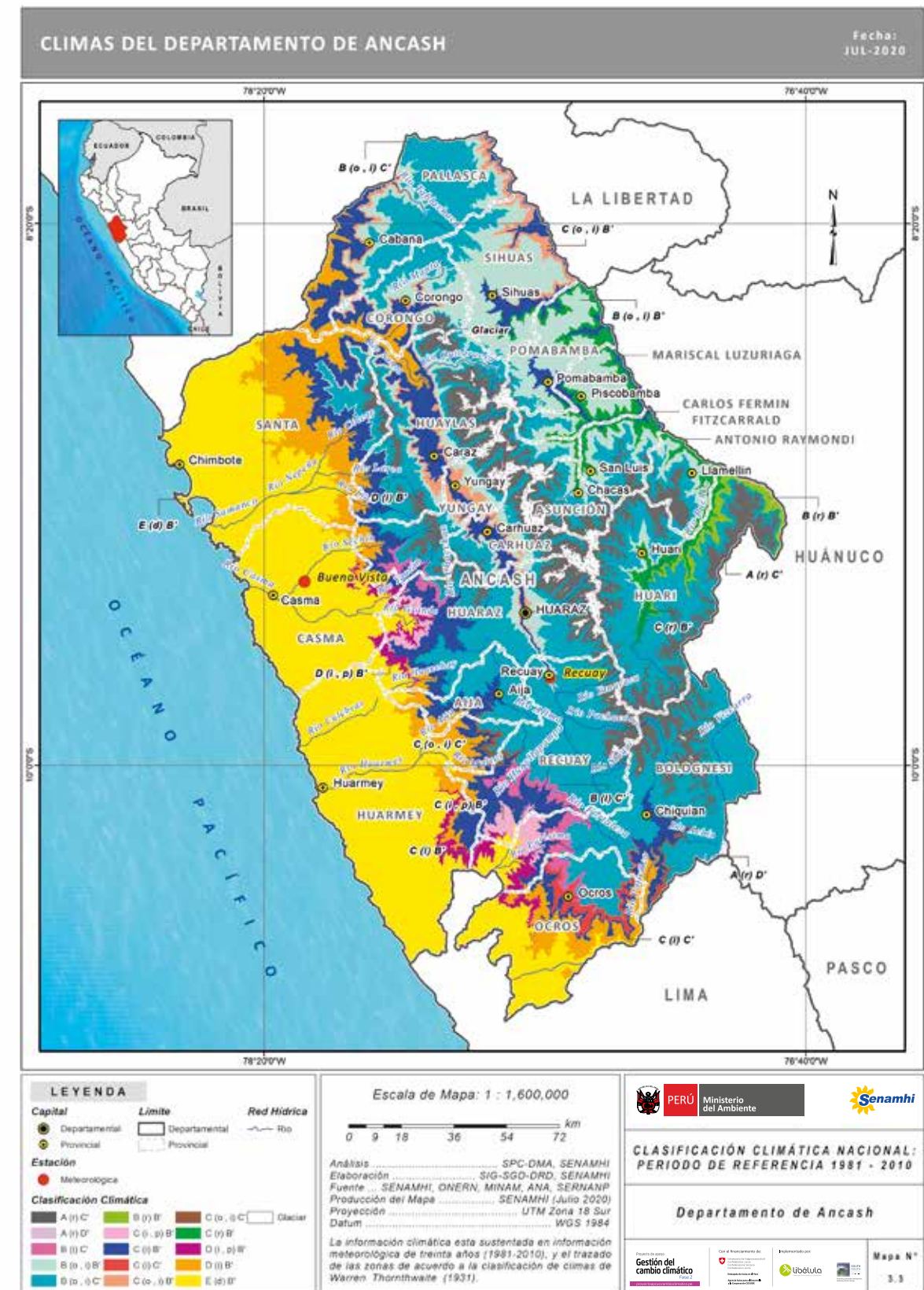


FIGURA N° 3.2. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN BUENA VISTA Y RECUAY



MAPA N° 3.3. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH



### 3.2.3. Departamento de Apurímac

El departamento de Apurímac presenta 10 tipos de clima (Mapa N° 3.4). El que predomina en un alto porcentaje es el clima lluvioso, con humedad deficiente en otoño e invierno y frío, B(o,i)C', ubicado en altitudes mayores a 3 200 m s. n. m. de las 7 provincias. El siguiente tipo de clima que cubre mayor extensión es el semiseco, con humedad deficiente en invierno y templado C(i)B' ubicado sobre vertientes muy empinadas de los valles con alto gradiente altitudinal, como en las provincias de Abancay y Aymaraes, y los límites con la parte norte de Ayacucho. Siguiendo el curso de los ríos Pachachaca y Vilcabamba, en sus vertientes se encuentra el clima semiseco con otoño e invierno deficientes en lluvias y templado C(o,i)B'.

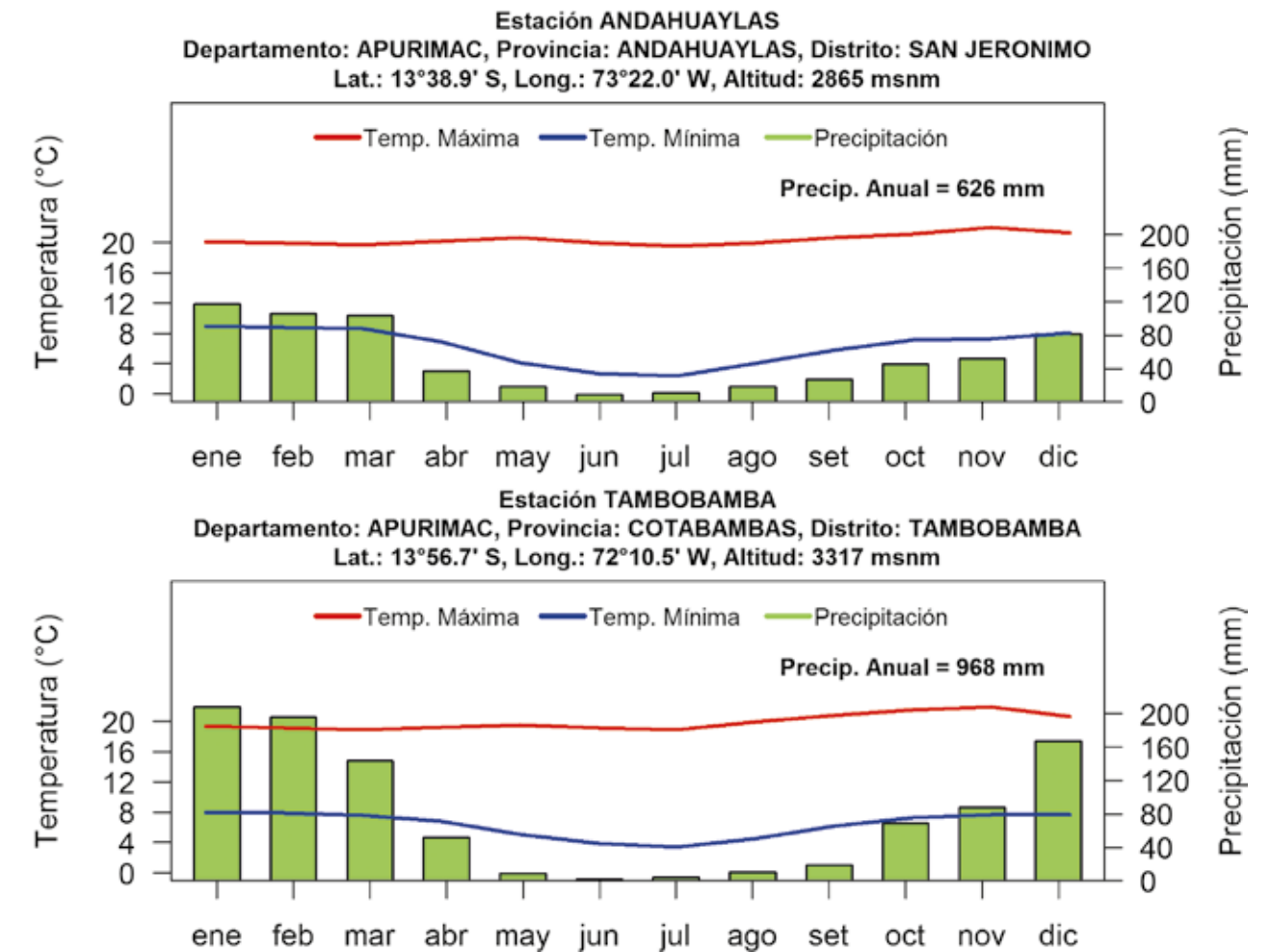
En el noroeste del departamento, provincias de Chincheros y Andahuaylas, el clima es semiseco con humedad en todas las estaciones del año y templado C(r)B'.

En forma dispersa se presentan otros climas, que cubren extensiones pequeñas tales como el clima templado y lluvioso con humedad deficiente en otoño e invierno, B(o,i)B', en las provincias de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas; los climas semiseco C(i)C' y lluvioso B(i)C, con humedad deficiente en invierno y frío, en la provincia de Aymaraes; y el clima lluvioso con humedad en todos los meses del año y semifrigido, B(r)D', en la provincia de Antabamba. En el extremo sur de la

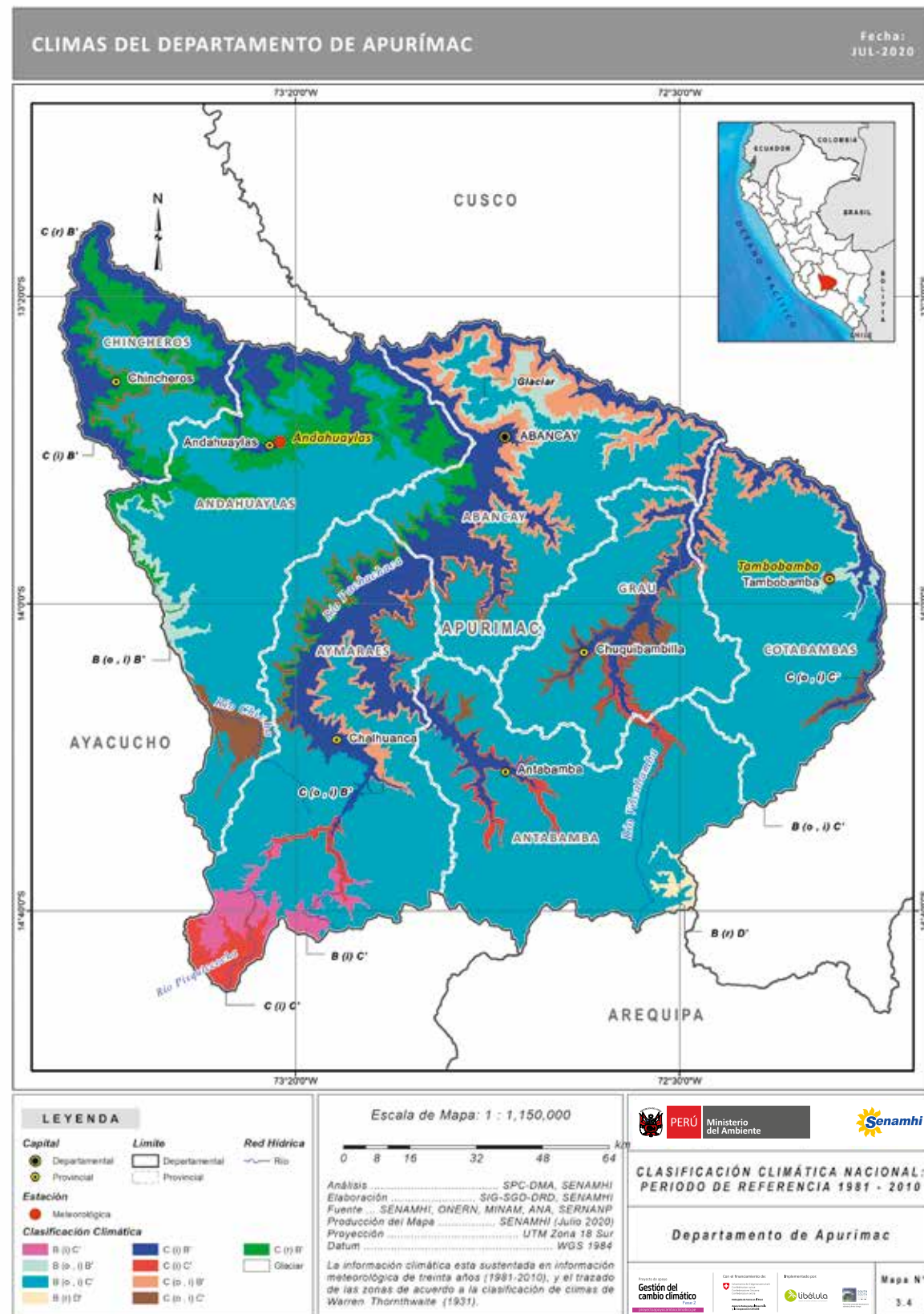
provincia de Aymaraes se encuentra el clima lluvioso con humedad deficiente en invierno y frío B(i)C' y el clima semiseco con humedad deficiente en invierno y frío C(i)C'; ambos climas ocupan extensiones muy pequeñas.

En la Figura N° 3.3, se puede ver que en la estación meteorológica Andahuaylas, de clima C(r)B', la temperatura máxima más alta es de 22°C y se registra en el mes de noviembre y las más baja es de 19.5°C y se reporta en julio; la temperatura máxima cambia muy poco de mes a mes. En contraste, las temperaturas mínimas más bajas se registran en los meses de invierno, 2.4°C en Julio y el valor más alto se da en enero con de 8.9°C. El verano es la estación más lluvioso, registrándose en enero un acumulado de precipitación de 117.3 mm, en febrero 106 mm y en marzo 103 mm, con un acumulado anual de 626 mm.

En la localidad de Tambobamba, provincia de Cotabambas, de clima lluvioso con humedad deficiente en otoño e invierno y templado, B(o,i)B', la temperatura máxima fluctúa entre 18.9°C y 21.9°C, registrándose el valor más alto en el mes de noviembre y el más bajo en marzo. En tanto, la temperatura mínima más baja se registra en julio con un valor de 3.4°C y el más alto, en enero con 8°C. Las lluvias ocurren mayormente de octubre a marzo, con un máximo acumulado en enero de 208.2 mm y un acumulado anual de 968 mm.



**FIGURA N° 3.3. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN TAMBOBAMBA Y ANDAHUAYLAS**



**MAPA N° 3.4. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC**

### 3.2.4. Departamento de Arequipa

El departamento de Arequipa se ubica en la vertiente sur-occidental de los Andes del Perú, presentando un litoral desértico influenciado principalmente por los sistemas atmosféricos de la Costa que propician en esta zona la presencia de formaciones de lomas. Hacia el este se configuran valles escarpados en dirección a las cabeceras de los ríos, cañones y volcanes. Este vasto territorio tiene 12 tipos de clima. Ver Mapa N° 3.5

A lo largo de su litoral y por debajo de los 2 000 m s. n. m., predomina el clima E(d) B', árido, templado y con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, comprendiendo a las provincias de Camaná, Islay, gran parte de Caravelí y las partes bajas del resto de las provincias. La ciudad de Arequipa, capital del departamento, a 2 326 m s. n. m., presenta este tipo de clima y registra temperaturas máximas de 22°C a 23°C y una temperatura mínima de 11°C en el verano y 7°C en el invierno, con un total de 70 mm anuales de lluvia, siendo febrero el mes más lluvioso con 28 mm.

Entre los 2 500 y 4 000 m s. n. m., hacia la cabecera de los ríos Ocoña, Camaná-Majes y Quilca, predominan los climas, D(i,p) B', D(i,p) C', D(i) C' y C(i) C', de semiárido a semiseco, de templado a frío y con humedad deficiente en invierno y primavera, comprendiendo importantes valles agrícolas como Cotahuasi, Chivay, el valle del Colca, donde también se encuentran profundos cañones. Hacia altitudes superiores a los 4 000 m s. n. m., en

la localidad de Imata, se presenta el clima C(i)D', con características de semiseco, semifrío y con invierno seco.

Resalta en las partes más elevadas la presencia de volcanes con alturas superiores a los 5 500 m s. n. m (Coropuna, Ampato, Hualca - Hualca, Sabancaya), con predominancia del clima B(i)D' en el entorno y con características de lluvioso, semifrío e invierno seco, y clima Glaciar de hielo perenne en las partes más altas.

Hacia el noreste del departamento, en las partes medias de la provincia de La Unión se observa el clima B(i)C', de tipo lluvioso, frío y con invierno seco. Más hacia el este, en las partes más elevadas de las provincias de La Unión, Condesuyos, Castilla y Caylloma, se observan los climas B(o,i)C' y B(r)D', con características lluvioso, variando de frío a semifrío y con humedad que va de seco en otoño e invierno a abundante en todo el año. En el extremo este de la provincia de Condesuyos, en un área muy pequeña límite con Cusco se presenta el clima C(o,i) C', semiseco, frío y con otoño e invierno seco.

En la Figura N° 3.4 se puede observar que en la estación meteorológica Pampa Blanca, provincia de Islay, zona costera del departamento de Arequipa, la temperatura máxima es de 29°C en verano (la más alta en febrero) y 20°C en invierno; las mínimas, son de 20°C en verano y 12°C en invierno (julio la más baja). La precipitación total anual es de 4 mm, de tipo garúa y con mayor intensidad en enero.





### 3.2.5. Departamento de Ayacucho

El departamento de Ayacucho, está ubicado al centro – sur de los Andes; su relieve es muy accidentado por el cruce de las Cordilleras Rasahuilca y Huanzo, que configuran el relieve Ayacuchano y determinan tres zonas geográficas: ceja de Selva al noreste, abrupta serranía al centro, y altiplanicies hacia sur.

Presenta 17 tipos de climas (Mapa N°3.6), desde el caluroso al glacial. La zona de ceja de Selva, provincias de La Mar y Huanta, tiene dos tipos de climas predominantes, lluvioso con invierno seco, y templado, B(i) B' y lluvioso con otoño e invierno secos y río, B(o, i)C'.

La abrupta serranía presenta zonas de puna y estrechos valles interandinos por donde discurren los ríos: Apurímac, Mantaro, Pampas, Vinchos y Pongará. El clima predominante es frío y lluvioso con otoño e invierno secos, B(o,i)C'; abarca las provincias de Huamanga, Cangallo, Víctor Fajardo, Huanca Sancos y Vilcashuamán. Otros tipos de clima en las mismas provincias incluyen el semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año y templado, C(r)B', como en la ciudad de Ayacucho, capital de la provincia de Huamanga, y el semiseco y frío, con invierno seco, C(i)C', presente en gran parte de la provincia de Huanca Sancos.

En las altiplanicies del sur, con extensas pampas como las de Anjonya y Galeras, y la meseta de Parinacochas (5 522 m s. n. m.), tienen mayor influencia el clima árido con deficiencia de humedad en todas las

estaciones del año y templado, E(d)B'; el semiseco y frío, con invierno seco, C(i)C' y en menor extensión el clima lluvioso y frío, con invierno seco, B(i)C'. Comprende las provincias de Lucanas, Parinacochas y Páucar del Sara Sara; los dos primeros también presentan un clima semiárido y frío, con invierno seco, D(i)C'.

El clima lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año, y semifrío, B(r)D', comprende parte del distrito Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas. El clima semiseco con invierno seco y templado, C(i)B, abarca parte de los distritos de Chungui, Oronccoy, Chilcas y Luis Carranza, provincia de La Mar, por donde fluye el río Tarobamba; distrito de Ocos, provincia de Huamanga; y distritos de Concepción y Vilcashuamán, provincia de Vilcashuamán. Asimismo, este tipo de clima cubre el bosque de Puya y Pampa de Cangallo, provincia de Cangallo; parte de la provincia de Víctor Fajardo y el límite de las provincias de Sucre con Vilcashuamán.

El clima semiseco con invierno seco y semifrío, C(i)D, comprende Pampa Galeras, provincia de Lucanas; el clima semiseco con otoño e invierno seco y templado, C(o,i)B, abarca parte del distrito de Incahuasi, provincia de Huamanga; el semiseco con otoño e invierno secos y frío, C(o,i)C, cubre parte de las provincias de Huamanga y Cangallo (distritos de Vinchos y Chiara). El clima semiárido con invierno y primavera secos,

y frío, D(i,p)C, cubre parte de los distritos de Pullo y Puyusca, provincia de Parinacochas; el clima semiárido, templado, con invierno seco, D(i)B, comprende parte de los distritos Ocaña y Otoncha, provincia de Lucanas. El clima glacial, se presenta en el Nevado del Sara Sara, de 5 000 m s. n. m.

La Figura N° 3.5, muestra que en la localidad de Puquio (3 168 m s. n. m), la temperatura máxima oscila entre 18.3°C (setiembre) y 16.4°C (marzo), y la mínima, entre 6.5°C (febrero) a 2.1°C (julio). La precipitación anual es de 407 mm, y el 70% se registra en los meses de verano.

En Huamanga (2 761 m s. n. m.), la temperatura máxima fluctúa en el rango anual de 25.7°C (noviembre) a 22.8°C (febrero) y la mínima, entre los 5.1°C (julio) a 10.7°C (enero). Las lluvias en esta región alcanzan acumulados anuales de 632 mm, siendo el verano la estación más lluviosa, con 109.2 mm en enero.

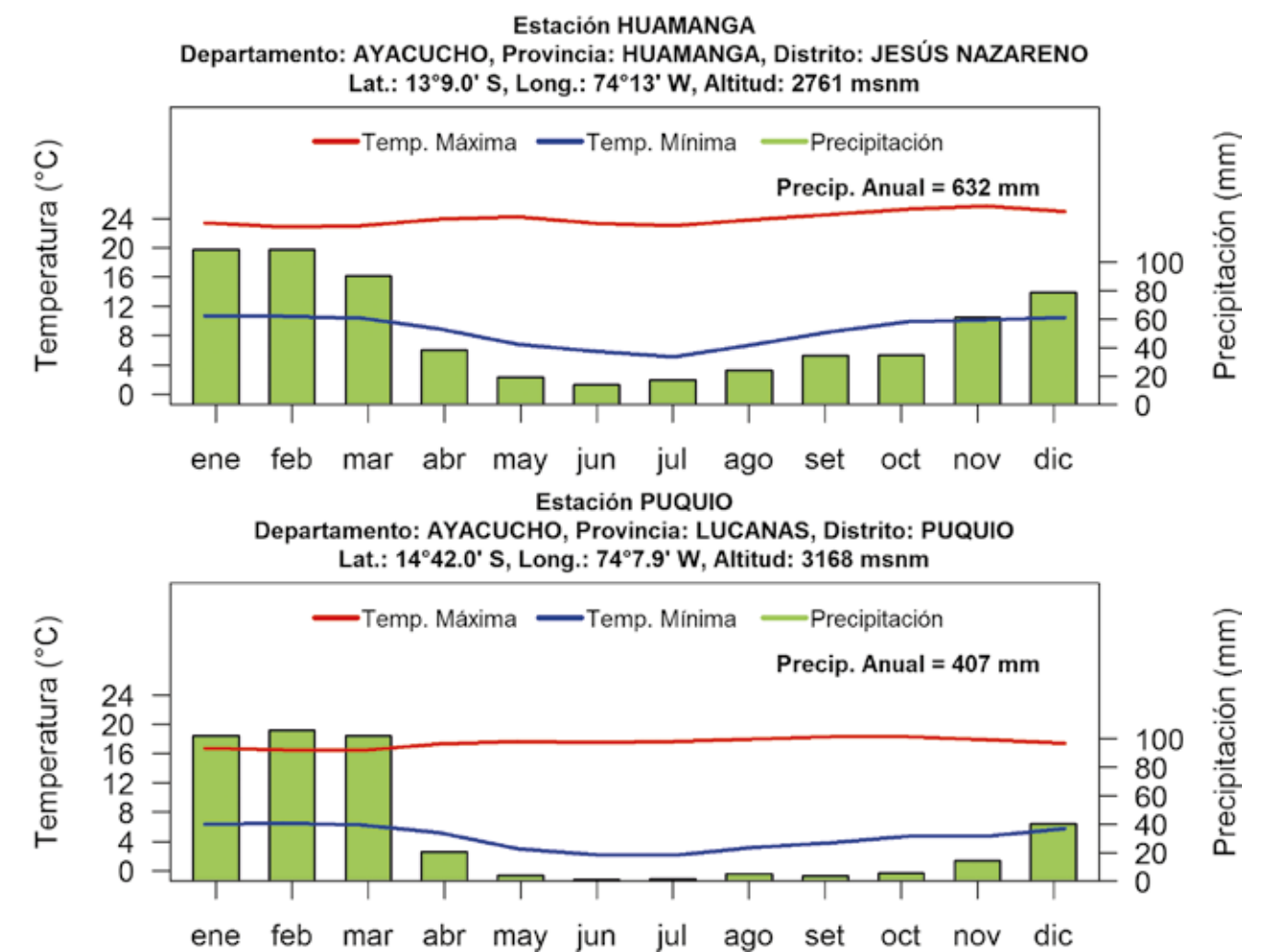
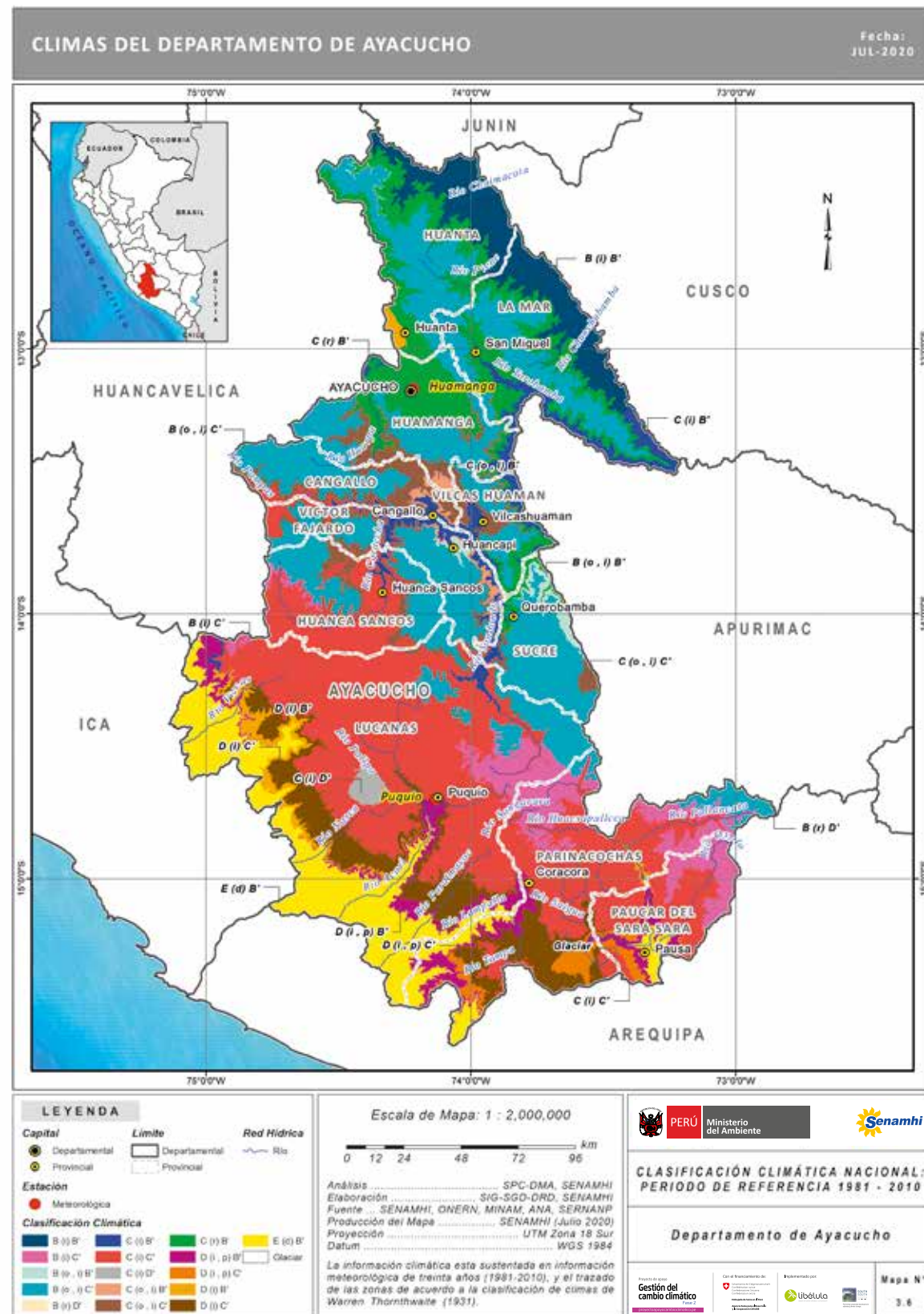


FIGURA N° 3.5. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN PUQUIO Y HUAMANGA





MAPA N° 3.6. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

### 3.2.6. Departamento de Cajamarca

El departamento de Cajamarca presenta 15 tipos de clima (Mapa N° 3.7). El clima más extenso es el lluvioso con deficiencias de humedad en otoño e invierno y templado, B(o,i)B'; abarca las provincias del centro y sur. Desde el punto de vista hídrico hay dos tipos de clima muy importantes, el lluvioso y frío, con humedad en todas las estaciones del año, B(r)C' y el muy lluvioso con humedad en todas las estaciones y frío, A(r)C'; ambos climas están ubicados sobre los 2 800 m s. n. m. y comprenden las zonas más altas del departamento, donde están las nacientes de varios ríos que discurren hacia el río Marañón y al océano Pacífico.

El clima semiseco con humedad en todas las estaciones del año y templado, C(r)B', cubre gran parte de la margen izquierda del río Marañón y de manera fragmentada el norte de la provincia de Santa Cruz, este de la provincia de Chota, y el centro de las provincias de Cajamarca y San Ignacio.

El clima lluvioso, con abundante humedad en todas las estaciones del año y templado, B(r)B', es predominante en las provincias norteñas de Jaén y San Ignacio, en donde se encuentran ecosistemas de páramos y bosques de neblinas. El clima muy lluvioso con humedad abundante en todas las estaciones del año y templado, A(r)B', es típico de la vertiente Occidental de la cordillera Central en la provincia de San Ignacio, la región más lluviosa del departamento. En las partes medias de las cuencas de los ríos Chamaya y Chilate, entre otros, se encuentra el clima semiseco con humedad deficiente en invierno y templado, C(i)B'.

Las zonas más secas del departamento están en la vertiente occidental de las provincias de Chota, Contumaza y San Miguel, donde el clima es árido con humedad deficiente en todas las estaciones y templado, E(d)B'.

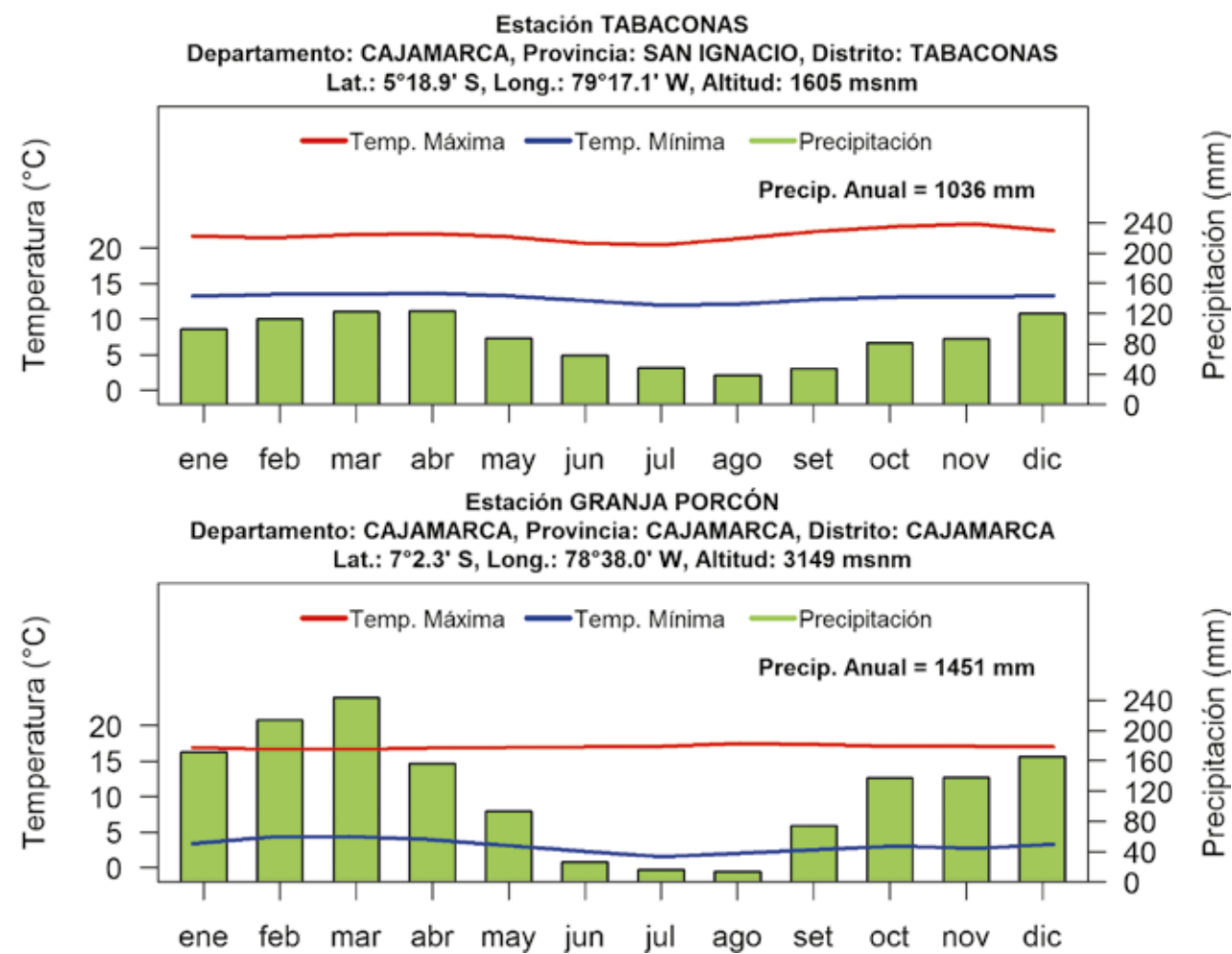
Cubren áreas geográficas pequeñas del departamento los climas: lluvioso y frío, con humedad deficiente en otoño e invierno, B(o,i)C', en el suroeste de la provincia de Cajabamba; semiárido con invierno y primavera deficientes en humedad y cálido, D(i,p)A', en el suroeste de la provincia de Jaén; semiárido con invierno deficiente en humedad y templado, D(i)B', en el oeste de la provincia de Chota; y semiseco con otoño e inviernos secos y templado, C(o,i)B', en el oeste de Cajabamba.

Los climas, lluvioso con humedad deficiente en invierno y templado, B(i)B'; lluvioso con humedad en todas las estaciones del año y cálido, B(r)A', y el clima semiseco con humedad en todas las estaciones del año y cálido, C(r)A', se encuentran muy localizados al noroeste de la provincia de Chota al noreste y al este de la provincia de Jaén, respectivamente.

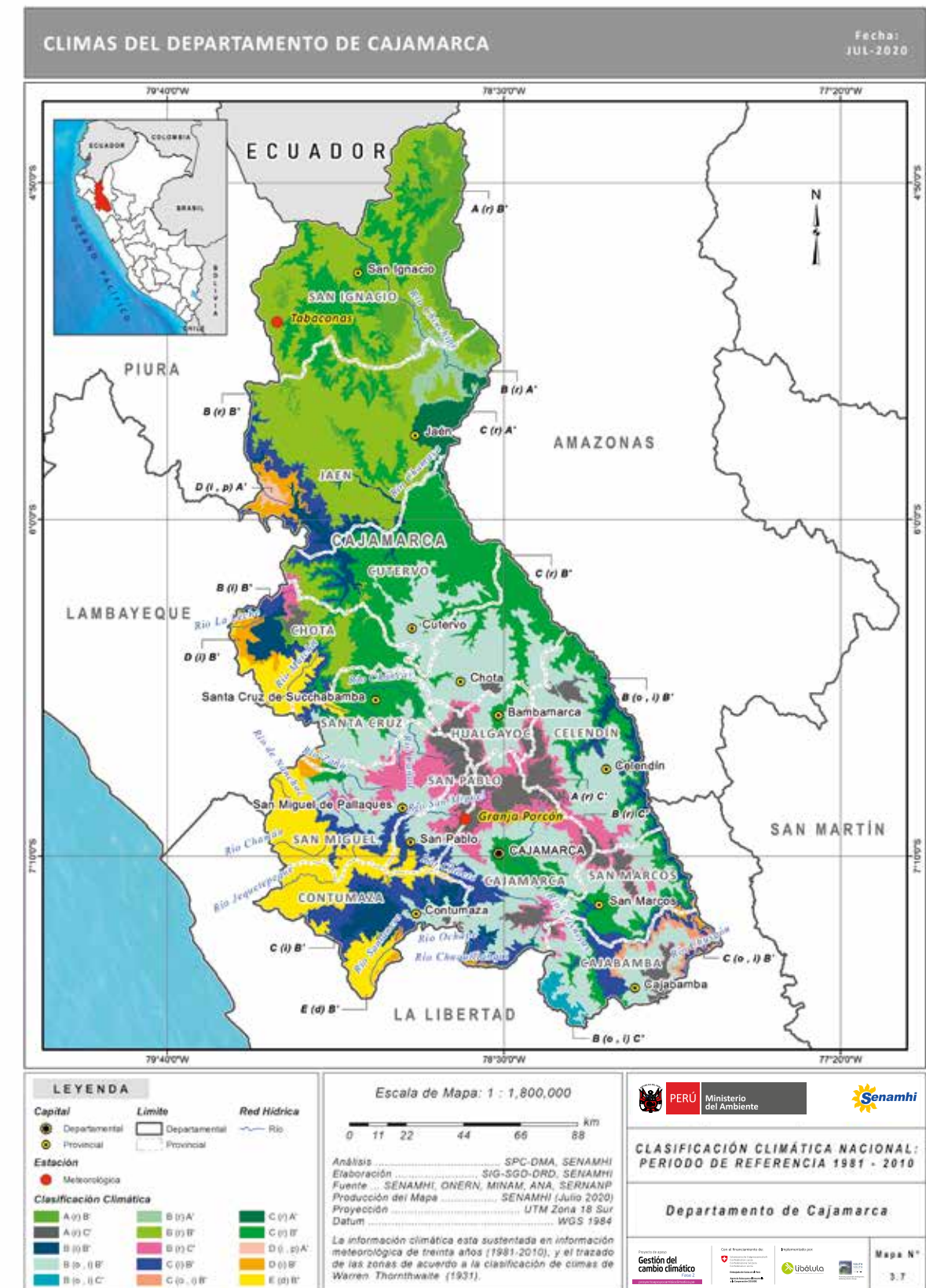
En la Figura N° 3.6 se puede ver que en la localidad de Tabaconas, provincia de San Ignacio, con clima B(r)B', las temperaturas máximas varían entre 20.5°C y 23.4°C en el año (las más altas en noviembre) y las temperaturas mínimas, alrededor de 13.2°C en verano y los 12°C en invierno (la más baja en julio). La precipitación presenta un comportamiento bimodal con máximas en diciembre y abril, y un acumulado anual es de 1 036 mm.



En la localidad de Granja Porcón, provincia de San Pablo, con clima A(r)C', las temperaturas máxima y mínima promedio mensual oscilan alrededor de 17°C y 3°C, respectivamente, con pequeñas variaciones mensuales propias de localidades próximas a la zona ecuatorial; las temperaturas máximas más altas se dan en agosto (17.5°C) y las más bajas en marzo (16.7°C) y las temperaturas mínimas más bajas se dan en invierno (con 1.5°C en julio). La precipitación es bimodal, con máximas en diciembre y marzo, siendo las lluvias más intensas de setiembre a mayo, con una acumulación anual de 1 451 mm.



**FIGURA N° 3.6. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN TABACONAS Y GRANJA PORCÓN**



**MAPA N° 3.7. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

### 3.2.7. Departamento de Cusco

El departamento de Cusco presenta 16 tipos de clima (Mapa N° 3.8). El clima más extenso se ubica en la serranía, el cual es lluvioso con deficiencia de humedad en otoño e invierno, y es templado, B(o,i)C'. Al lado oeste (frontera con Apurímac) y sobre los 4 200 m s. n. m., se tiene un clima semiseco, templado y con invierno seco, C(i)B'. En la parte central del departamento (valle del río Urubamba), predominan los climas semiseco, templado, C(o,i)B', y frío, C(o,i)C', con deficiencia de humedad en otoño e invierno; y el clima lluvioso con otoño e invierno secos, templado, B(o,i)B'. La sequedad se debe a la influencia de la cordillera Oriental de los Andes, que bloquea el ingreso de humedad proveniente de la Amazonía, y a la brisa de valle - montaña.

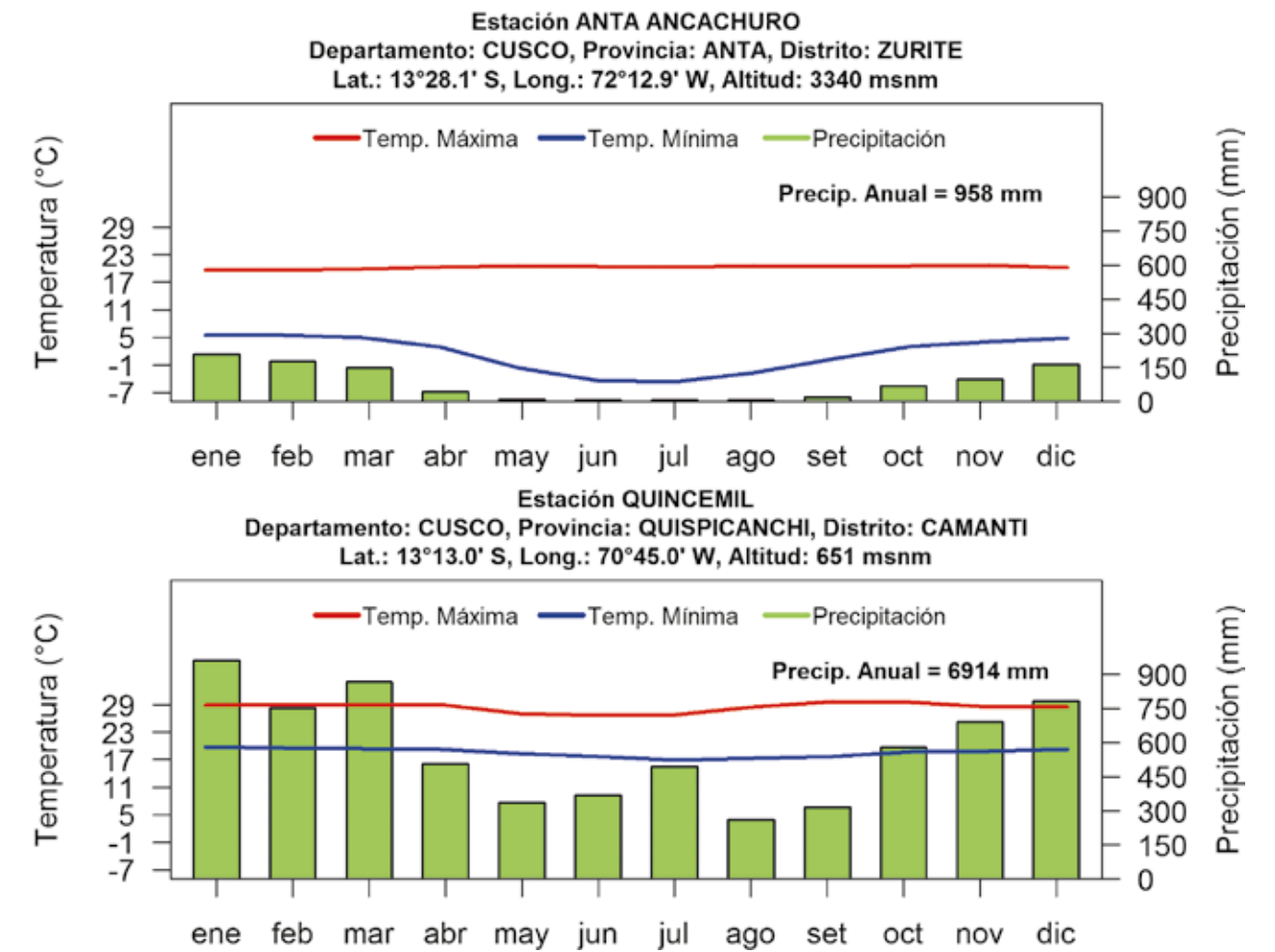
Las provincias de Quispicanchi y Canchis, entre los 4 000 a 5 000 m s. n. m., presentan los climas muy lluvioso y frío, con humedad en todas las estaciones del año, A(r)C', y el clima muy lluvioso, semifrígido y con humedad abundante todo el año, A(r)D'. Sobre los 5 000 m s. n. m., se tiene un clima glaciar, con hielo perenne y temperaturas muy bajas. En la Selva alta de las provincias de Quispicanchi y Paucartambo, y en la provincia de La Convención, los climas son

los más lluviosos y húmedos del Perú, A(r)B', B(r)B', B(i)B', B(r)C', C(r)B' y A(r)A'. Es el caso de localidad de Quincemil con el tipo de clima A(r)B', provincia de Quispicanchi, donde precipita alrededor de 6 914 mm anuales

Ocupando menor área y sobre las provincias de Espinar y pequeñas áreas de Chumbivilcas y Sicuani, se tienen los climas lluviosos y fríos, con invierno seco, B(i)C' y el clima lluvioso con humedad todo el año y semifrígido, B(r)D'.

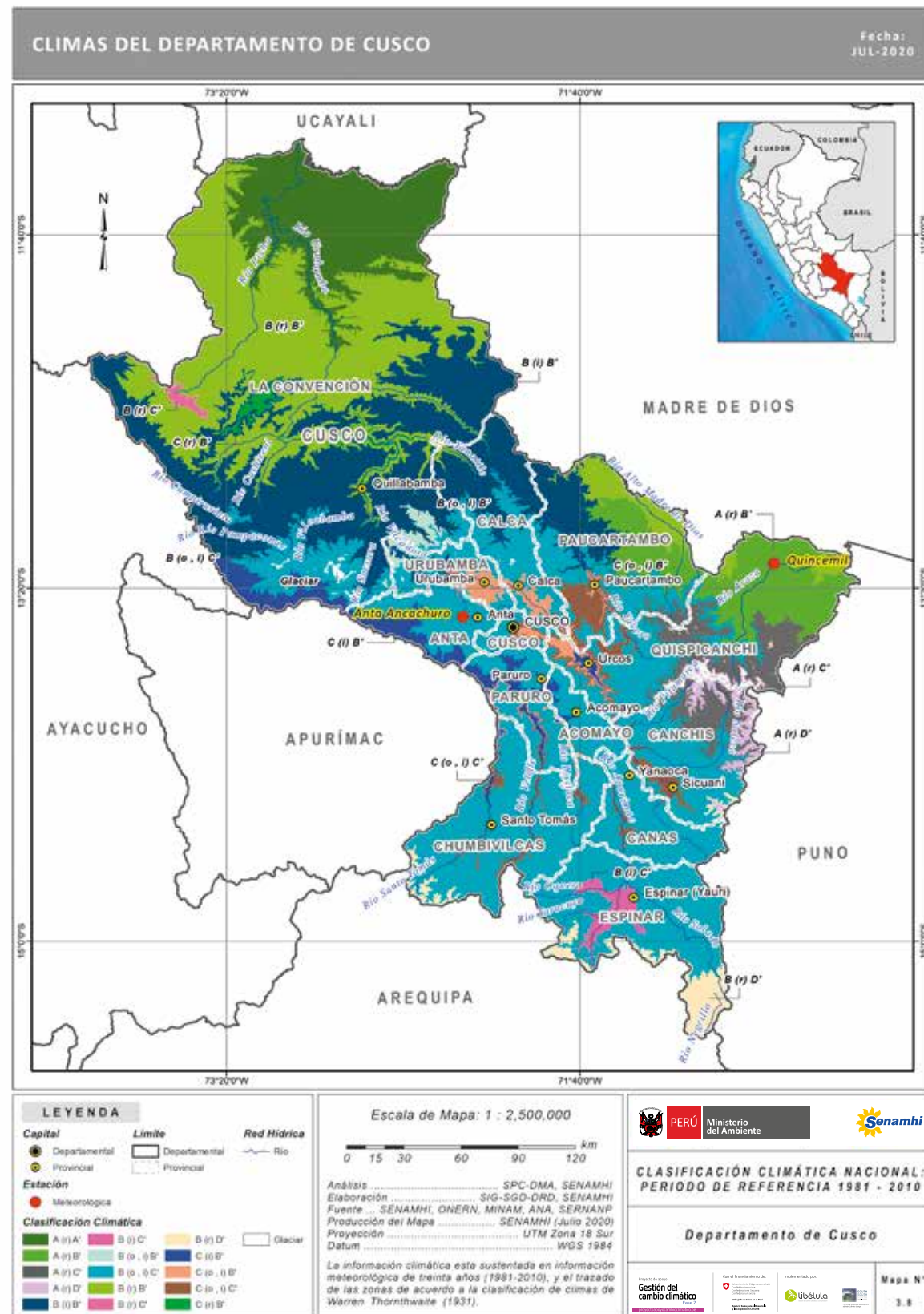
En la Figura N° 3.7, se puede apreciar que en la localidad de Anta Ancachuro, en la sierra de Cusco, la temperatura máxima oscila entre 19,6°C (en enero) y 20,7°C (en noviembre), y la mínima, entre 4°C y 6°C en los meses de verano, y -4,6°C (en julio) a -5,5°C en los meses de invierno. La precipitación anual es de 958 mm.

En Quincemil, la temperatura máxima oscila entre 26,7°C (en junio) a 29,6°C (en octubre) durante el año y la mínima, entre los 16,9°C (en julio) a 19,7°C (en enero). Las lluvias en esta región son copiosas y se presentan durante todo el año, siendo los meses de verano los que presentan acumulados mensuales muy altos, entre 700 mm y 900 mm.



**FIGURA N° 3.7. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN ANTA ANCACHURO Y QUINCEMIL**





MAPA N° 3.8. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO

### 3.2.8. Departamento de Huancavelica

El departamento de Huancavelica presenta 15 tipos de clima (Mapa N° 3.9). El clima situado a mayor altitud, es el lluvioso con humedad en todas las estaciones del año y es semifrío, B(r)D'; aquí nacen importantes vertientes hídricas del departamento. Comparten este clima las partes más altas de las provincias de Castrovirreyna y Huaytará, en los distritos de Santa Ana, Pilpichaca y Huachocolpa.

El clima más extenso es lluvioso y frío, con deficiencia de humedad en otoño e invierno, B(o,i)C'; abarca todo el centro del departamento, incluyendo las provincias de Huancavelica, Acobamba, Angaraes, Castrovirreyna y Huaytará, sobre los 3 200 m s. n. m., donde también se encuentran las nacientes de ríos importantes.

El segundo en extensión, ubicado en la vertiente occidental andina de las provincias de Castrovirreyna y Huaytará, es el clima semiseco y frío, con humedad deficiente en invierno, C(i)C'. Otros climas con cobertura de menor extensión ubicados en la misma vertiente de las provincias mencionadas son: el semiárido y frío, con humedad deficiente en invierno, D(i)C'; el semiárido con deficiencias en humedad en invierno y primavera y templado, D(i,p) B'; y el clima semiárido y frío, con deficiencias de humedad en invierno y primavera, D(i,p)C'. El clima árido con deficiencias de humedad en todos los meses de año y templado, E(d) B', se ubica en las cotas altitudinales más bajas de esta vertiente. En el oeste de la provincia de Castrovirreyna se encuentran dos climas muy localizados, el lluvioso con

deficiencias de humedad en invierno y frío, B(i)C'; y el clima semiseco con deficiencias de humedad en invierno y templado, C(i)B'.

En la vertiente oriental, en las provincias de Tayacaja, Churcampa, Acobamba y Angaraes, siguiendo el curso del río Mantaro y de sus tributarios, predomina el clima semiseco con humedad en todas las estaciones del año, y templado, C(r)B'; sobre esta franja climática se encuentra el clima semiseco y frío, con deficiencias de humedad en otoño e invierno, C(o,i)C'. Al sureste de la provincia de Acobamba y este de la provincia de Angaraes, el clima es semiárido y templado, con deficiencias de lluvias en invierno, D(i)B'. En esta vertiente, también están presentes franjas climáticas muy pequeñas como el lluvioso con deficiencias de lluvias en invierno y templado, B(i)B', ubicado al noreste de la provincia de Tayacaja y el clima lluvioso con otoño e invierno deficientes en humedad y templado, B(o,i)B', presente en las provincias de Tayacaja y Churcampa.

En la Figura N° 3.8 se puede observar que en la localidad de Huancavelica, con clima B(o,i)C', las temperaturas máximas varían entre 16.4 °C (febrero) a 17.8°C (noviembre) y las temperaturas mínimas entre -0.2°C (junio) a 3.6°C (enero). La estación más lluviosa es verano, teniéndose acumulados de hasta 161 mm en marzo; el acumulado anual llega a 912 mm.

En la localidad de Túnel Cero, provincia de Castrovirreyna, con clima B(r)D', las temperaturas máxima varían entre 9.8°C



(marzo) a 11.3°C (noviembre) y las mínimas entre -5.1°C (julio) a 0.3°C (marzo). Las lluvias son mayores en verano y ocurren de noviembre a marzo, con máximas en enero (169.6 mm); febrero (168.5 mm) y marzo, (153.2 mm); y un acumulado anual de 915 mm.

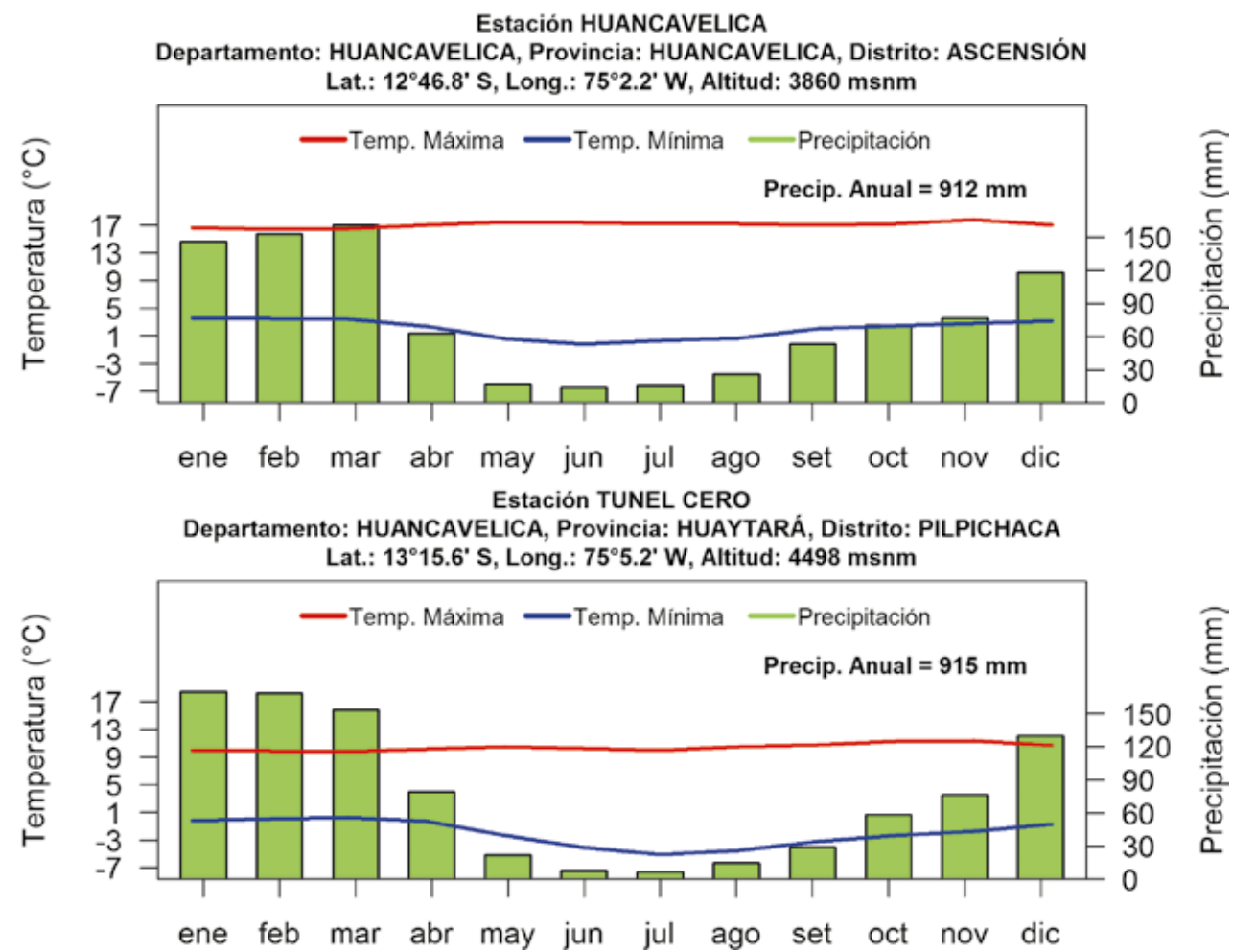
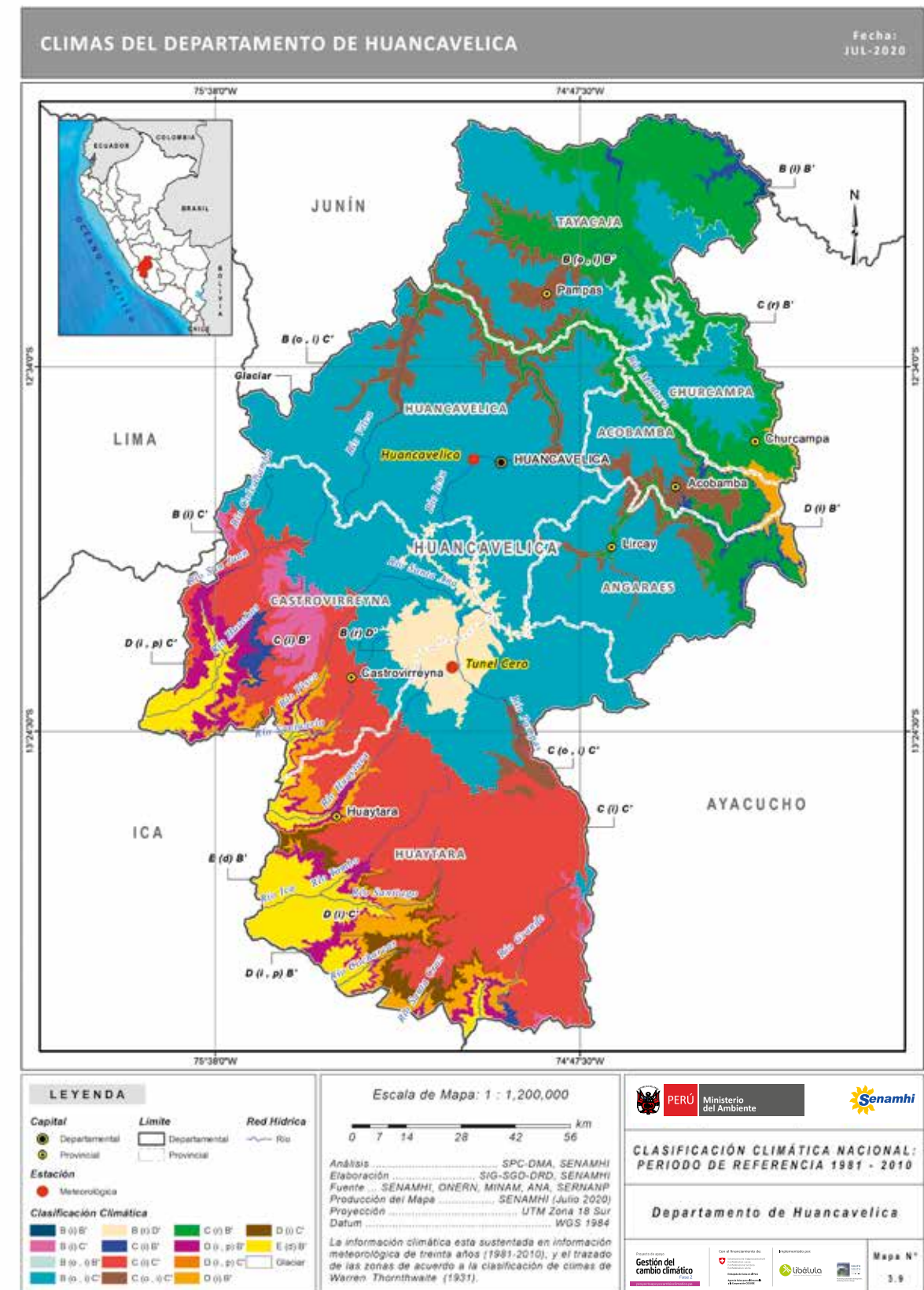


FIGURA N° 3.8. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN HUANCAMELICA Y TUNEL CERO



MAPA N° 3.9. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA

### 3.2.9. Departamento de Huánuco

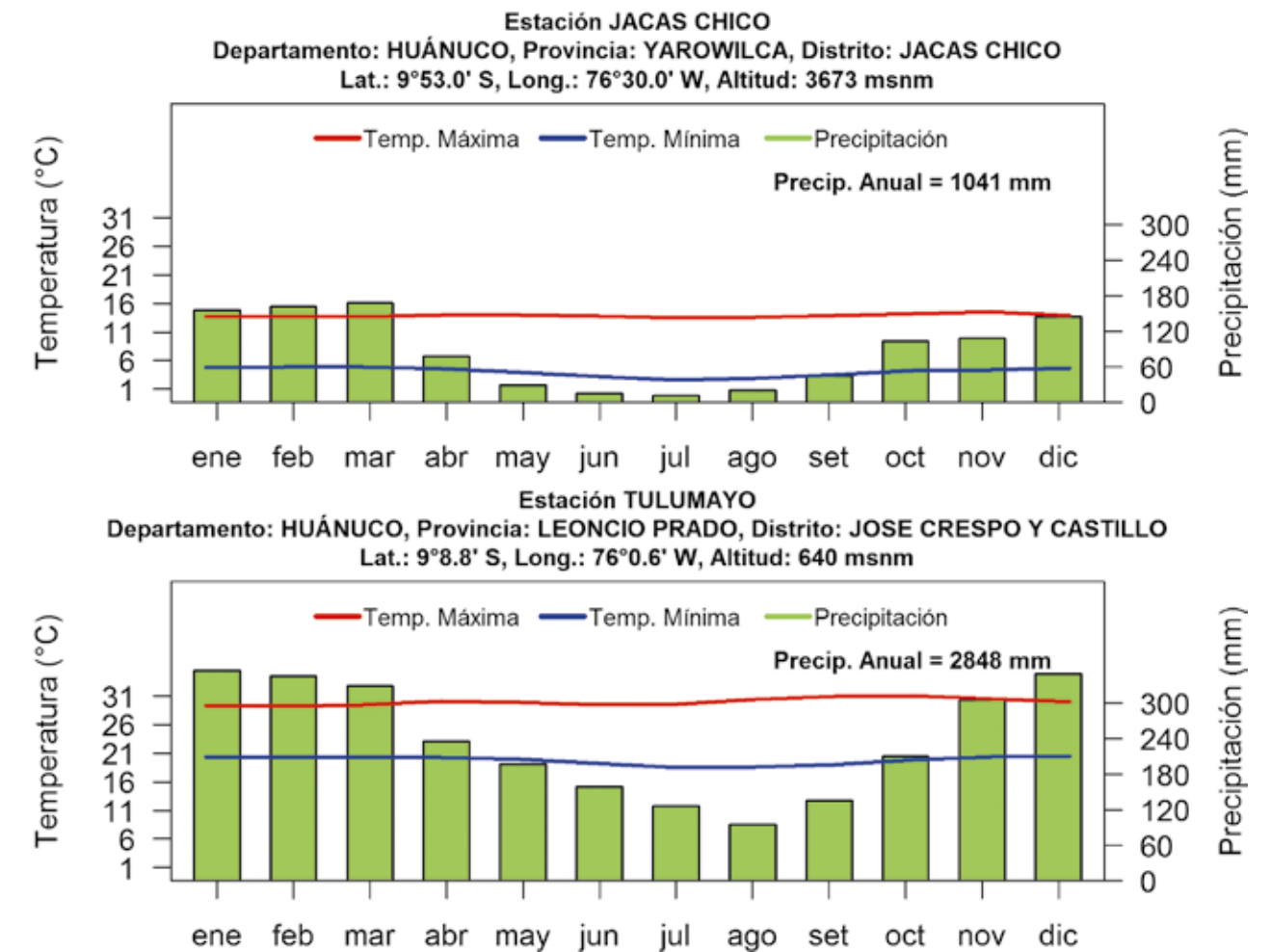
El departamento de Huánuco presenta 14 tipos de clima (Mapa N° 3.10). Los climas predominantes son los cálidos y templados, de muy lluviosos a lluviosos, presentando humedad durante todo el año, B(r)A', B(r)B', A(r)B' y A(r)A' y están presentes en el oriente del departamento, en las provincias de Puerto Inca, Leoncio Prado, Marañón y sector oriental de las provincias de Huacaybamba, Huamalíes y Huánuco. Hacia el occidente y a niveles de mayor altura el clima es lluvioso, templado o frío y con deficiencia de humedad en otoño e invierno, B(o,i)B' y B(o,i)C', presente en las provincias de Lauricocha, Yarowilca, Dos de Mayo, Huamalíes, y zonas altas de Pachitea, Huánuco, Huacaybamba y Marañón.

En las cercanías a la cordillera Occidental de los Andes, partes altas en las provincias de Huamalíes y Lauricocha que limitan con Áncash y Lima, respectivamente, los climas son fríos a frígidos, muy lluviosos y con presencia de humedad durante todo el año A(r)C', A(r)D' y B(r)D'; el clima es glaciar en niveles que superar los 5 000 m s. n. m.. En los valles de la provincia de Pachitea, Puerto Inca, Huánuco y Ambo, se presentan climas semisecos de templados a cálidos, con humedad durante todo el año, C(r)B' y C(r)A'. En pequeñas áreas de las provincias de Marañón, Huacaybamba y Huamalíes, en la margen derecha del río Marañón se encuentran los climas semisecos y templados, con deficiencia de humedad

en invierno, C(i)B', y con deficiencia de humedad en otoño e invierno, C(o,i)B'.

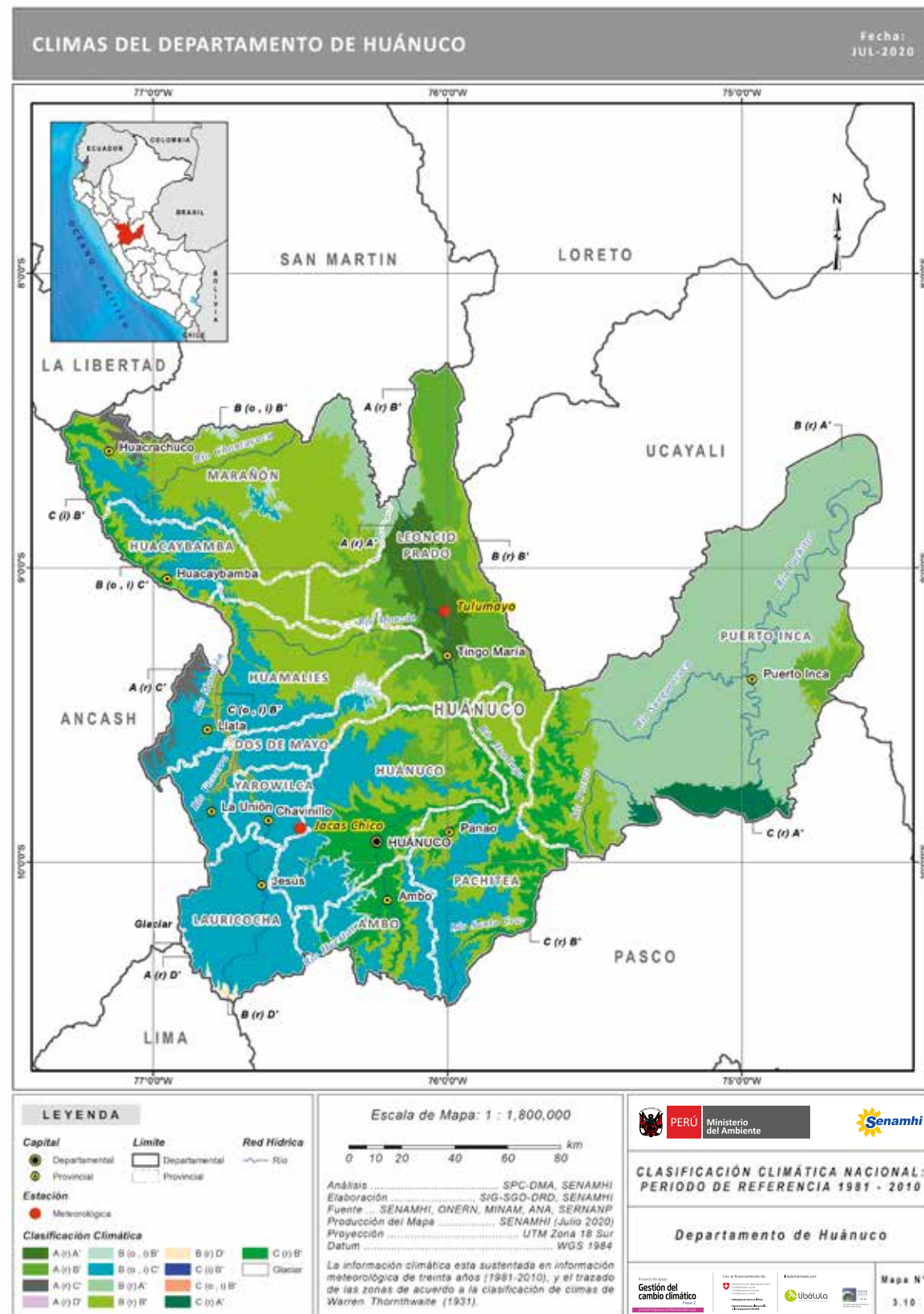
En la Figura N° 3.9, se puede observar que en la estación meteorológica Jacas Chico (3 673 m s. n. m.) ubicada en la provincia de Yarowilca, con un clima B(o,i)C', el acumulado anual de lluvias es 1 041 mm y el periodo de máximos acumulados de lluvia es de diciembre a marzo, con un máximo acumulado mensual de 168 mm. La temperatura máxima del aire durante el año fluctúa alrededor de los 13°C y presenta un rango térmico de 2°C, con su valor mínimo en julio y su valor máximo en noviembre. La temperatura mínima durante el año oscila alrededor de los 3°C y presenta un rango térmico de 3°C, con su valor mínimo en julio y su valor máximo en febrero.

En la estación Tulumayo (640 m s. n. m.) en la provincia de Leoncio Prado con un clima A(r)A', se presenta un régimen pluviométrico con un acumulado anual de 2 848 mm y el periodo de máximos acumulados mensuales de lluvia se da desde noviembre a marzo, con un máximo acumulado mensual de 355 mm. La temperatura máxima del aire durante el año varía en torno a los 30°C y presenta un rango térmico de 3°C, con valores mínimos en enero y máximos en octubre. La temperatura mínima del aire varía alrededor de los 19°C y presenta un rango térmico de 4°C, con valores mínimos en julio y máximos en diciembre.



**FIGURA N° 3.9. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN JACAS CHICO Y TULUMAYO**





MAPA N° 3.10. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

### 3.2.10. Departamento de Ica

El departamento de Ica presenta 7 tipos de climas (Mapa N° 3.11), predominando los climas áridos y desérticos. El clima de mayor extensión, en más del 80% del territorio iqueño, es el árido, templado con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, E(d)B'; este tipo de clima predomina en gran parte de las provincias de Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nasca. Las formaciones de lomas se presentan en Amará (distrito de Ocucaje – Santiago) y Marcona (distrito de Marcona), con vegetación estacional sustentada con la humedad de neblinas en los meses de invierno e inicios de primavera (mayo – octubre). En las zonas más elevadas, sobre la cota de 2 600 m s. n. m. en los distritos de Huancano (provincia de Pisco), Yauca de Rosario (provincia de Ica), Tibillo (provincia de Palpa) y Chavín y San Juan de Yánac (provincia de Chincha), se encuentran los climas semiárido y templado, con deficiencia de humedad en invierno y primavera, D(i,p)B', y semiárido y templado, con invierno seco, D(i)B', y frío D(i)C'.

En los distritos de San Juan de Yánac y San Pedro de Huacarpansa se encuentran el clima semiárido con invierno y primavera secos, y frío, D(i,p)C', y el clima semiseco y frío, con invierno seco, C(i)C'; y en el extremo norte del distrito de San Pedro de Huacarpansa, ocupando una pequeña área se presenta el clima lluvioso y frío, con invierno seco, B(i)C'.

En la Figura N° 3.10, se puede ver que en la estación meteorológica Hacienda Bernales, ubicada a 293 m s. n. m, en la provincia de Pisco, las temperaturas máximas fluctúan entre 28°C y 29°C en los meses de verano, y entre 22°C y 23°C en los meses de invierno; mientras que las temperaturas mínimas más bajas se presentan en invierno con valores de 11°C a 13°C y en verano entre 18°C a 20°C. En esta región desértica, se presentan solo lloviznas ocasionales que acumulan 2 mm en todo el año.

En San Juan de Yánac, a 2 513 m s. n. m., en la provincia de Chincha, las temperaturas máximas oscilan entre los 17°C y 20°C, y las mínimas, entre 11°C y 12 °C durante el año. En esta zona árida la precipitación acumulada anual es de 145 mm, la cual se concentra en los meses de diciembre a abril.

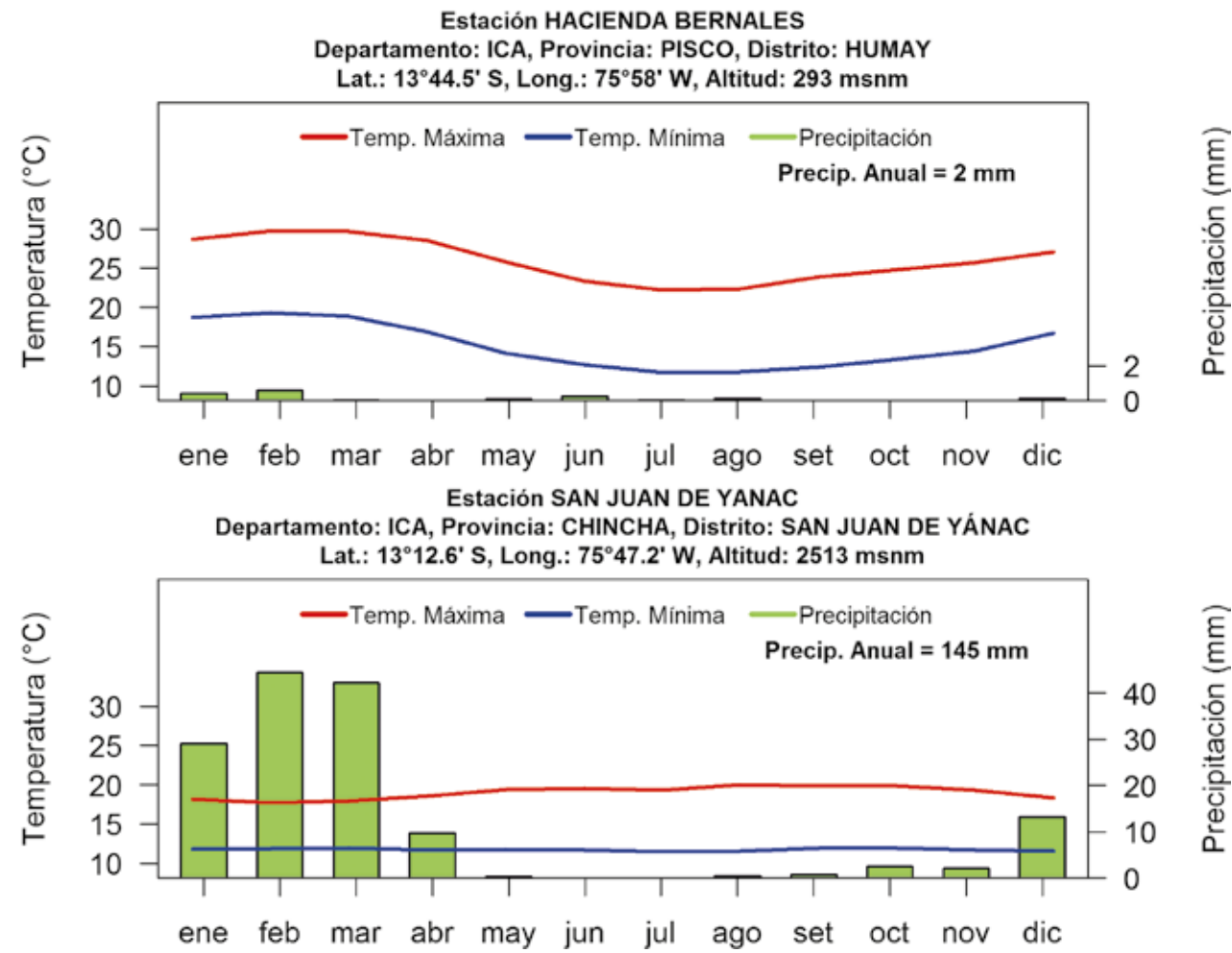
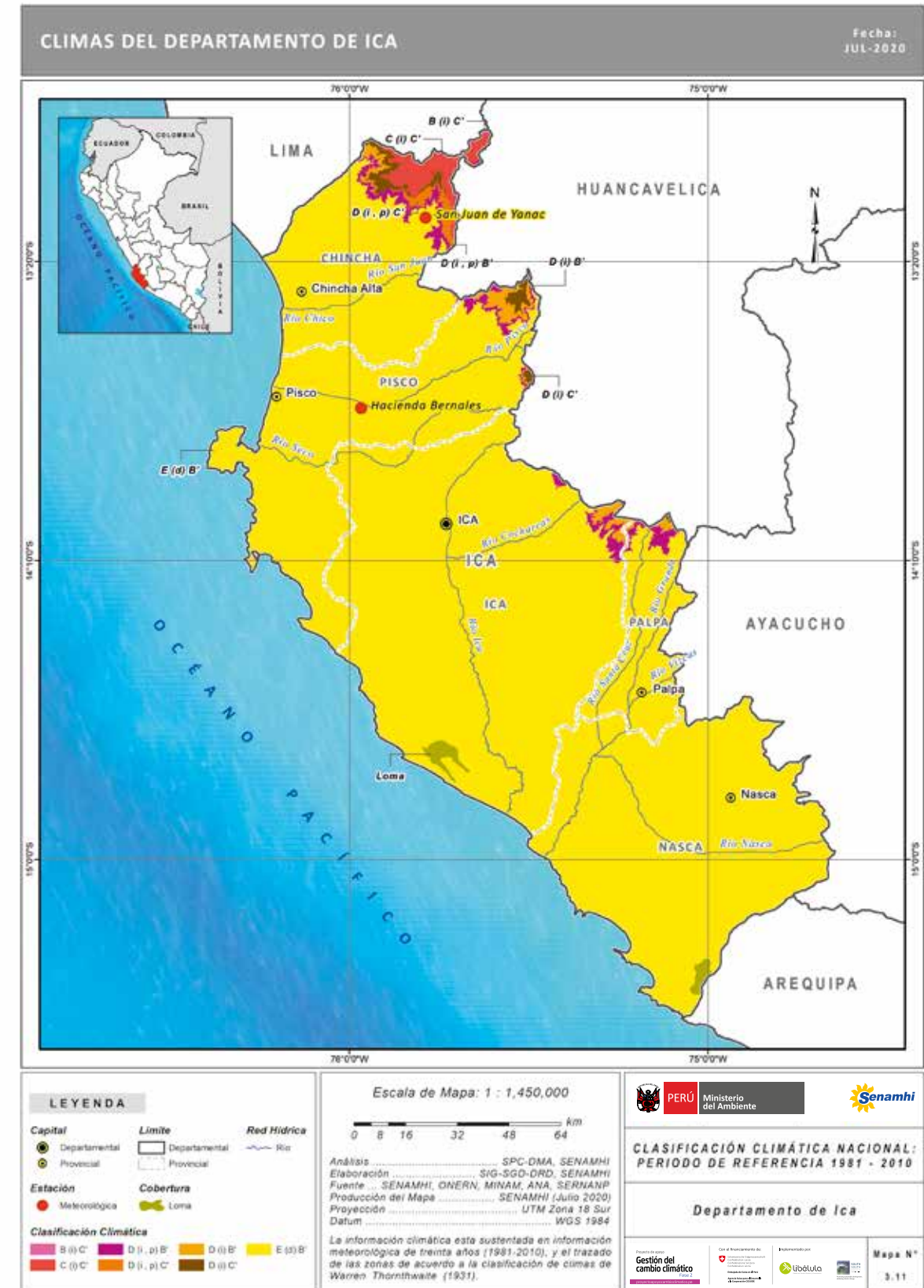


FIGURA N° 3.10. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN SAN JUAN DE YANAC Y HACIENDA BERNALES



MAPA N° 3.11. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE ICA



### 3.2.11. Departamento de Junín

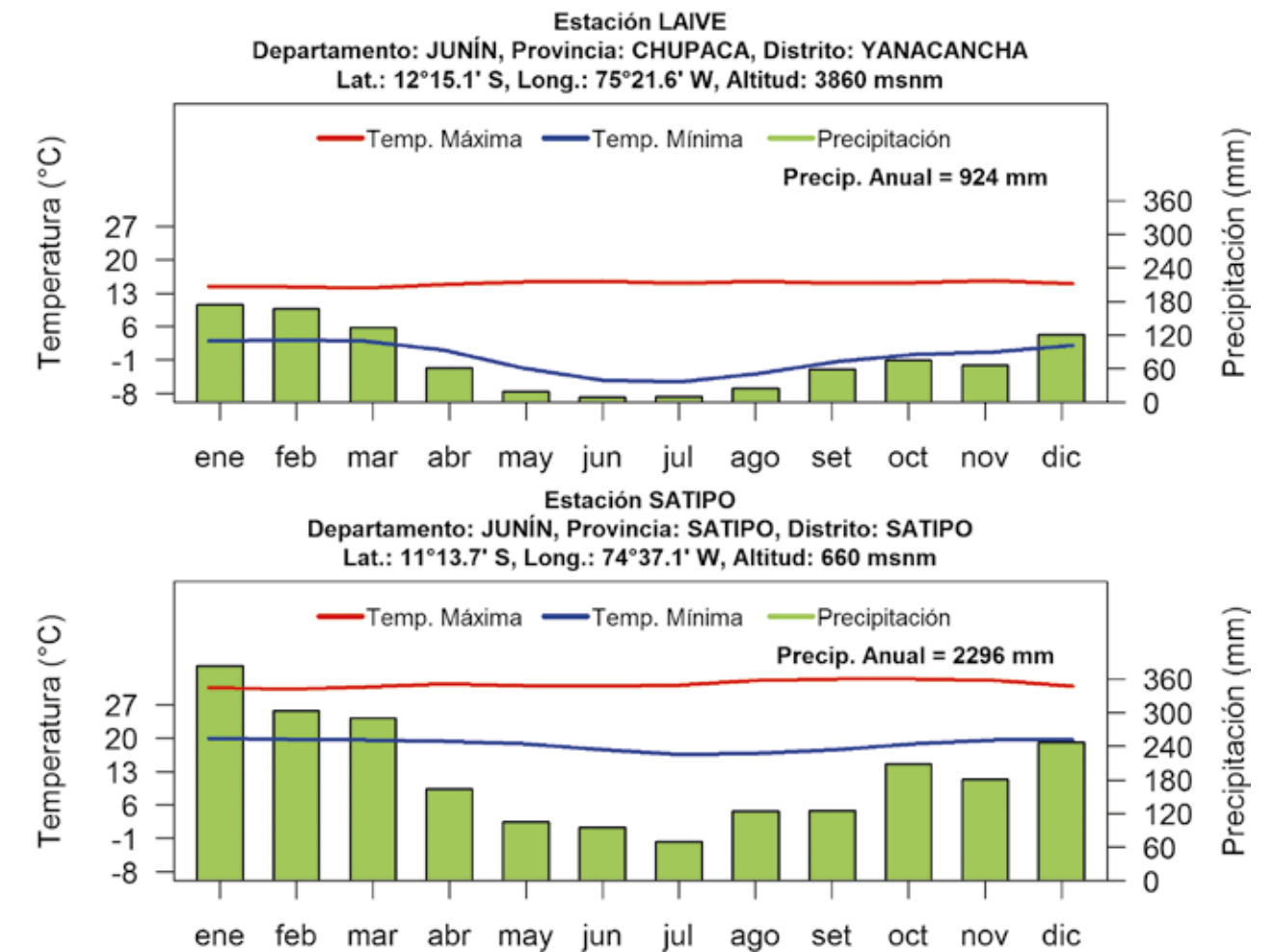
El departamento de Junín presenta 17 tipos de climas (Mapa N° 3.12). El clima más extenso de su vertiente occidental altoandina se ubica entre los 2 500 y 4 000 m s. n. m. y es lluvioso y frío, con deficiencia de humedad en los meses de otoño e invierno, B(o,i)C'. El valle del río Mantaro, entre 3 100 a 3 300 m s. n. m., presenta un clima semiseco, con humedad todo el año, y es templado, C(r)B'; esta área se caracteriza por sus grandes extensiones de cultivos agrícolas. Las partes aledañas al valle del Mantaro, así como localidades en Tarma y Yauli, son semisecas y frías con poca humedad en otoño e invierno, C(o,i)C'. La zona más alta del departamento se ubica en la provincia de Yauli, sobre los 4 500 m s. n. m. y presenta climas muy lluvioso y lluvioso, con abundante humedad todo el año, y es semifrío, A(r)D' y B(r)D'. Además, tiene clima glaciar.

En la transición de la vertiente occidental a la parte oriental, en las provincias de Satipo y Chanchamayo, el clima es lluvioso y templado con otoño e invierno secos, B(o,i)B'. La parte oriental de estas provincias presentan climas más lluviosos y cálidos, con abundante humedad todo el año, A(r)A', A(r)B', B(r)B', B(r)A'. La zona centro-sur de Satipo presenta climas lluvioso y semiseco, con invierno seco, siendo templado o cálido, B(i)B' y C(i)A'; mientras que la parte norte es semiseco y cálido con humedad todo el año, C(r)A'.

Los climas que cubren menor extensión incluyen el semiárido y templado con invierno seco, D(i)B'; el semiseco y templado con invierno seco, C(i)B'; y el lluvioso y frío con humedad todo el año, B(r)C'; que se ubican en las provincias de Huancayo y Satipo.

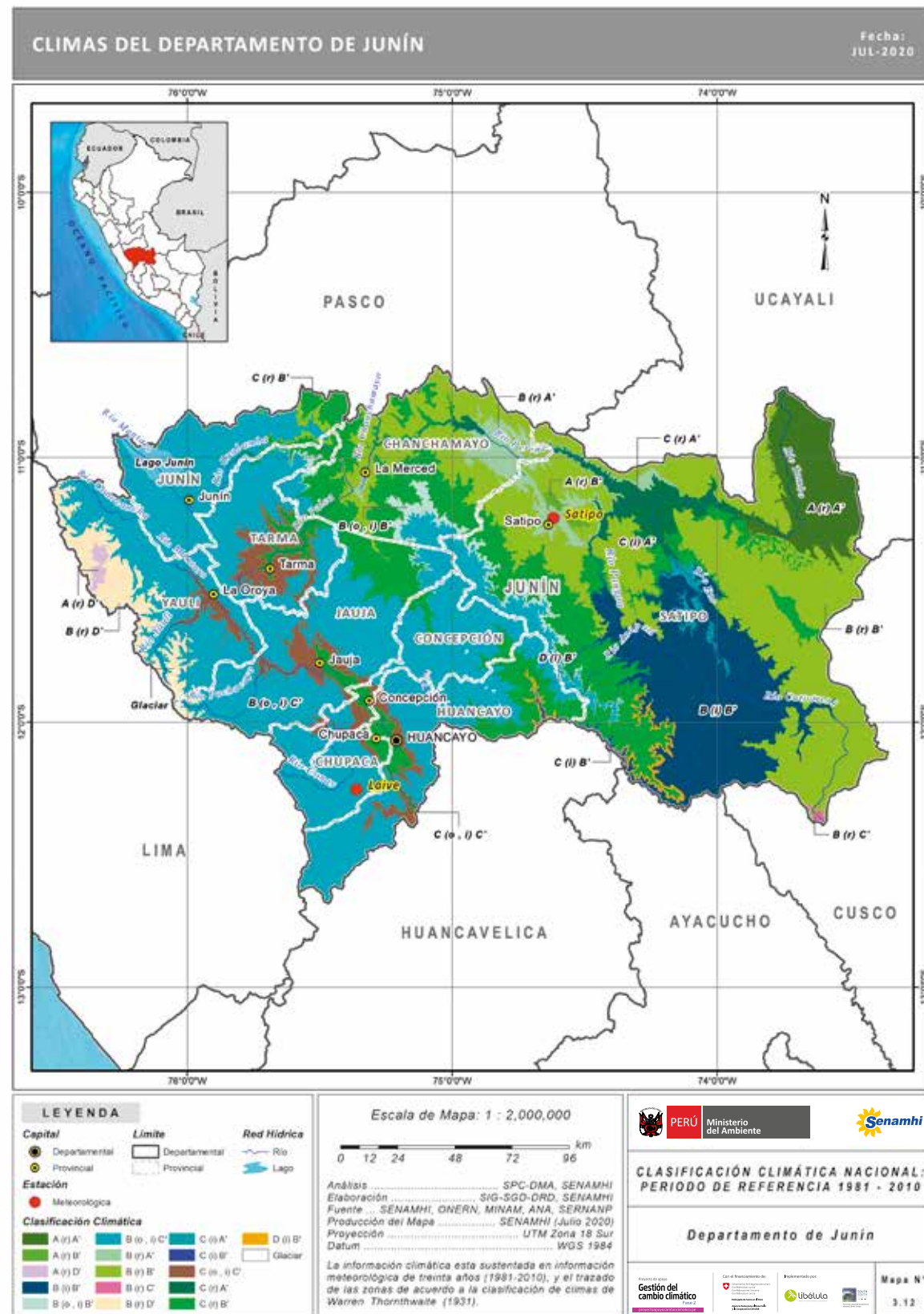
En la Figura N° 3.11, se observa que en la provincia de Chupaca (estación meteorológica Laive), Sierra de Junín, el clima es lluvioso y frío con otoño e invierno secos, donde la temperatura máxima oscila durante el año entre 14°C en marzo y 16 °C en noviembre y la temperatura mínima, entre 2°C y 3°C en los meses de verano y -6°C a -4°C en los meses de invierno. La precipitación anual es de 924 mm y es más intensa de diciembre a marzo, con 120 mm a 170 mm por mes.

En la estación meteorológica de Satipo, en la Selva de Junín, el clima es muy lluvioso con temperatura máxima entre 30°C, en febrero y 32°C, en octubre; mientras que la temperatura mínima es de 17°C en julio y 20°C en enero. Las lluvias en esta región se presentan durante todo el año, siendo los meses de verano los que presentan acumulados mensuales más altos, entre los 250 mm y 380 mm, y totalizan 2 296 mm anuales.



**FIGURA N° 3.11. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN LAIVE Y SATIPO**





MAPA N° 3.12. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE JUNÍN

### 3.2.12. Departamento de La Libertad

El departamento de La Libertad presenta 13 tipos de clima (Mapa N° 3.13). El de mayor extensión es el árido, que se encuentra entre el litoral y los 700 m s. n. m., tiene deficiencia de humedad todo el año y es templado, E(d)B'. Ascendiendo hacia la Sierra del departamento y hacia el sector occidental de la cordillera, el clima va cambiando de semiárido, D(i)B', a semiseco, C(i)B', ambos son templados y deficientes de humedad en invierno; estos tipos de clima se encuentran en la provincias de Gran Chimú, Otuzco, Julcán, Santiago de Chuco y en las zonas más altas de las provincias de Virú y Trujillo.

Sobre la cota de 2 500 m s. n. m. en las provincias de Santiago de Chuco y Sánchez Carrión, el clima es lluvioso con deficiencia de humedad en otoño e invierno y templado, B(o,i)B', tornándose frío a mayor elevación, B(o,i)C'. Al lado oriental, en la margen derecha del río Marañón, provincias de Bolívar y Pataz, predomina el clima semiseco, C(r)B'; lluvioso, B(r)B' y muy lluvioso, A(r)B', ambos, templados y con abundante humedad en todo el año. En el lado occidental de río Marañón y al este de las provincias de Sánchez Carrión y Santiago de Chuco predomina el clima semiseco y templado, con deficiencia de humedad en otoño e invierno, C(0,i)B'.

Colindante con el departamento de San Martín y sobre las provincias de Bolívar y

Pataz, el clima es muy lluvioso, con humedad en todas las estaciones del año, y frío, A(r)C'. Los climas que cubren menor área son: el lluvioso con humedad abundante en todo el año y frío, B(r)C'; lluvioso con invierno seco y templado, B(i)B'; y semiseco y frío, con invierno seco, C(i)C'; el primero se ubica en la provincia de Otuzco, al sur del distrito de Sinsicap y noroeste del distrito de Otuzco; el segundo, en la provincia de Gran Chimú, distrito de Cascas; y el tercero, al sur de la provincia de Otuzco y noreste de la provincia de Julcán.

En la Figura N° 3.12, se puede ver que en la localidad de Guadalupe, en la Costa de La Libertad (117 m s. n. m.), de clima árido y templado, con deficiencia de humedad en todo el año, la temperatura máxima oscila entre 24°C en invierno y 30°C en verano, y la temperatura mínima, entre 14°C en invierno a 20°C en verano. La precipitación anual es de 47 mm.

En Huamachuco, situado a 3 186 m s. n. m., de clima lluvioso y templado, con otoño e invierno secos, la temperatura máxima oscila entre 17°C y 19°C durante el año y la temperatura mínima, entre los 4.5°C a 6°C. Las lluvias más intensas de esta región se presentan en los meses de verano, con acumulados mensuales de 122 mm en enero, 161 en febrero y 176 en marzo, con total anual de 1041 mm.

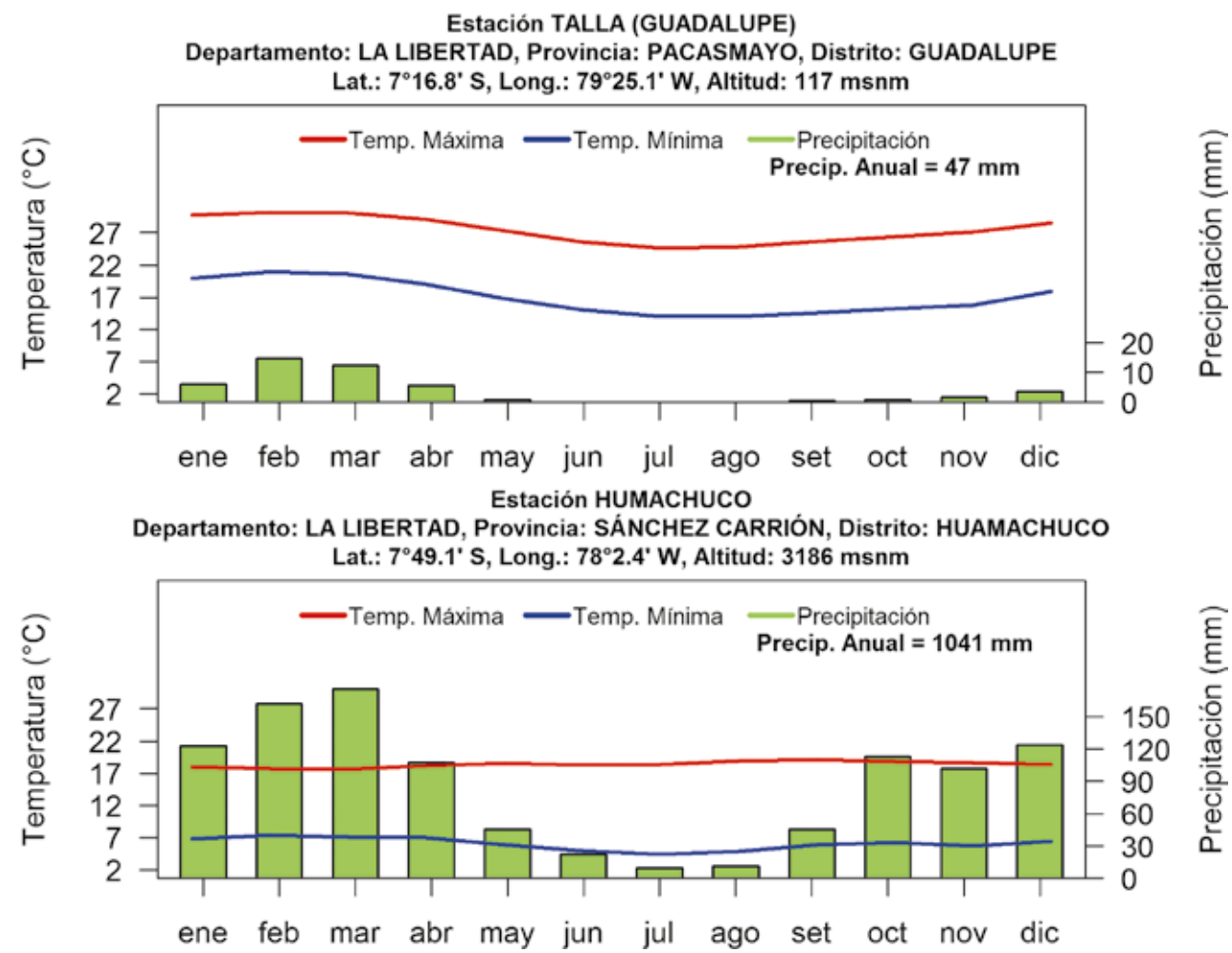
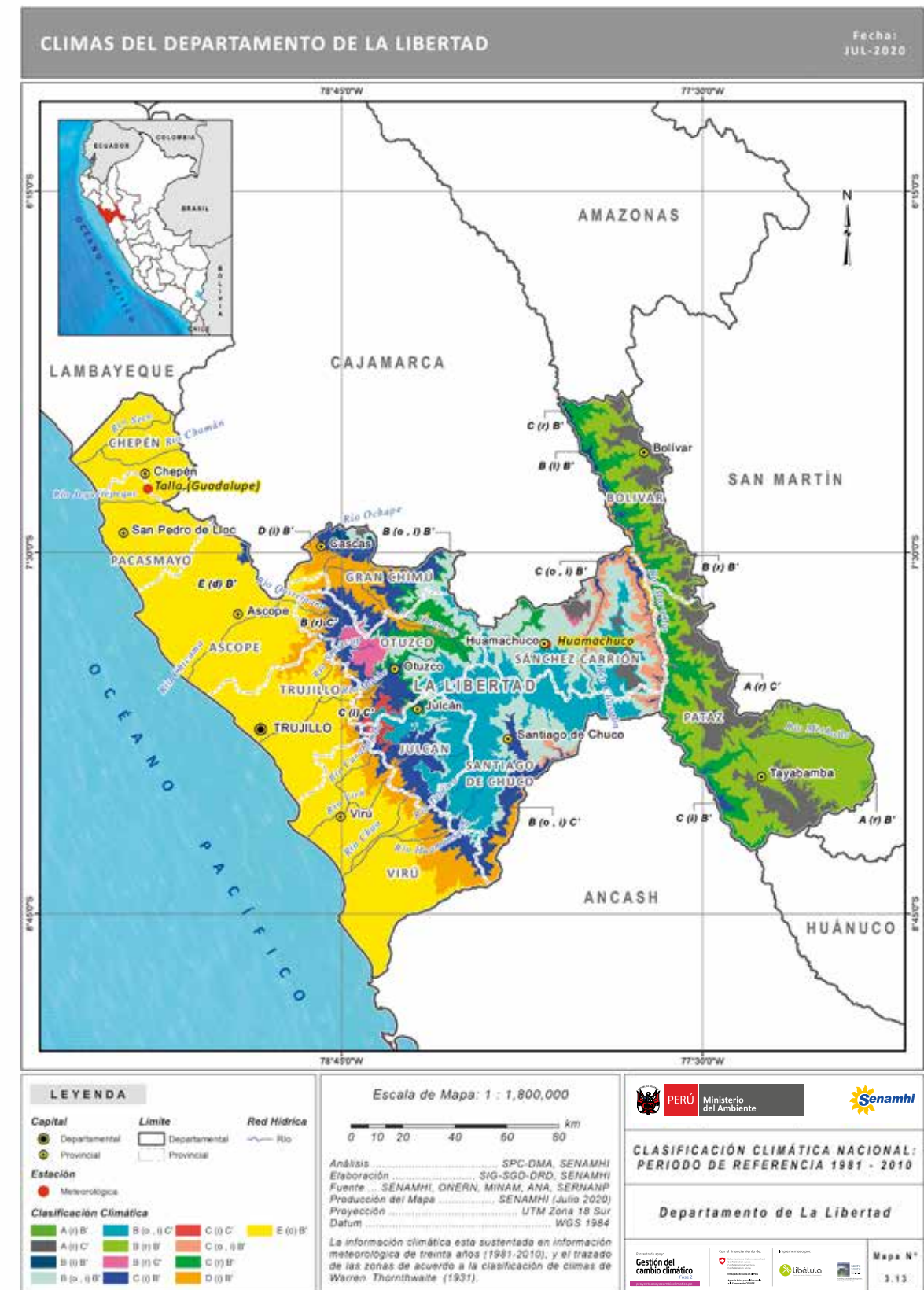


FIGURA N° 3.12. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN TALLA (GUADALUPE) Y HUAMACHUCO



MAPA N° 3.13. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD



### 3.2.13. Departamento de Lambayeque

El departamento de Lambayeque, con 9 tipos de clima, está configurado por tres conjuntos fisiográficos que corren paralelos entre sí: el litoral, la llanura costera y pequeñas áreas serranas en la provincia de Ferreñafe: Cañaris (2 000 m s. n. m.) e Incahuasi (3 100 m s. n. m.). Ver Mapa N° 3.13. El clima que cubre la mayor extensión del departamento es el árido y cálido, con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, E(d)A', que comprende gran parte de la provincia de Lambayeque, incluyendo al distrito de Olmos, donde la temperatura del aire supera los 30°C excepto en invierno, estación en la que oscila entre 27 y 29°C.

El segundo clima predominante es el árido y templado, con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, E(d)B'; comprende parte de las provincias de Lambayeque, distritos de Salas, Motupe y Jayanca y provincias de Chiclayo y Ferreñafe, distritos de Pitipo, Puerto Nuevo y Manuel Mesones.

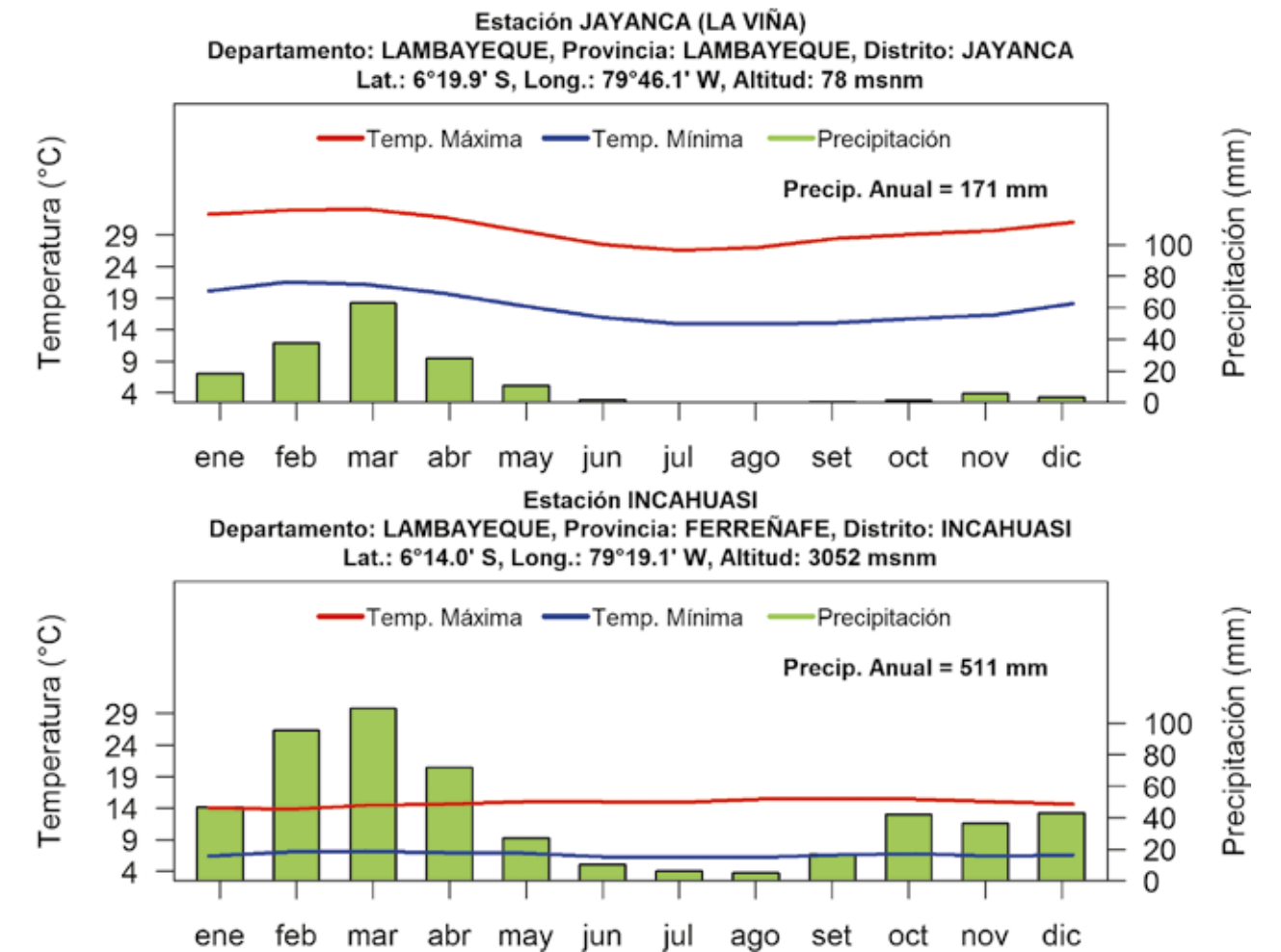
En la parte nororiental del departamento, el clima es semiseco y templado, con invierno seco, C(i)B'; abarca las localidades de Salas, Chocope y Jayanca, en la provincia de Lambayeque y localidades de Pítipo y Cañaris, en la provincia de Ferreñafe.

En el distrito de Incahuasi (provincia de Ferreñafe) predominan dos tipos de clima, el lluvioso y templado, con humedad abundante en todas las estaciones del año, B(r)B', y lluvioso y frío, con humedad abundante en todas las estaciones del año, B(r)C'.

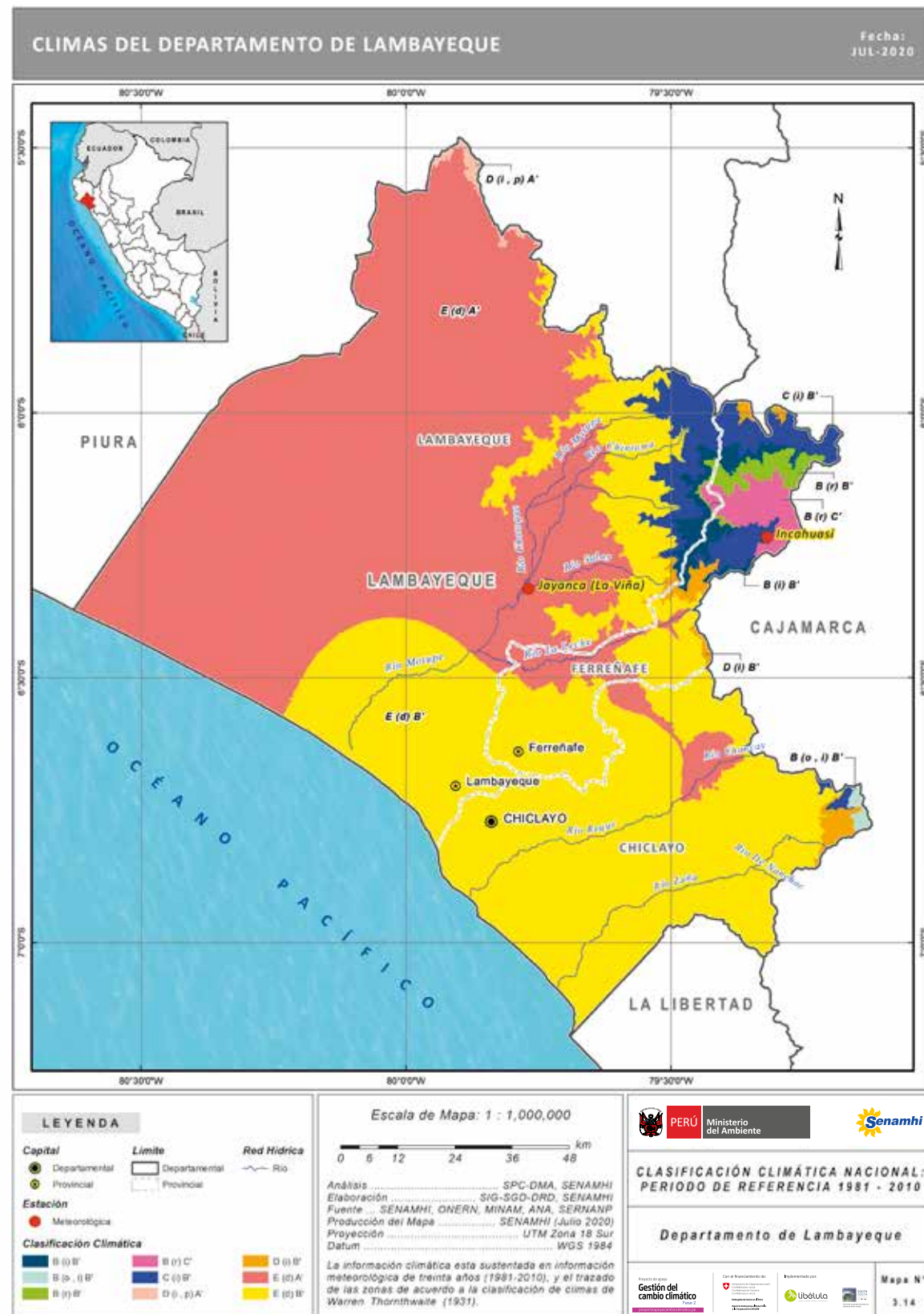
Los climas que cubren menor extensión son: el lluvioso y templado, con invierno seco, B(i)B', que ocupa parte los distritos de Salas e Incahuasi; el lluvioso y templado, con otoño e invierno secos, B(o,i)B', que cubren parte del distrito de Oyotún, al noreste de la provincia de Chiclayo; el semiárido y cálido, con invierno y primavera secos, D(i,p)A', que comprende una pequeña área al norte del distrito de Olmos y el clima semiárido y templado, con invierno seco, D(i)B', que abarca la parte central del distrito de Incahuasi y parte del distrito de Oyotún.

En la Figura N° 3.13, se puede ver que en la localidad de Jayanca (78 m s. n. m.), provincia de Lambayeque, el clima es árido y templado, con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. La temperatura máxima oscila entre 26.6°C (julio) y 33.1°C (marzo) durante el año, y la temperatura mínima fluctúa entre 14.9°C (julio y agosto) y 21.6°C (febrero). Los mayores acumulados de lluvias en esta región se presentan en los meses de verano, siendo el mayor 63.0 mm (marzo), con un acumulado anual de 171 mm.

En Incahuasi (3052 m s. n. m.), la temperatura máxima oscila entre 13.8°C (febrero) y 15.4°C (octubre) durante el año y la temperatura mínima oscila entre 6.2°C (julio) y 7.2°C (marzo). Los mayores acumulados de lluvias se presentan en los meses de verano, siendo el mayor 109.5 mm en marzo, con un acumulado anual de 511 mm.



**FIGURA N° 3.13. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN JAYANCA (LA VIÑA) E INCAHUASI**



**MAPA N° 3.14. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

### 3.2.14. Departamento de Lima

En la vertiente centro-occidental de los Andes se ubica el departamento de Lima. Sus condiciones climáticas están determinadas por su cercanía al mar al oeste y la altitud hacia el este, que definen 12 tipos de climas. El clima predominante y que abarca alrededor del 50% de su ámbito, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1 500 m s. n. m., es el tipo E(d)B', clima árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, y templado (Mapa N° 3.15).

Lima, capital del país, es una de las ciudades más grandes del mundo ubicada en un desierto, donde al año solo precipita 8 mm en forma de lloviznas, con un máximo de 1 a 2 mm entre julio y setiembre. La estacionalidad de las temperaturas del aire está fuertemente regulada por el mar adyacente. Las temperaturas máximas en la estación de Campo de Marte fluctúan en el año entre 18 °C en agosto y 26.7°C en febrero, mientras que la temperatura mínima oscila entre 13.5 °C en agosto y 19°C en febrero (Figura N° 3.14).

El tipo de clima, E(d)B', se extiende desde la provincia de Cañete al sur hasta la provincia de Barranca al norte, y en esta franja árida se forman estacionalmente, en pequeñas áreas discontinuas, los ecosistemas de "lomas" en las provincias de Cañete, Lima, Huaral y Huaura, desarrolladas por influencia de neblinas y lloviznas invernales, creando un entorno fresco y húmedo en medio del desierto y con alto potencial turístico debido a su accesibilidad.

Sobre los 1 500 m s. n. m. y conforme se incrementa la altitud hacia el este, aparecen

los climas semiáridos, D(i)B', D(i,p)B' y D(i)C', templados y fríos, respectivamente, que se emplazan en la parte media de las cuencas hidrográficas. Conforme se asciende, se presentan los climas semisecos con invierno seco, y frío, C(i)C'; semiseco y frío, con otoño e inviernos secos, C(o,i)C'; y semiseco con invierno seco, y templado, C(i)B'. Estos climas tienen una mayor proyección en las provincias de Oyón al norte y Yauyos al sur.

En la provincia de Yauyos se encuentra la Reserva Paisajista Nor Yauyos – Cochabamba, en la cuenca alta del río Cañete y la cuenca del río Pachacayo, que albergan ecosistemas paisajísticos de gran belleza natural y cuyo clima predominante es el tipo B(o,i)C', lluvioso y frío, con otoño e inviernos secos. En esta zona, sobre los 3 800 m s. n. m. se ubica la estación meteorológica de Vilca (Figura N° 3.14), donde las lluvias anuales bordean los 963 mm, con máximos acumulados en el verano con un pico de 178 mm en enero, y menores durante el invierno con solo 7 mm en julio. Las temperaturas máximas del aire oscilan entre 15°C y 17°C durante el año, mientras que las temperaturas mínimas fluctúan alrededor de un valor máximo en verano de 5°C en febrero y marzo y 0°C en invierno (julio). El clima glaciar se presenta sobre los 5 000 m s. n. m.

En las partes altas del departamento que corresponden a la cabecera de cuenca de los principales ríos ubicados en el ámbito de las provincias de Huarochirí, Canta, Huaral, Huara, Oyón y Cajatambo, se emplazan los climas B(r)D', lluvioso con humedad abundante en todas las estaciones del año y semifrío, y B(i)C, lluvioso y frío, con



invierno seco. En la parte más alta de la provincia de Cajatambo, en la Zona de Reserva de la Cordillera Huáyhuash, en el límite con el departamento de Áncash, se encuentra un sector con clima tipo A(r)D', muy lluvioso y semifrígido, con humedad abundante en todas las estaciones del año, con presencia de glaciares sobre los 5 000 m s. n. m.

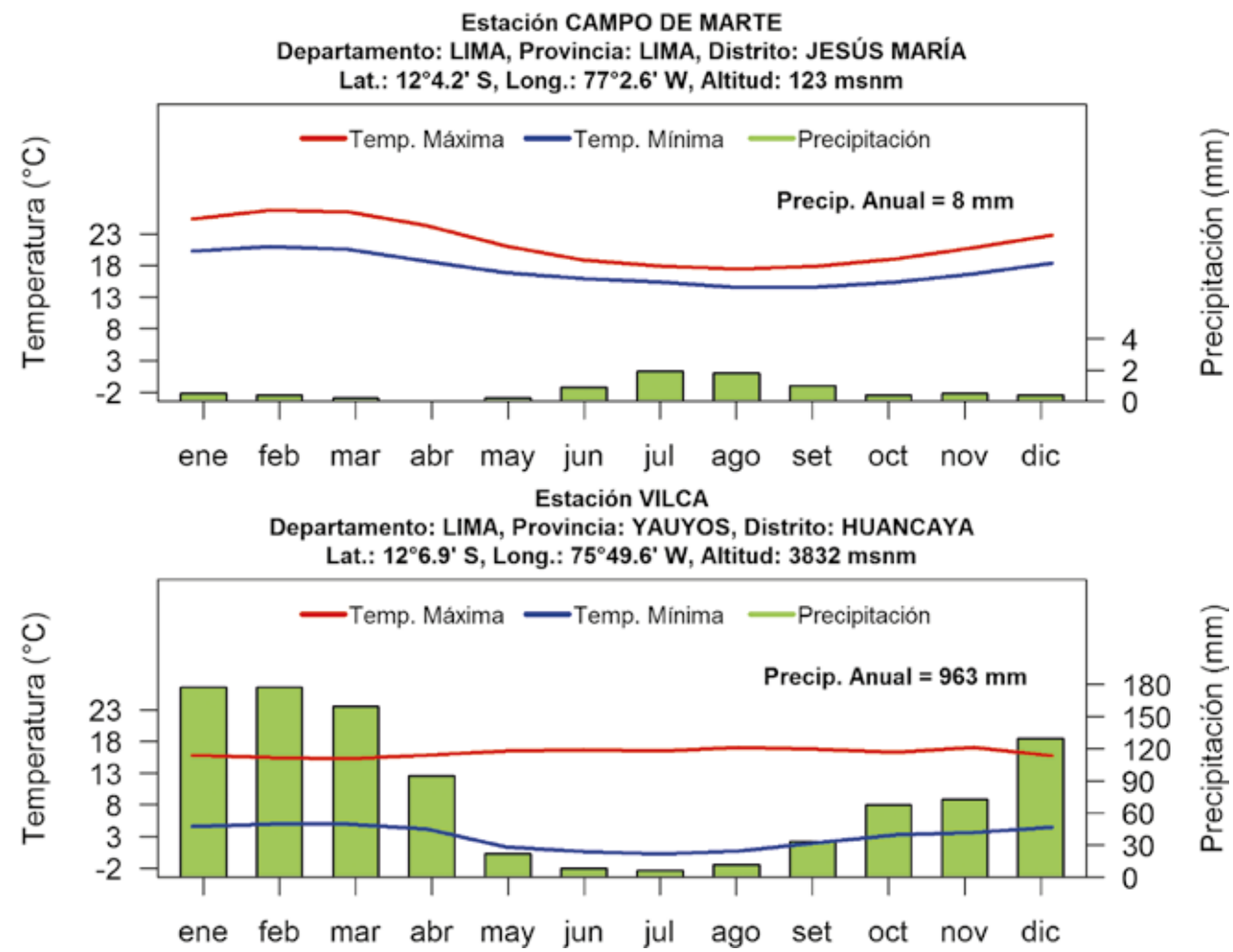
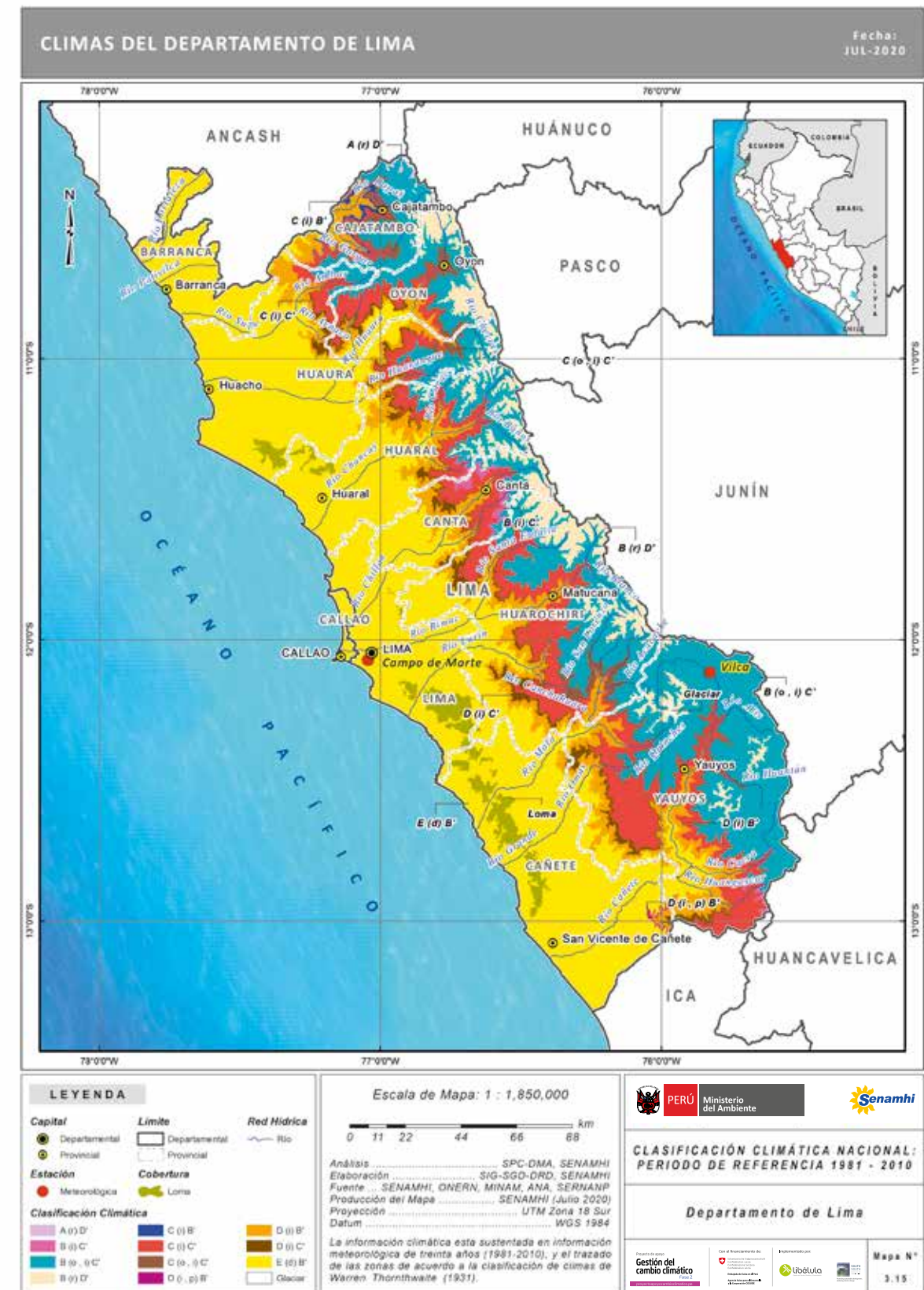


FIGURA N° 3.14. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN CAMPO DE MARTE Y VILCA



MAPA N° 3.15. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE LIMA

### 3.2.15. Departamento de Loreto

El departamento de Loreto es el de mayor superficie en el país y se ubica en la Selva norte, con altitudes mayormente inferiores a los 600 m s. n. m.; presenta 4 tipos de clima, siendo dos de ellos los de mayor extensión en el país. Ver Mapa N° 3.16.

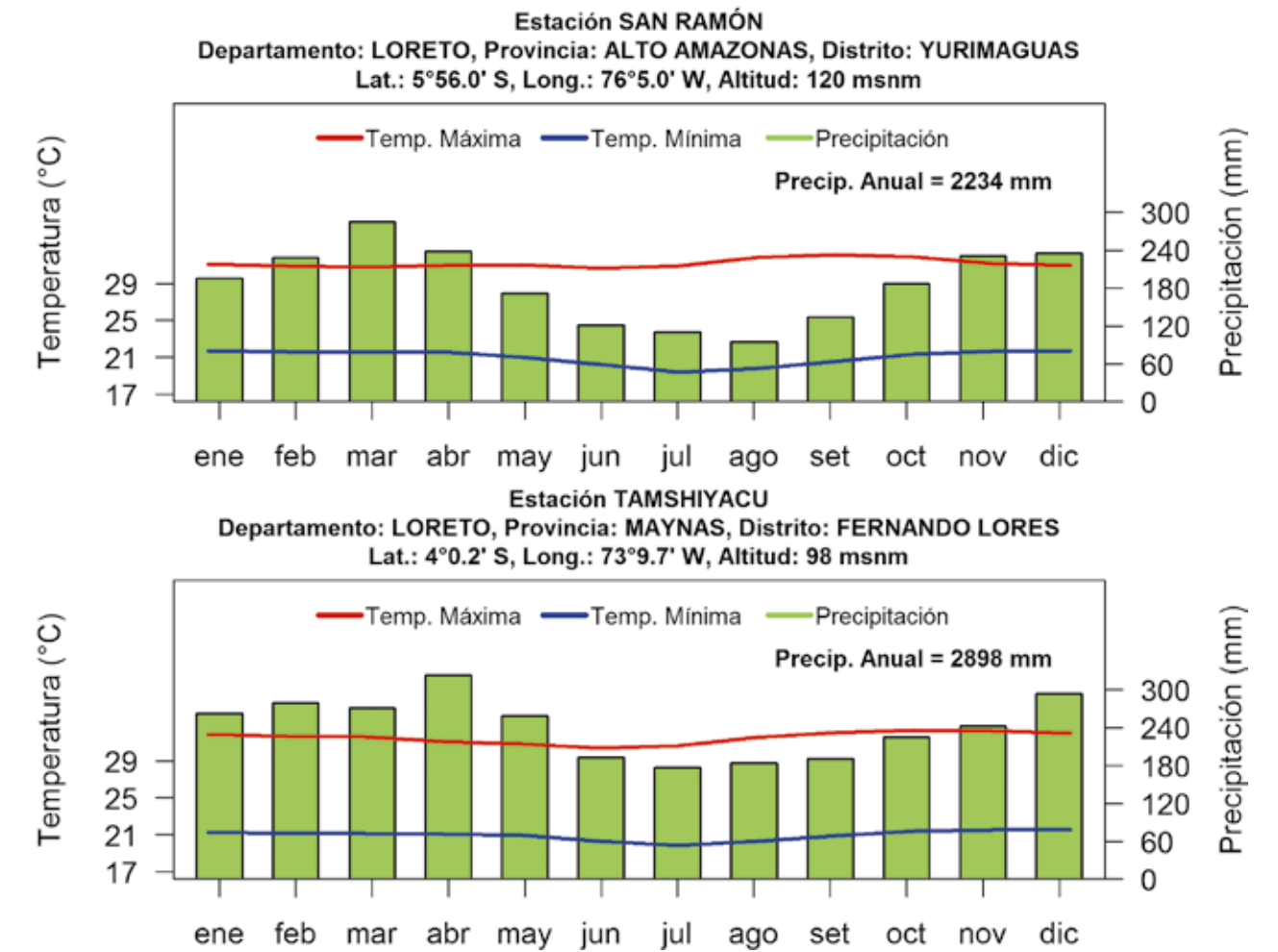
En el norte predomina el tipo de clima A(r)A', con características de muy lluvioso, cálido y abundante humedad en todo el año y comprende las provincias de Putumayo, Mariscal Ramón Castilla, Maynas y Loreto. Hacia el sur oeste predomina el clima lluvioso, cálido y con abundante humedad en todo el año, B(r)A', abarcando las provincias del Alto Amazonas, Requena, Ucayali y parte de Datem del Marañón. Estas características climáticas están influenciadas por el desplazamiento de la ZCIT y el flujo de aire cálido y húmedo desde el este.

En zonas limítrofes con el departamento de San Martín, se observan pequeñas áreas de los tipos de clima A(r)B' y B(r)B', con

características de muy lluvioso a lluvioso, templado y con abundante humedad en todo el año.

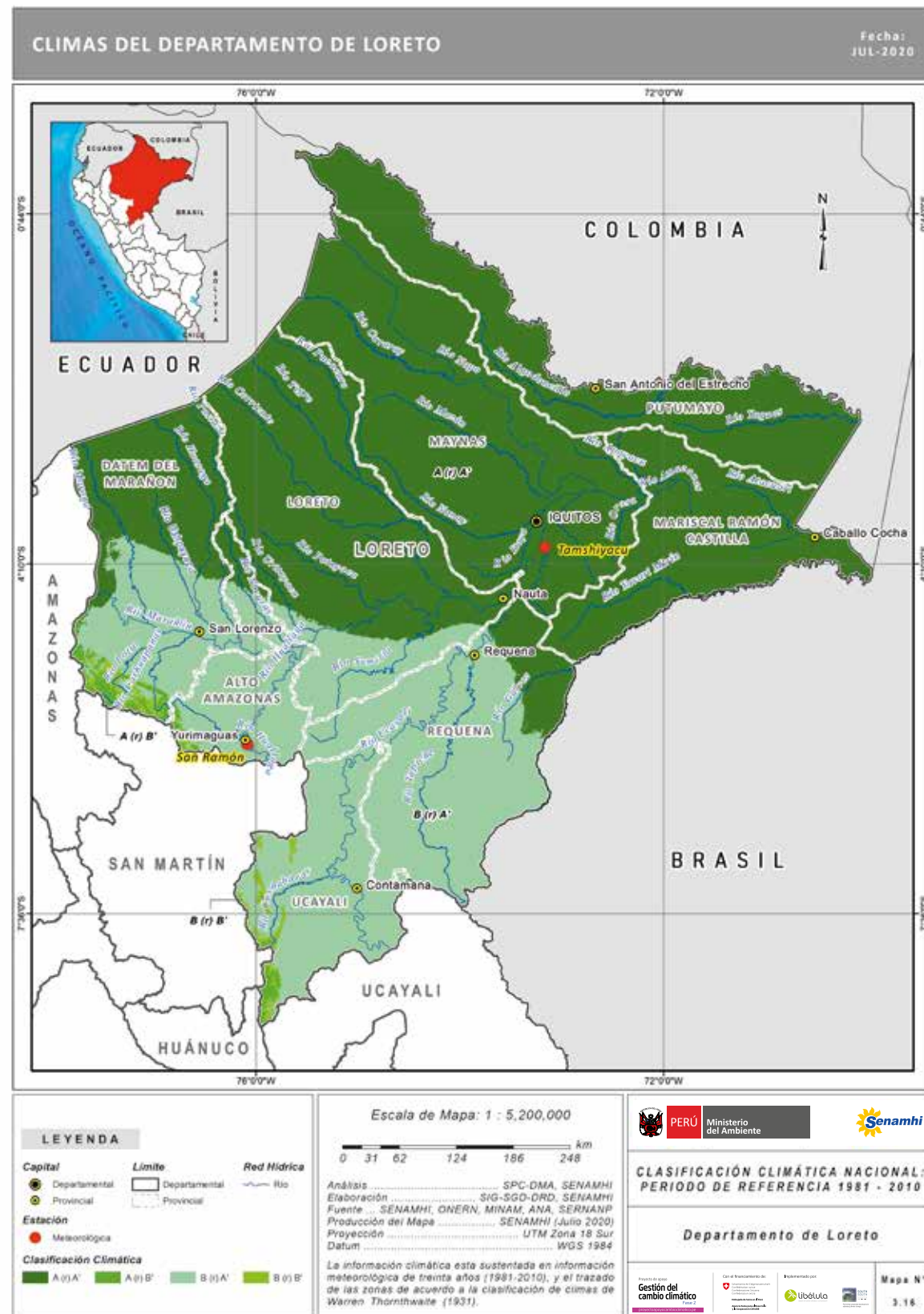
En la Figura N° 3.15, se observa que la localidad de Tamshiyacu, en la provincia de Maynas, presenta una temperatura máxima anual entre 30°C y 32°C, las más elevadas entre octubre a noviembre y la temperatura mínima entre 20°C y 22°C, la más baja en julio. La precipitación anual es de 2 898 mm, llueve todo el año y con mayor intensidad en diciembre y abril, con 294 mm y 323 mm, respectivamente.

En San Ramón, al sur del departamento, en la provincia de Alto Amazonas, la temperatura máxima oscila durante el año entre 31°C y 32°C (la más alta en setiembre) y la temperatura mínima entre 19°C y 22°C (la más baja en julio). La precipitación anual es de 2 234 mm, llueve durante todas las estaciones y con mayor intensidad de noviembre a diciembre (234 mm) y en marzo (285 mm).



**FIGURA N° 3.15. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN TAMSHIYACU Y SAN RAMÓN**



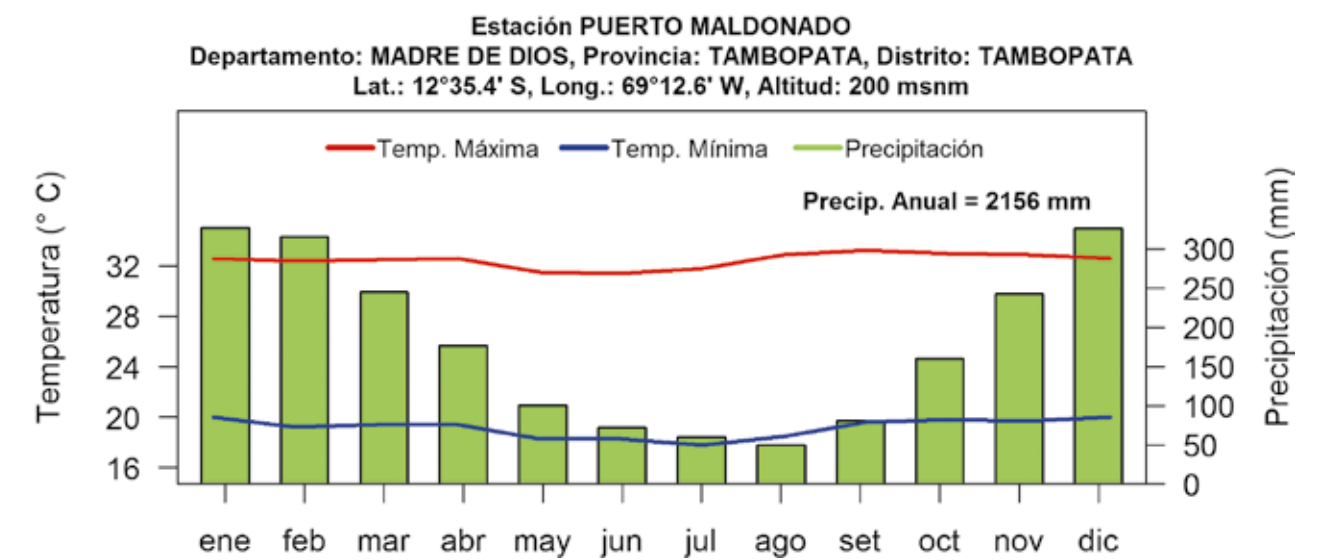


**MAPA N° 3.16. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE LORETO**

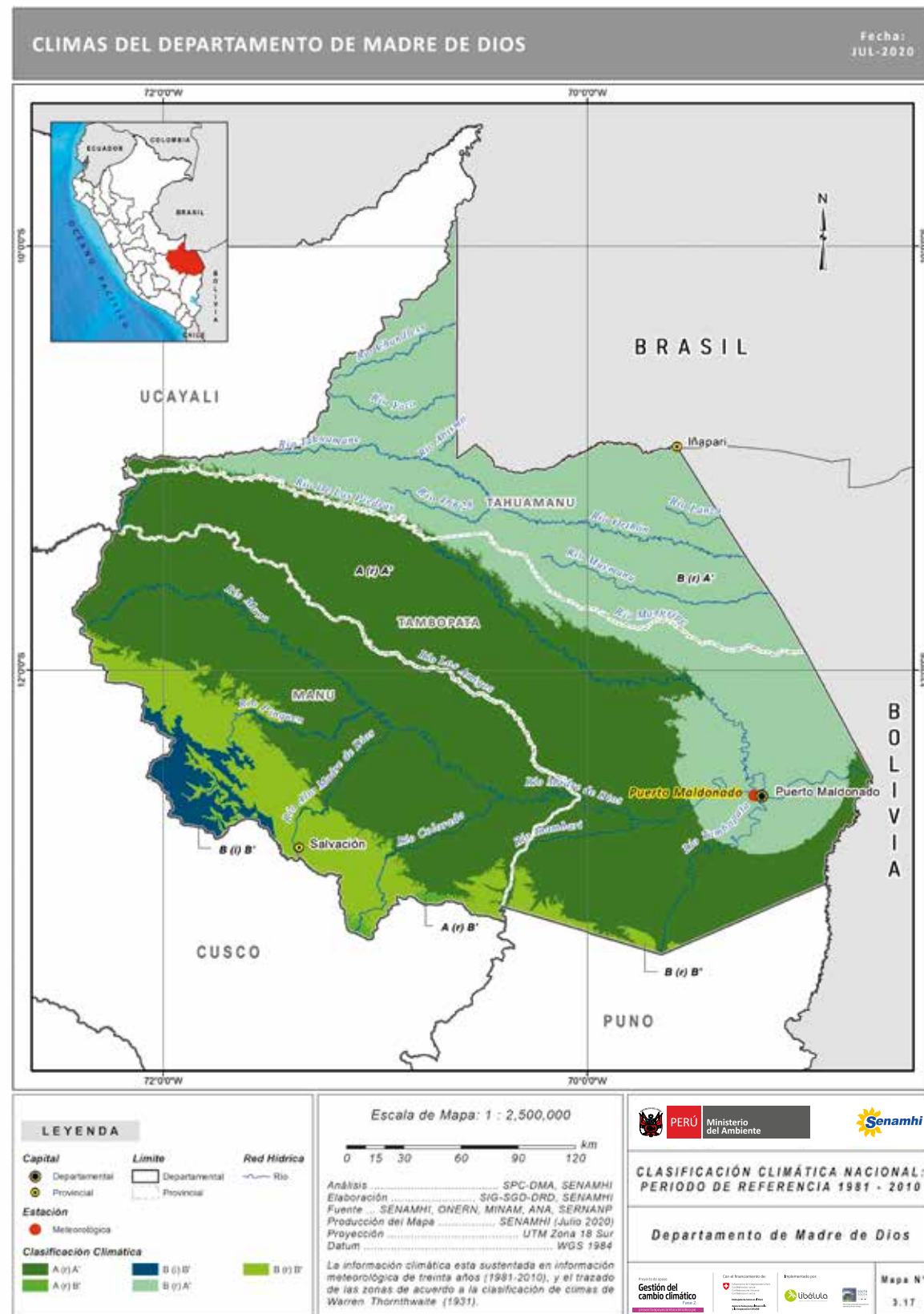
### 3.2.16. Departamento de Madre de Dios

El departamento de Madre de Dios, ubicado en la Selva sur del Perú, presenta 5 tipos de clima (Mapa N° 3.17). Especialmente predominan los climas cálidos, de muy lluviosos a lluviosos con humedad durante todo el año, A(r)A' y B(r)A'; se extienden en superficies de altitud menor a 500 m s. n. m., abarcando el 80% del departamento. Hacia la cordillera Oriental de los Andes, conforme la altitud se incrementa se presentan climas templados, muy lluviosos a lluviosos con humedad presente durante todo el año, A(r)B' y B(r)B', con variación a un déficit en invierno, B(i)B', hacia el Cusco.

En la estación meteorológica Puerto Maldonado, ubicado en la provincia de Tambopata (Figura N° 3.16), se registra un acumulado anual de precipitación de 2 156 mm y el máximo de lluvias ocurre durante el periodo de diciembre a febrero, con un acumulado mensual máximo de 326 mm. Las temperaturas del aire varían ligeramente en el transcurso del año; en el caso de la temperatura máxima varía en un rango térmico de 4°C y con una media de 32°C durante el año, con máximos en febrero y mínimos en junio. La temperatura mínima presenta un rango térmico de 5°C y con una media de 20°C durante el año, presentando máximos en diciembre y mínimos en julio.



**FIGURA N° 3.16. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN PUERTO MALDONADO**



**MAPA N° 3.17, CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS**

### 3.2.17. Departamento de Moquegua

El departamento de Moquegua, ubicado en la vertiente sur-occidental de los Andes, tiene doce tipos de climas fuertemente influenciados por el centro de alta presión atmosférica y la Corriente de Humboldt sobre el Pacífico sur oriental, que modulan el régimen de vientos, la cantidad de nubosidad, el ciclo anual de las lluvias y la temperatura del aire en la Costa. El clima predominante y que abarca alrededor del 50% del territorio, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2 000 m s. n. m. corresponde al tipo E(d)B', árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año y templado (Mapa N° 3.18).

La ciudad de Moquegua, capital de departamento, se ubica en esta franja seca y la estación meteorológica de Moquegua (Figura N°3.17) registra solo 11 mm de precipitación al año; los meses secos van de abril a octubre y entre noviembre y marzo solo llueve de 0.2 mm a 3.7 mm. La temperatura máxima del aire fluctúa entre 26°C y 27°C en el año, mientras que la temperatura mínima presenta una mayor estacionalidad con 13.5°C en verano, con un máximo de 13.7°C en febrero y 10°C en invierno, con un mínimo de 9.6°C en julio.

Sobre los 2 000 m s. n. m., en la provincia de General Sánchez Cerro se presentan los climas semiáridos, con invierno y primavera secos, templados, D(i,p)B', y fríos D(i,p)C'; y el clima semiárido y frío, con invierno seco, D(i)C'; el penúltimo tipo de clima ocupa mayor área en el sector de la cuenca del río Moquegua colindante con el departamento

de Tacna. En la parte más alta de la provincia de Mariscal Nieto predomina el clima C(i)E', que es semiseco y frígido, con invierno seco.

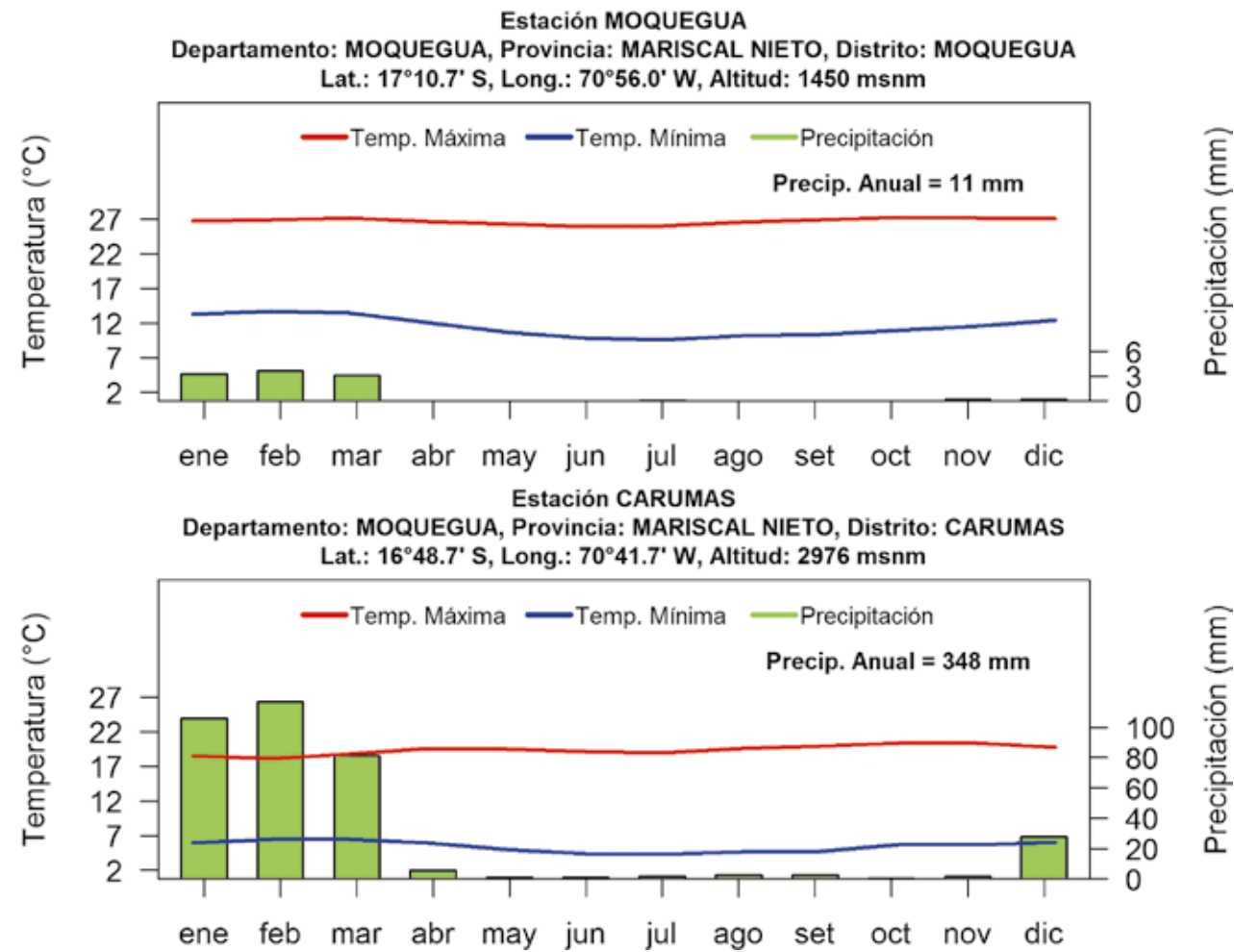
Desde la parte media central del departamento hacia los sectores de mayor altitud colindantes con los departamentos de Puno y Arequipa, predomina el clima C(i)C', que es semiseco y frío, con invierno seco, como en Carumas, provincia de Mariscal Nieto. También se presenta los climas: semiseco y semifrígido, con invierno seco, C(i)D' y C(o,i)C', que es semiseco y frío, con otoño e invierno secos.

En estas áreas de la provincia Mariscal Nieto (Figura N° 3.17), la temperatura máxima del aire a 2 976 m s. n. m. oscila entre 18°C y 20°C durante el año, mientras que las temperaturas mínimas no presentan mucha variación en el año en verano, bordeando los 6°C (con un valor máximo de 6.4°C en febrero y marzo) y en invierno alrededor de los 4.5°C (con un valor mínimo de 4.3°C en julio). Durante el año se acumulan alrededor de 348 mm de lluvia, con mayor precipitación en el verano, con un pico máximo en febrero con 117 mm, mientras que de abril a noviembre los acumulados fluctúan entre 0.8 mm y 2.6 mm.

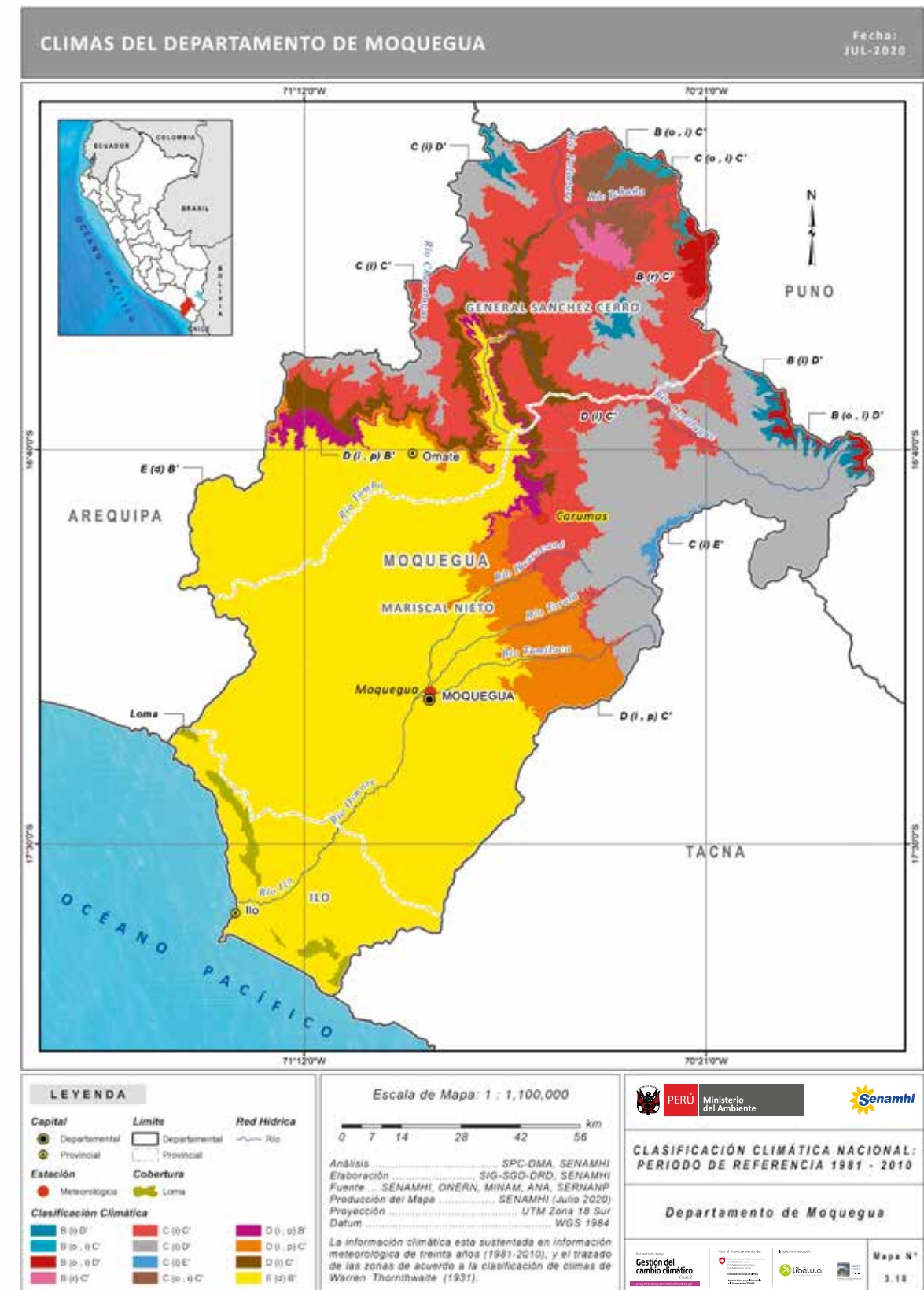
Los climas tipo B(o,i)C', B(i)D', B(r)C' y B(o,i)D', lluviosos con humedad durante el año o con otoño-invierno secos, y regímenes térmicos de frío a semifrígido, cubren las llanuras altas de las nacientes del Río Tambo sobre los 3 800 m s. n. m., en el límite con el sur de Puno. Son los territorios más fríos del departamento, donde las temperaturas



mínimas suelen descender en invierno a  $-2^{\circ}\text{C}$  entre junio y julio, mientras que las temperaturas máximas varían en el año entre  $19^{\circ}\text{C}$  y  $22^{\circ}\text{C}$ . Las lluvias alcanzan acumulados de 520 mm al año, con valores máximos en el verano y un pico de 141 mm en enero; en tanto que de mayo a setiembre los acumulados mensuales fluctúan entre 3mm y 7mm.



**FIGURA N° 3.17. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN MOQUEGUA Y CARUMAS**



**MAPA N° 3.18. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

### 3.2.18. Departamento de Pasco

El departamento de Pasco se ubica en la vertiente Oriental Central de los Andes peruanos y se extiende hasta las estribaciones orientales de ceja de Selva, con altitudes que van desde los 300 m s. n. m. en Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, hasta los 4 333 m s. n. m., en Chaupimarca, provincia de Pasco. Su configuración geográfica comprende de oeste a este, la región altoandina, las vertientes orientales y la Selva alta. Presenta 9 tipos de clima (Mapa N° 3.19).

La región altoandina comprende zonas emplazadas en los extremos sur y norte de las Cordilleras Huáyhuash y La Viuda, en las provincias de Daniel Alcides Carrión y Cerro de Pasco, con un relieve muy accidentado integrado por cumbres, pampas, lagunas y el Nudo de Pasco. Predomina el tipo de clima lluvioso y frío, con otoño e invierno secos, B(o,i)C'. El Nudo de Pasco y su proximidad a la región Amazónica, favorece la convergencia del flujo del aire (brisa de valle) durante el día en localidades altas, dando lugar a la formación de cobertura nubosa y lluvias abundantes. En la Puna (sobre 3 800 m s. n. m.), es frecuente la ocurrencia de nevadas en cualquier periodo de año.

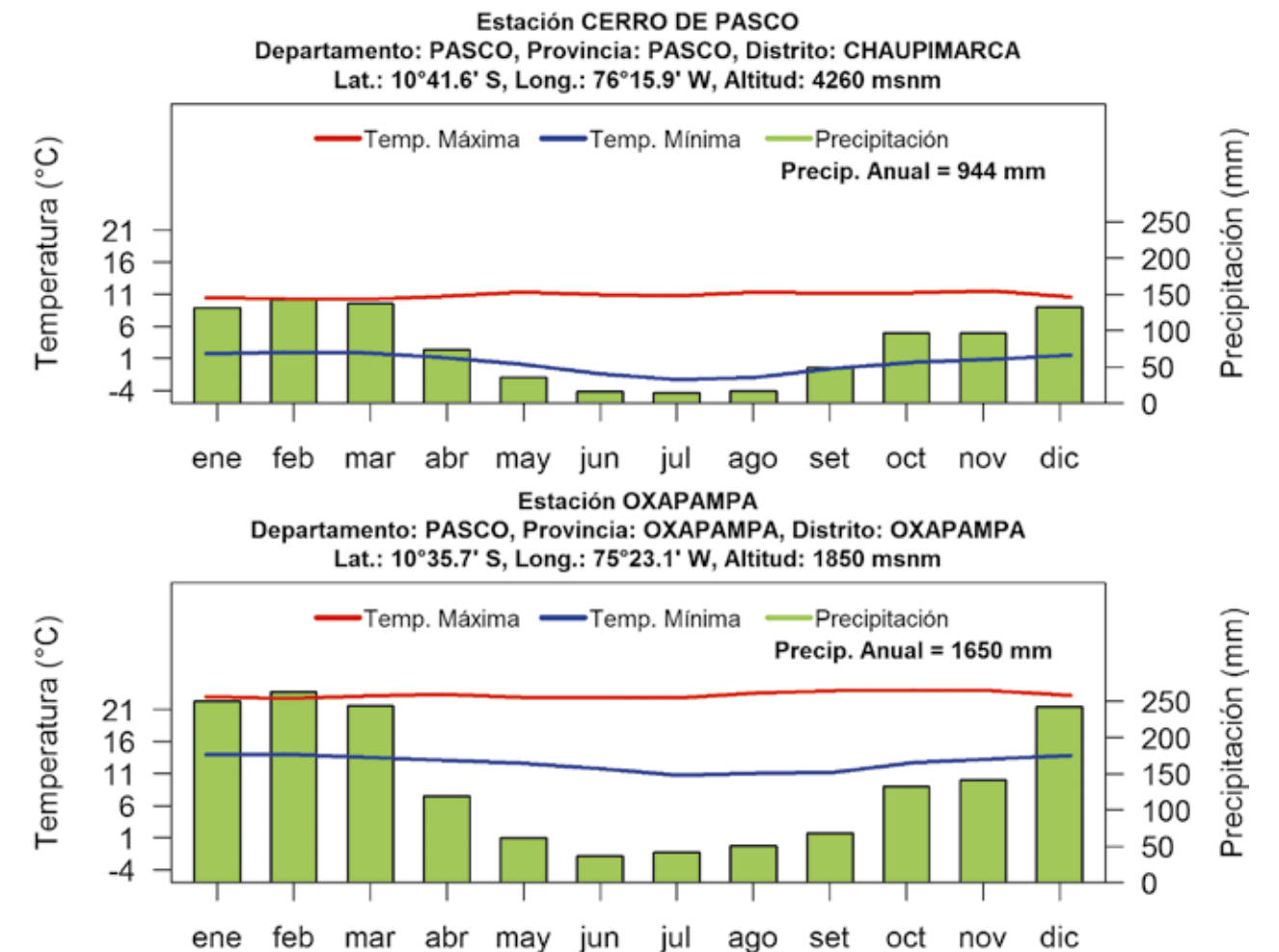
En las vertientes orientales y Selva alta de la provincia de Oxapampa, agreste región selvática donde se encuentra el Gran Pajonal y bosques húmedos y lluviosos, predominan los climas: B(r)B', lluvioso con humedad en todas las estaciones del año, y templado, que cubre parte de los distritos de Pozuzo, Huancabamba, Chotabamba, Oxapampa, Villa Rica, Palcazú, Puerto Bermúdez y Constitución. El clima semiseco y cálido,

con invierno seco, C(i)A', abarca parte de los distritos de Palcazú, Puerto Bermúdez y Constitución, y el clima semiseco y cálido, con humedad abundante en todas las estaciones del año, C(r)A', está presente en gran parte del distrito de Constitución y parte del distrito de Palcazú.

Los climas que cubren menor extensión incluyen: el muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año y templado, A(r)B'; el lluvioso y cálido, con humedad abundante todas las estaciones del año, B(r)A', en el norte del distrito de Constitución, provincia de Oxapampa; el lluvioso y semifrío, con humedad abundante todas las estaciones del año, B(r)D', en parte del distrito de Huayllay, provincia de Pasco; el clima semiseco y templado, con invierno seco, C(i)B', en parte del distrito de Palcazú, provincia de Oxapampa; y el clima de tipo semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año y templado, C(r)B', en parte de los distritos de Pucartambo y Huachón, provincia de Pasco y parte de los distritos de Pozuzo, Huancabamba, Palcazú, Villa Rica y Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa.

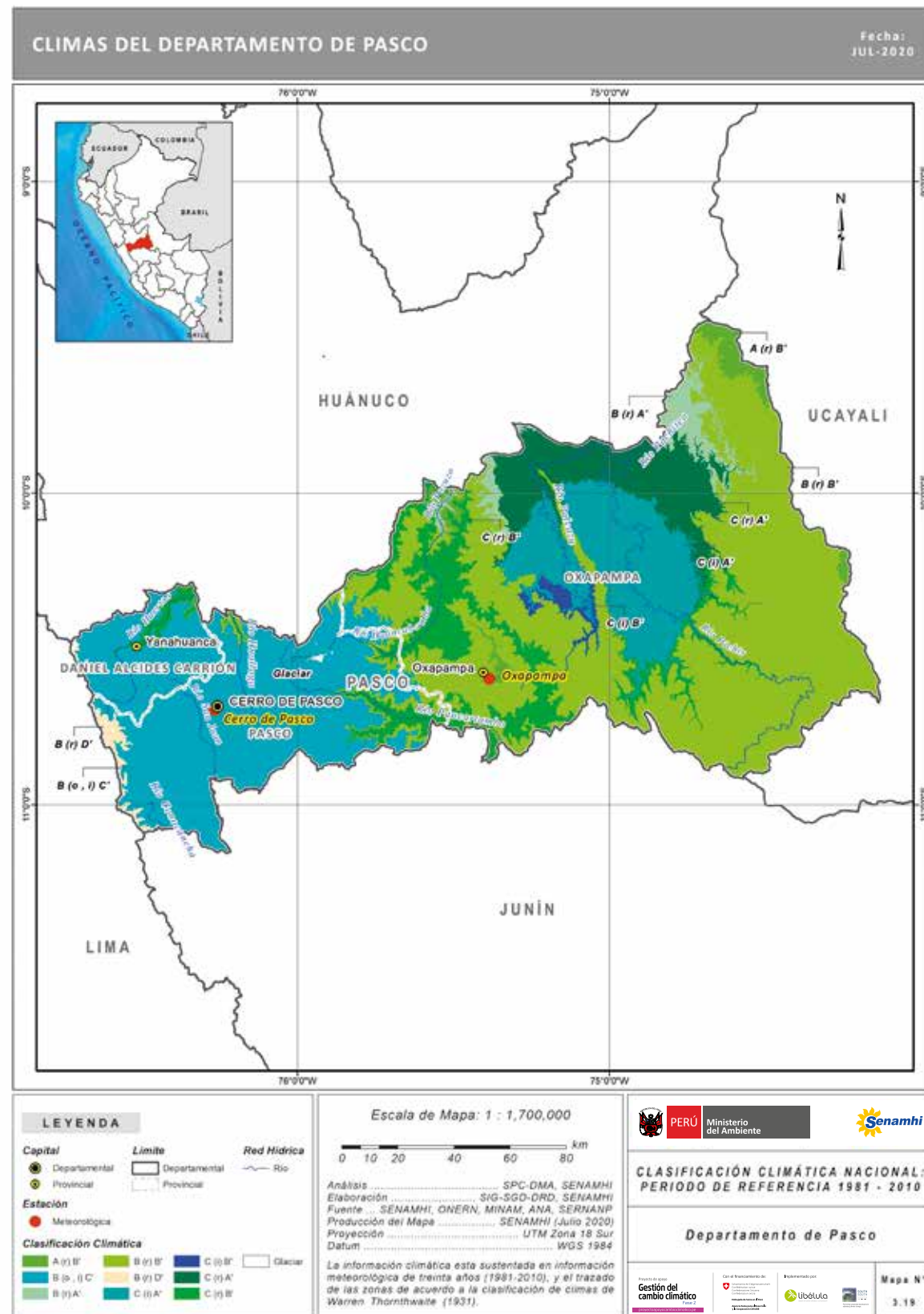
En la Figura N° 3.18, se puede observar que en la localidad de Cerro de Pasco (4 260 m s. n. m.), en la provincia de Pasco, la temperatura máxima oscila entre 10.2°C (marzo) a 11.5°C (noviembre) durante el año, y la temperatura mínima oscila entre -2.3°C (julio) a 2°C (febrero). Los mayores acumulados de lluvias, se presentan en los meses de verano, siendo el mayor de 142.4 mm en febrero, con un acumulado anual de 944 mm.

En Oxapampa (1 850 m s. n. m.), ubicada en la provincia de Oxapampa, la temperatura máxima oscila entre 22.7°C (febrero) y 24.0°C (octubre) durante el año, y la temperatura mínima fluctúa entre 10.8°C (julio) y 14.0°C (febrero). Las lluvias en esta región son abundantes y se presentan durante todo el año, teniendo los mayores acumulados mensuales durante el verano, siendo el mayor 262.8 mm en febrero, con un acumulado anual de 1 650 mm.



**FIGURA N° 3.18. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN CERRO DE PASCO Y OXAPAMPA**





MAPA N° 3.19. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE PASCO

### 3.2.19. Departamento de Piura

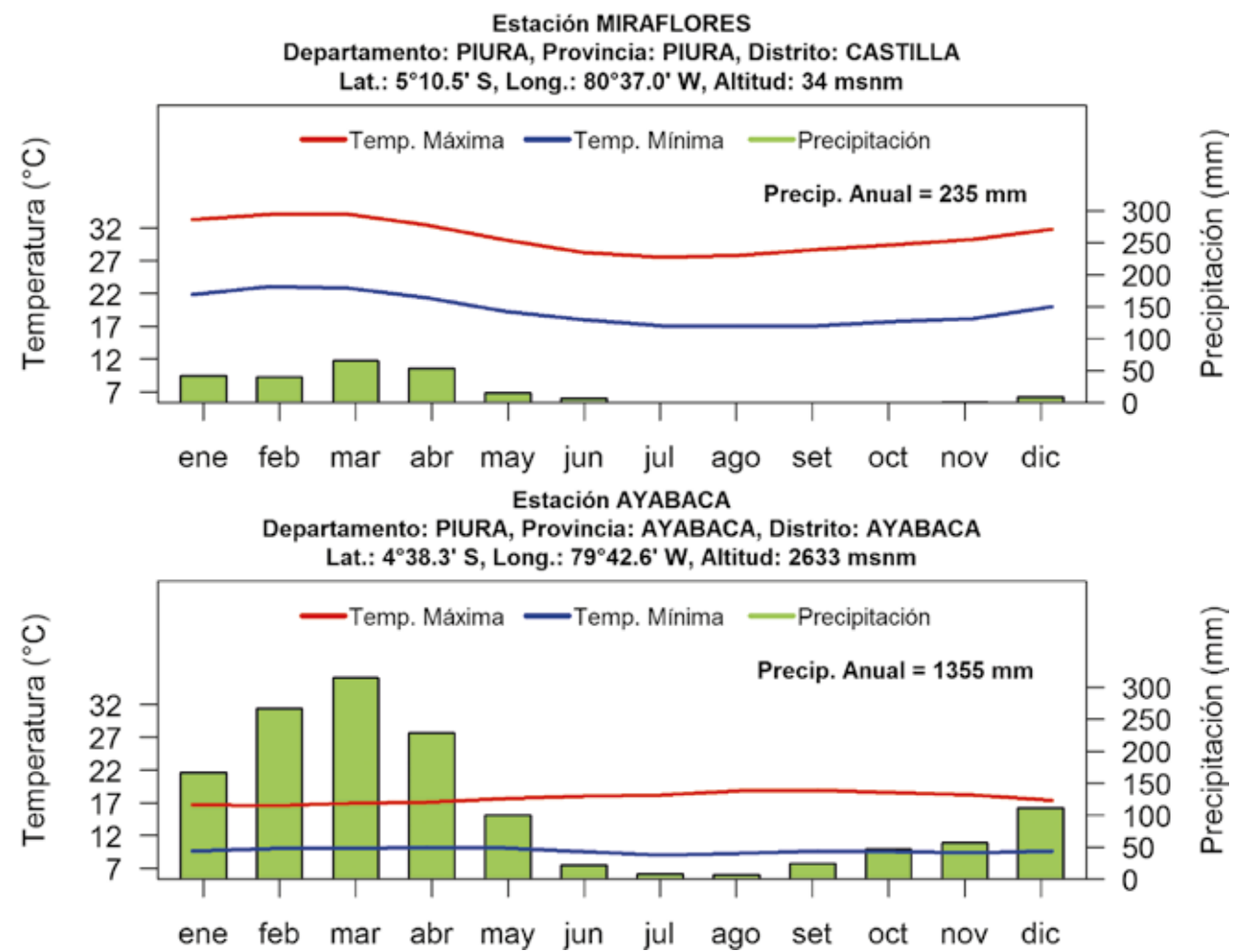
El departamento de Piura presenta 11 tipos de clima (Mapa N° 3.20). El de mayor extensión es el árido, que va desde el litoral hasta los 500 m s. n. m. y abarca las provincias de Talara, Sullana, Paita, Piura y Sechura, siendo cálido o templado, con deficiencia de humedad todo el año, E(d)A' y E(d)B'. Entre los 500 y 1 000 m s. n. m., en la provincia de Huancabamba y zonas altas de las provincias de Piura y Morropón, se presenta el clima semiárido y cálido, sin humedad en invierno y primavera, D(i,p)A'.

Conforme aumenta la altitud, entre los 1 000 y 3 500 m s. n. m. en las provincias de Ayabaca, Morropón y Huancabamba, se encuentran climas que van desde el semiseco hasta el lluvioso y muy lluvioso, con invierno seco o humedad en todo el año. Estos climas pueden variar entre el frío y templado, C(i)B', C(r)B', B(i)B', B(r)B', B(r)C' y A(r)B'. En las provincias de Sullana, Ayabaca y Morropón, también se presentan

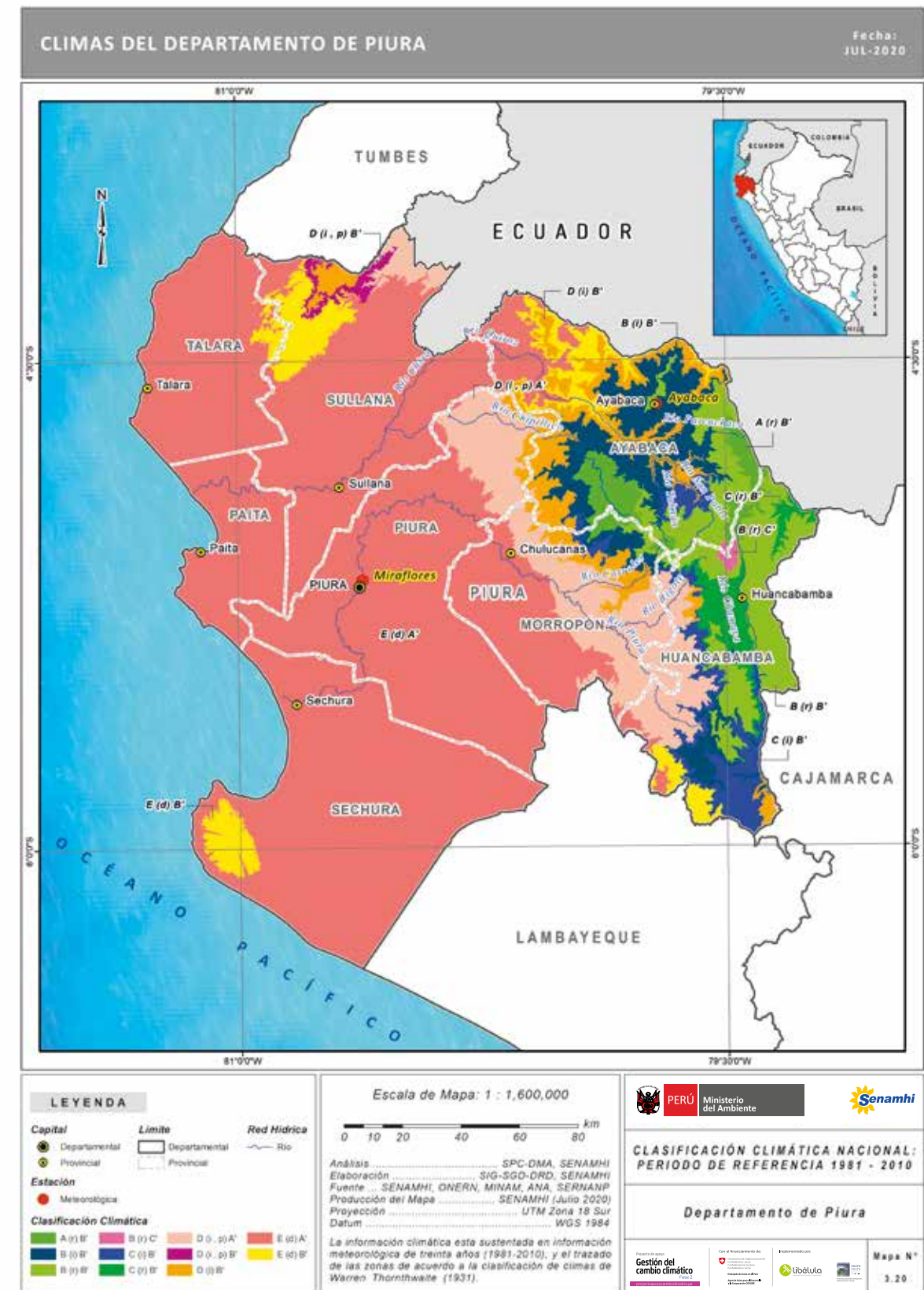
climas semiáridos y cálidos, con invierno y/o primavera seca, D(i,p)B' y D(i)B'.

En la Figura N° 3.19, se observa que en la estación meteorológica Miraflores, provincia de Piura (34 m s. n. m.), el clima es árido y cálido; la temperatura máxima oscila entre 27.5° C, en julio, y 34° C, en febrero y marzo; y la temperatura mínima, entre 17° C, en invierno, y 23° C, en verano. La precipitación anual es de 235 mm, mayormente en los meses de enero a abril, con 40 a 60 mm por mes.

En Ayabaca, sierra al noreste de Piura, a 2 633 m s. n. m., el clima es lluvioso y templado con invierno seco, donde la temperatura máxima oscila entre 16.5°C en febrero, y 19°C en setiembre y la temperatura mínima, alrededor de los 10°C durante todo el año. Anualmente llueve alrededor de 1 355 mm, concentrado entre febrero y abril, con 200 a 300 mm por mes.



**FIGURA N° 3.19.** DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN MIRAFLORES Y AYABACA



**MAPA N° 3.20.** CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE PIURA



### 3.2.20. Departamento de Puno

Puno es un departamento de orografía y condiciones climáticas complejas, albergando 18 tipos de climas (Mapa N° 3.21). En el extremo norte, en la vertiente amazónica de las provincias de Carabaya y Sandía, los climas son muy lluviosos a lluviosos, con humedad abundante todo el año, y cálidos, A(r)B' y A(r)A' y templados, B(r)B'. El Altiplano del centro y sur del departamento presentan climas semisecos, y fríos a semifríos, C(o,i)D', C(o,i)C', C(i)C' y C(i)D'; haciéndose más frío y seco hacia el extremo sureste de las provincias de El Collao, donde predomina el clima semiseco y frígido, con invierno seco, C(i)E'. En el perillago del Titicaca, la temperatura del aire y la precipitación son influenciados y morigerados por el Lago, de 8 500 km<sup>2</sup> de espejo de agua. El tipo de clima B(o,i)C', lluvioso y frío, deficiente en humedad en otoño e invierno, predomina en el departamento y cubre las provincias de Melgar, norte de Azángaro, sur de Carabaya, sureste de Sandía y Huancané.

Al sur del departamento y ocupando menores áreas, sobre las provincias de Collao, Chucuito y Puno se presentan climas muy lluviosos a lluviosos, fríos y frígidos, A(r)C', B(o,i)D', B(i)E', respectivamente.

Al sur de la provincia de Carabaya y centro de la provincia de Sandía, los climas van de muy lluviosos a semisecos, de fríos a semifríos, con humedad abundante en todas las estaciones del año, A(r)D', A(r)C', B(r)C', B(r)D' y C(r)D', y el clima glacial en las cumbres.

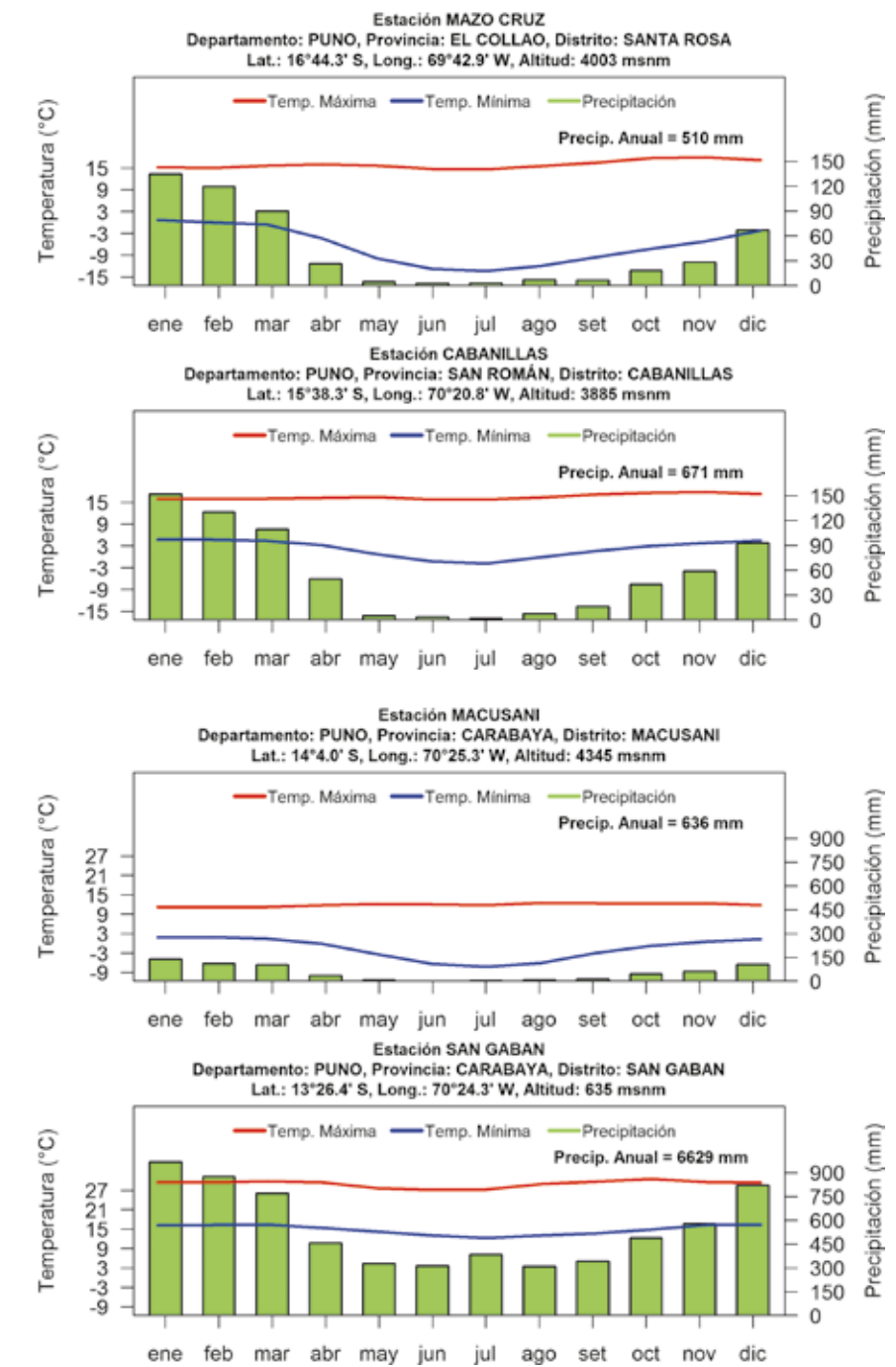
En la Figura N° 3.20, se observa que la estación meteorológica de Mazo Cruz,

ubicada a 4 003 m s. n. m. en la provincia del Collao, con clima semiseco y semifrío, con humedad deficiente en invierno, C(i)D', presenta temperaturas máximas que oscilan alrededor de 15°C a 18°C durante el año, mientras que las temperaturas mínimas en verano están alrededor de 0°C y en invierno, entre -13.3°C a -11.9°C. El acumulado anual de precipitación es de 510 mm, con el mayor valor de 134.7 mm en enero. Ocasionalmente en el otoño e invierno ocurren precipitaciones sólidas (nieve).

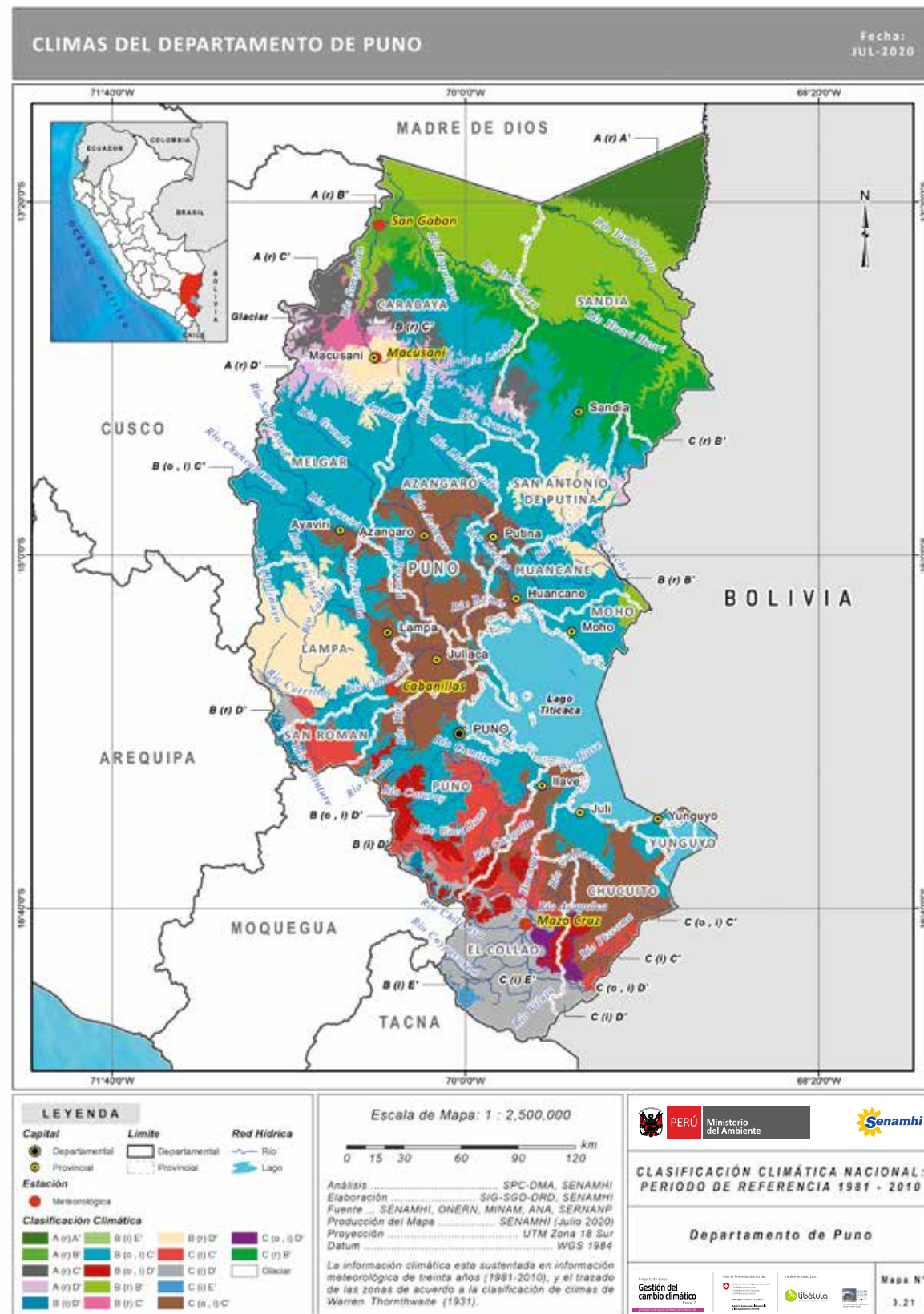
En la estación meteorológica de Cabanillas, situada a 3 885 m s. n. m., en la provincia de San Román, el clima es semiseco y frío, con humedad deficiente en otoño e invierno, C(o,i)C'; la temperatura máxima oscila alrededor de los 16°C, mientras que la mínima presentan valores alrededor de 4°C en verano y de -1°C en invierno. Las precipitaciones tienen su máximo de octubre a marzo (enero, 151.8 mm; febrero, 130.6 y marzo 109.3 mm) y mínimos menores a 10 mm entre mayo y agosto, con un acumulado anual es de 671 mm. En otoño e invierno es frecuente la precipitación de nieve.

En la estación meteorológica de Macusani, situada a 4 345 m s. n. m., capital de la provincia de Carabaya, el clima es lluvioso y semifrío, con humedad deficiente en invierno, B(i)D'; la temperatura máxima se encuentra alrededor de los 12°C durante el año y las temperaturas mínimas alrededor de los 2°C en verano y - 6.5°C en invierno. En esta localidad se registra un acumulado anual de precipitación igual a 636 mm, presentando el mayor acumulado mensual en enero con 138.4 mm.

En la estación de San Gabán, ubicada en Selva alta a 635 m s. n. m., provincia de Carabaya, el clima es muy lluvioso y templado, con humedad en todos los meses del año, A(r)B'; las temperaturas máximas y mínimas oscilan alrededor de 29°C y 15°C, respectivamente. La temperatura máxima promedio mensual cambia muy poco de mes a mes. Esta Localidad es una de las más lluviosas del país, siendo enero el de mayor precipitación con 966.4 mm y agosto el de menos lluvias con 309 mm; el acumulado anual llega a 6 629 mm.



**FIGURA N° 3.20. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN MAZO CRUZ, CABANILLAS, MACUSANI Y SAN GABAN**



MAPA N° 3.21. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO

### 3.2.21. Departamento de San Martín

El departamento de San Martín, ubicado en la Selva Norte del país, presenta 7 tipos de clima (Mapa N° 3.22). Los tipos B(r)A' y B(r)B', son los climas predominantes y se distribuyen ampliamente en todo el departamento; son lluviosos con humedad abundante en todas las estaciones del año, con regímenes térmicos entre cálido en el sector central oriental y templado en el sector occidental. Localidades como Tarapoto, Moyobamba y Navarro (figura N° 3.21), así como parte del ámbito de influencia del río Mayo al norte del departamento y gran parte del área de influencia del río Huallaga, se encuentran bajo la influencia de estos climas. Las fluctuaciones térmicas van de 20°C a 32°C durante el año; llueve todo el año con acumulados anuales de 1 502 mm y dos picos máximos uno en verano, 182 mm en marzo, y el otro en primavera, 152 mm en noviembre, con un mínimo acumulado de 62 mm en agosto. Ver Figura N° 3.21.

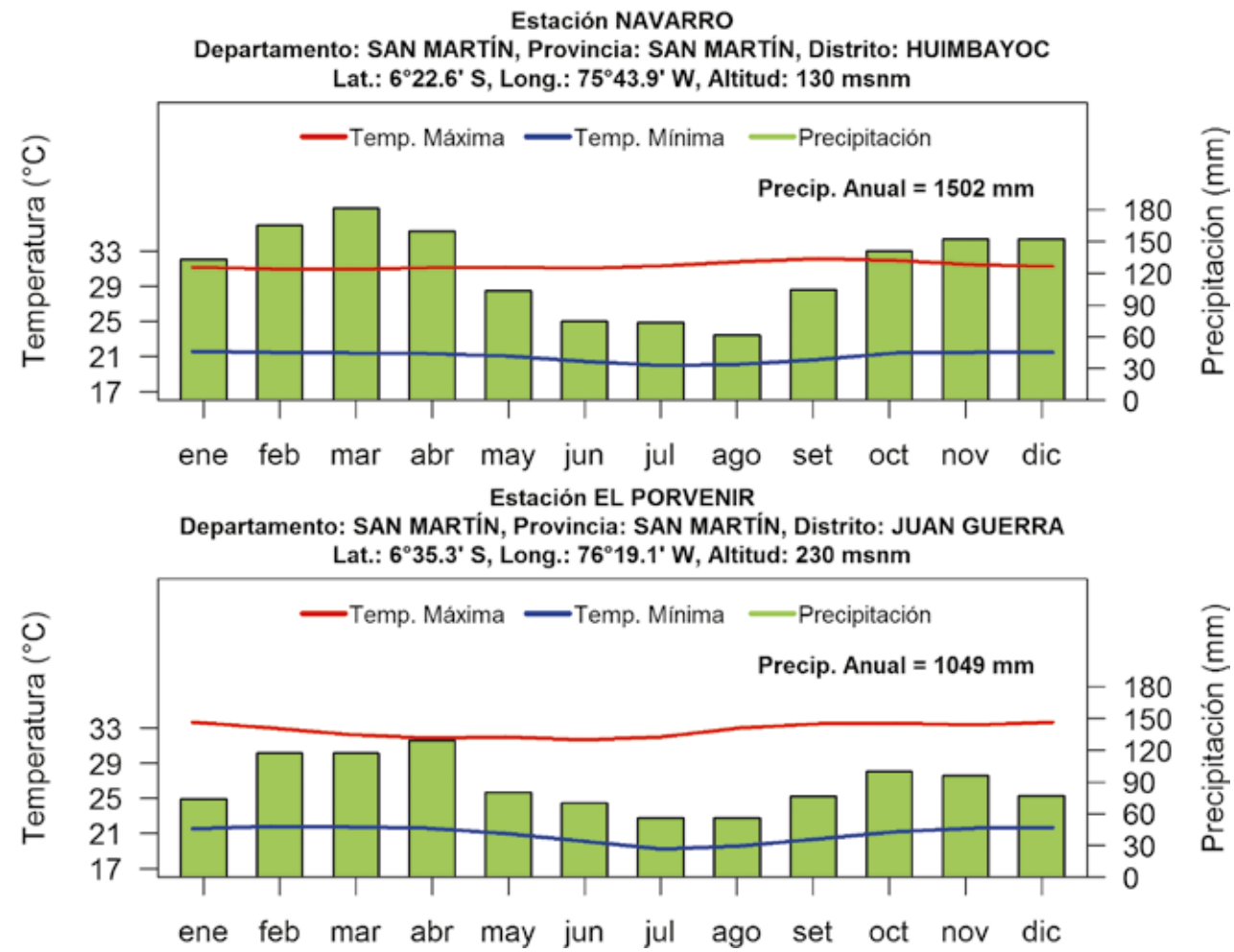
Un sector de la parte oriental norte del departamento, principalmente entre las provincias de Picota y Bellavista, parte de la localidad El Porvenir (Figura N° 3. 21) y proximidades de Juanjuí, presenta un clima

tipo C(r)A', semiseco y cálido, con humedad abundante en todas las estaciones del año. Las temperaturas máximas del aire durante el año oscilan alrededor de los 33°C, mientras que las temperaturas mínimas fluctúan alrededor de los 21°C en primavera y 19°C en invierno. Anualmente llueve en promedio 1 049 mm, concentrándose entre el verano y otoño, con un pico de 129 mm en abril y otro de 100 mm en octubre.

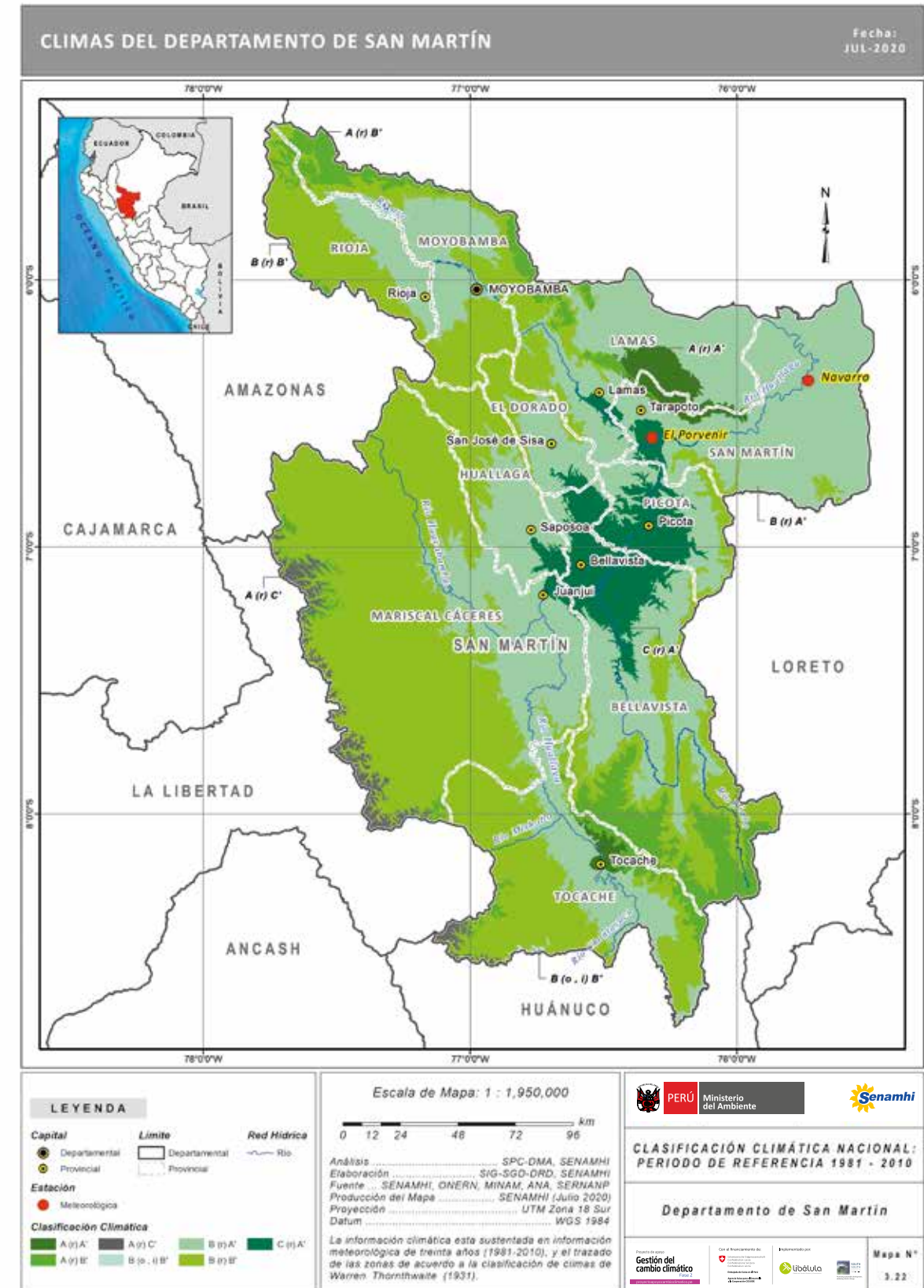
Los tipos de clima A(r)A' y A(r)B', muy lluvioso con abundante humedad todo el año, cálido y templado, cubren ámbitos reducidos entre las provincias de Tocache y Bellavista; con acumulados de lluvias anuales de hasta 2 460 mm en Tocache y 2 680 mm en Bellavista. Las temperaturas fluctúan entre los 20°C y 30°C en Tocache y entre 22°C y 33°C en Bellavista.

Los tipos de clima que ocupan menor área, son A(r)C', muy lluvioso y frío, con humedad abundante en todo el año, y el B(o,i)B', lluvioso y templado, con otoño e invierno secos. Estos climas se encuentran en el lado occidental del departamento, límite con los departamentos de La Libertad y Huánuco.





**FIGURA N° 3.21.** DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN NAVARRO Y EL PORVENIR



**MAPA N° 3.22.** CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

### 3.2.22. Departamento de Tacna

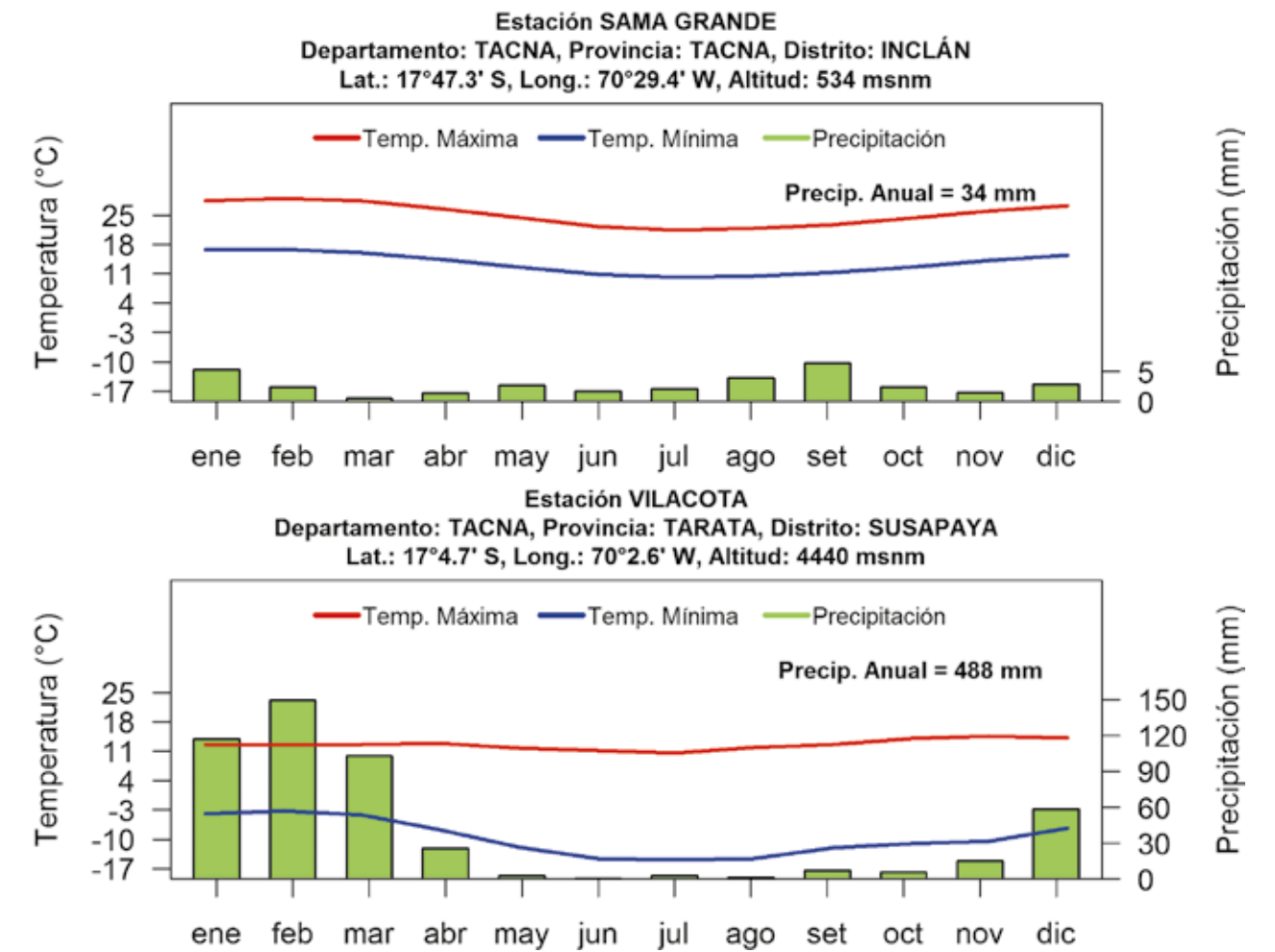
El departamento de Tacna presenta 8 tipos de clima (Mapa N° 3.23). El clima de mayor extensión es el árido, con deficiencia de humedad todo el año, y templado, E(d)B', que se encuentra en una extensa franja entre el litoral y los 2 500 m s. n. m., abarcando las provincias de Tacna y Jorge Basadre. Entre las cotas 2 500 y 4 000 m s. n. m. de las provincias de Jorge Basadre, Candarave, Tacna y Tarata, el clima es semiárido, sin humedad en invierno y primavera, y varía entre frío y semifrío, D(i,p)C', D(i)C' y D(i)D'. En las provincias de Tarata y Candarave, entre los 4 000 y 4 500 m s. n. m., el clima es semiseco sin humedad en otoño e invierno, variando entre semifrío y frío, C(o,i)E', C(i)E' y C(i)D'.

En altitudes superiores a 4 500 m s. n. m. de las provincias de Candarave y Tarata, el clima es lluvioso y frío, con invierno seco, B(i)E'. Es importante señalar que, bajo el clima árido, cerca al litoral, se encuentran ecosistemas aislados de lomas costeras

con características particulares de neblinas y vegetación en el invierno.

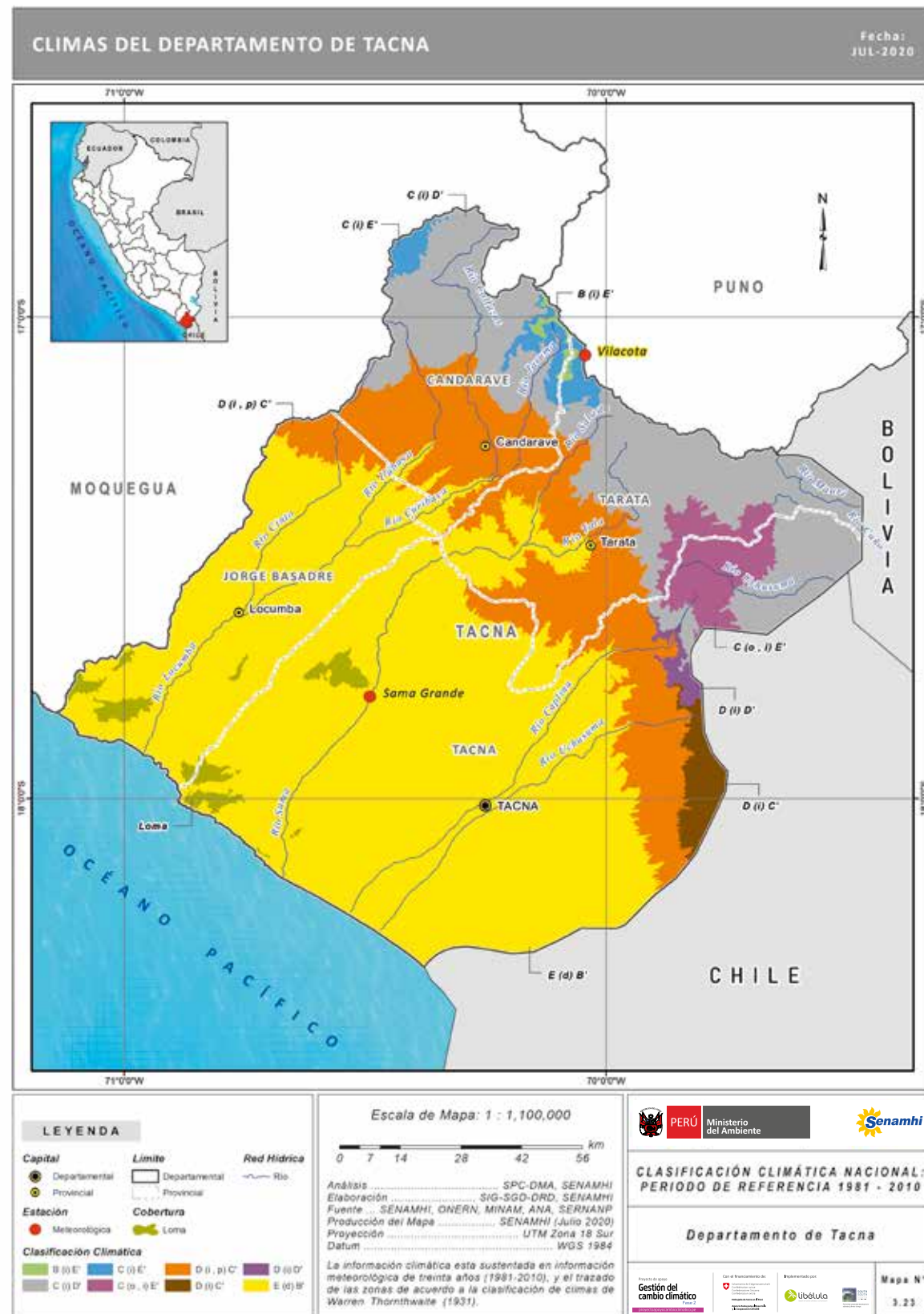
En la Figura N° 3.22, se observa que en el distrito de Tacna (estación meteorológica Sama Grande, 534 m s. n. m.) el clima es árido y templado, donde la temperatura máxima oscila entre 21°C en julio y 29°C en febrero, y la temperatura mínima, entre 10°C en julio y 17°C en febrero. La precipitación anual es de 34 mm, con acumulados de hasta 6 mm mensuales en los meses de enero, agosto y setiembre.

En la provincia de Tarata (estación meteorológica Vilacota, 4 440 m s. n. m.), el clima es semiseco y frío con invierno seco, donde la temperatura máxima se mantiene todo el año entre 10.5°C en julio y 14.5°C en noviembre, y la temperatura mínima, registra valores negativos todo el año entre -15°C en julio y -3°C, en febrero. Anualmente llueve alrededor de 488 mm, concentrado entre enero y marzo.



**FIGURA N° 3.22. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN SAMA GRANDE Y VILACOTA**





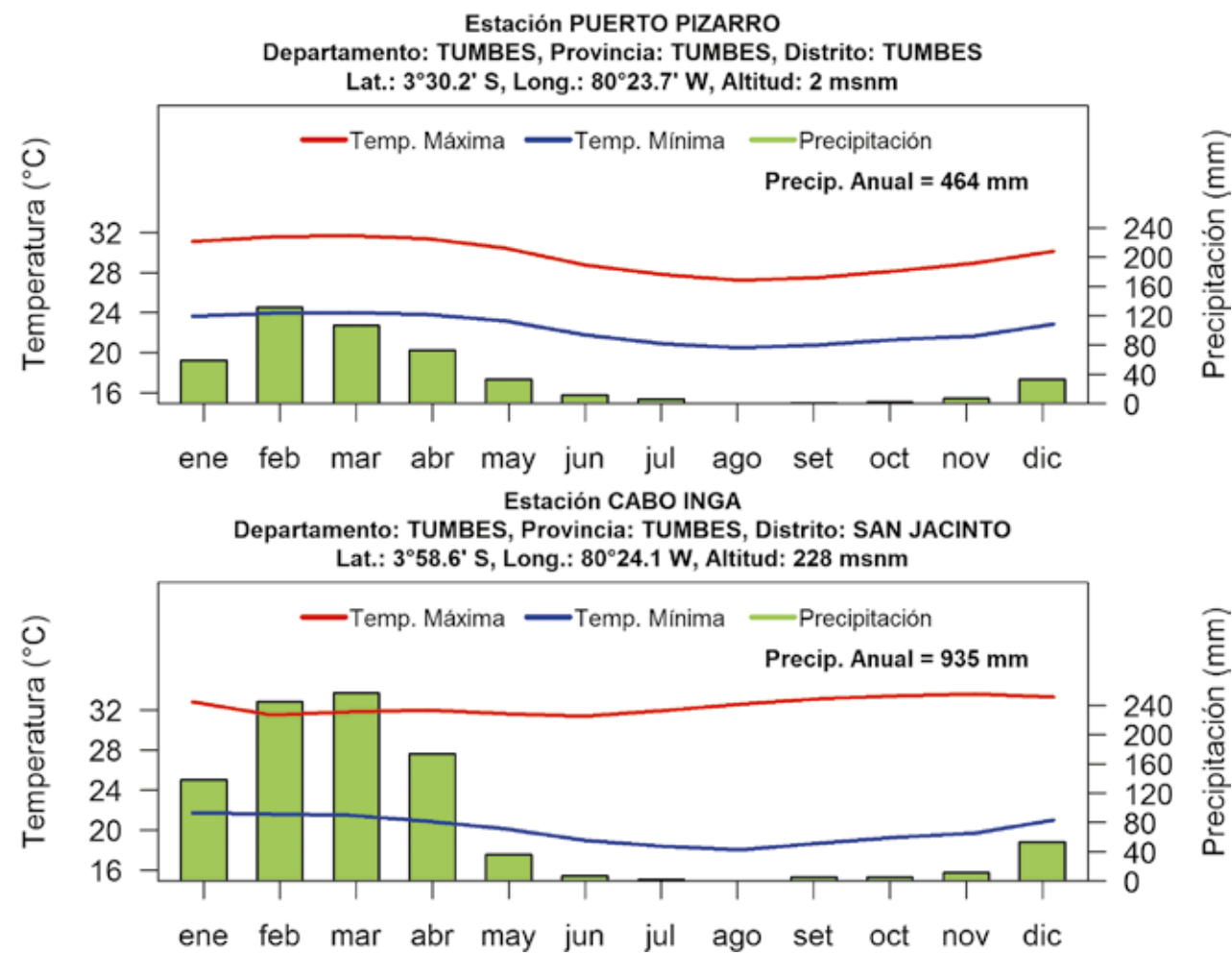
MAPA N° 3.23. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE TACNA

### 3.2.23. Departamento de Tumbes

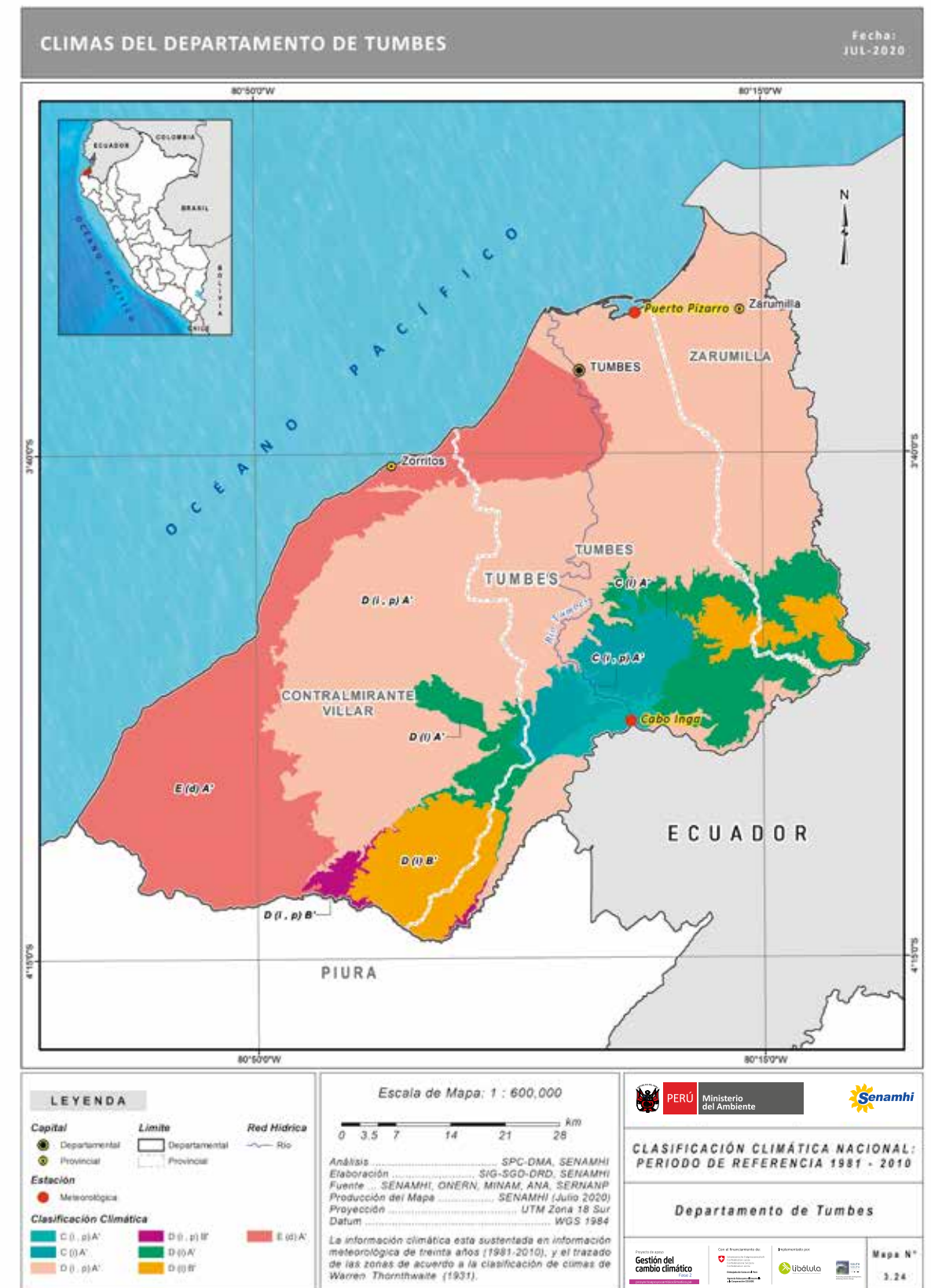
El departamento de Tumbes presenta 8 tipos de clima (Mapa N° 3.24). Los de mayor extensión son el semiárido y el árido, que se encuentran entre el litoral y los 400 m s. n. m. En la zona semiárida, no llueve en invierno ni en primavera y es cálida, D(i,p)A'. La zona desértica tiene deficiencia de humedad todo el año y es cálida, E(d)A', comprende las provincias del litoral a excepción de Zarumilla. Entre los 400 y 800 m s. n. m., se presentan climas semiárido y semiseco, con humedad deficiente en invierno y primavera; ambos climas son cálidos, C(i)A', D(i)A', C(i,p)A' y D(i,p)A'. Entre los 800 y 1 500 m s. n. m., el clima es semiárido y templado, con invierno y primavera secos, D(i,p)B' y D(i)B', donde la cobertura vegetal es de bosque seco.

En la Figura N° 3.23, se observa que en el distrito de Tumbes (estación meteorológica de Puerto Pizarro), el clima es semiárido y cálido, con temperatura máxima entre 28°C en agosto y 32°C en marzo, y la temperatura mínima, entre 20°C en agosto y 24°C en febrero y marzo. La precipitación anual es de 464 mm, mayormente en los meses de febrero a abril, con 80 a 120 mm por mes.

En el distrito de San Jacinto (estación meteorológica de Cabo Inga), al centro-este de Tumbes, el clima es semiseco y cálido, donde la temperatura máxima se mantiene todo el año entre 31°C en junio y 34°C en noviembre, y la temperatura mínima, fluctúa entre 18°C en agosto y 22°C en los meses de verano. Anualmente llueve alrededor de 935 mm, concentrado entre febrero y abril, con 170 a 260 mm por mes.



**FIGURA N° 3.23. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN PUERTO PIZARRO Y CABO INGA**



**MAPA N° 3.24. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE TUMBES**



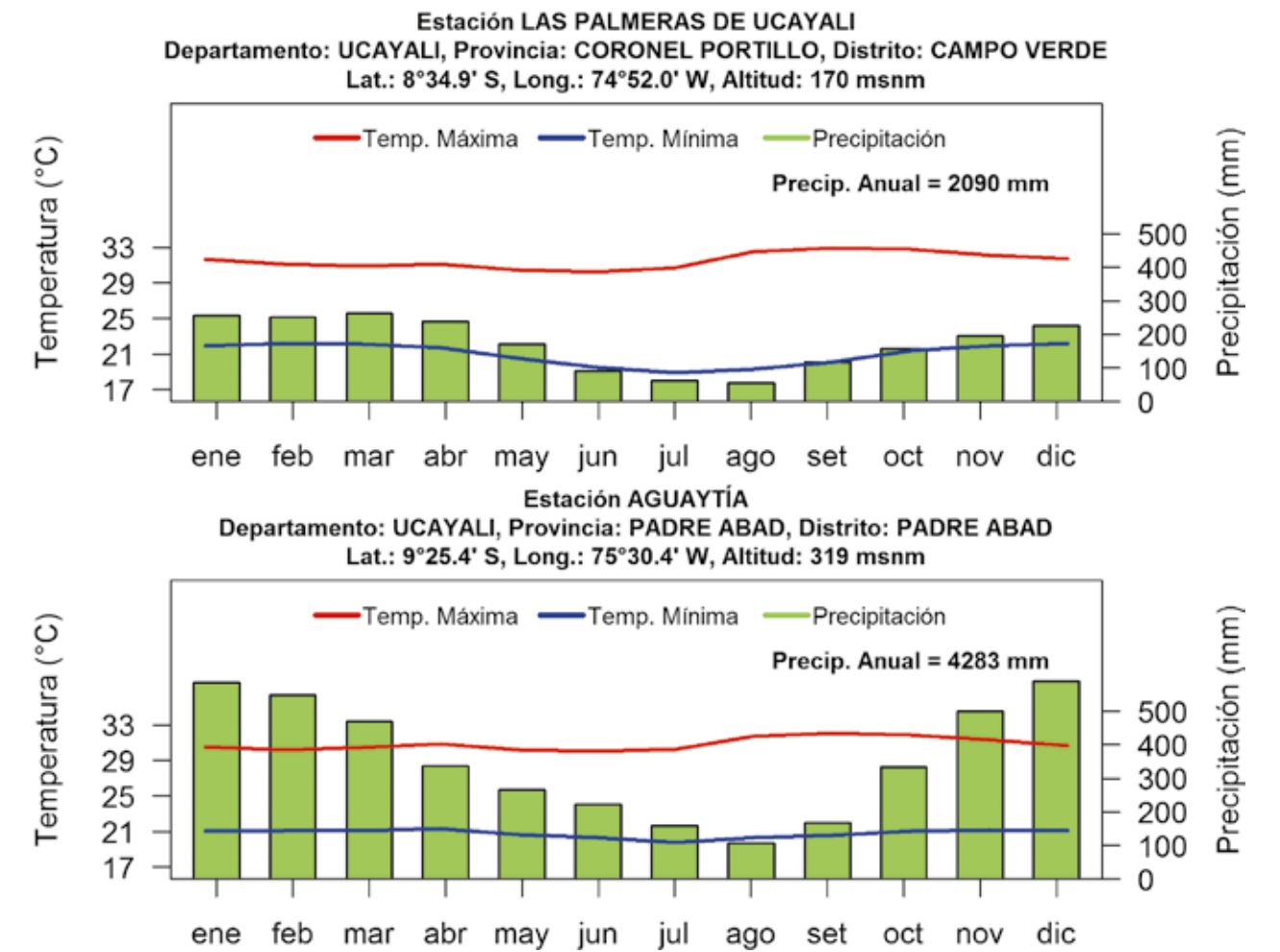
### 3.2.24. Departamento de Ucayali

Ubicado en la Selva Central del Perú, Ucayali presenta 4 tipos de clima (Mapa N° 3.25). El clima de mayor extensión es el lluvioso y cálido, con humedad en todo el año, B(r)A'; cubre la mayor parte de las cuatro provincias del departamento, Padre Abad, Coronel Portillo, Atalaya y Purús. Conforme aumenta la altitud, se encuentran climas muy lluviosos que pueden variar entre el cálido y templado, A(r)A', A(r)B', B(r)B', ubicados principalmente en las provincias de Padre Abad, Atalaya y Purús.

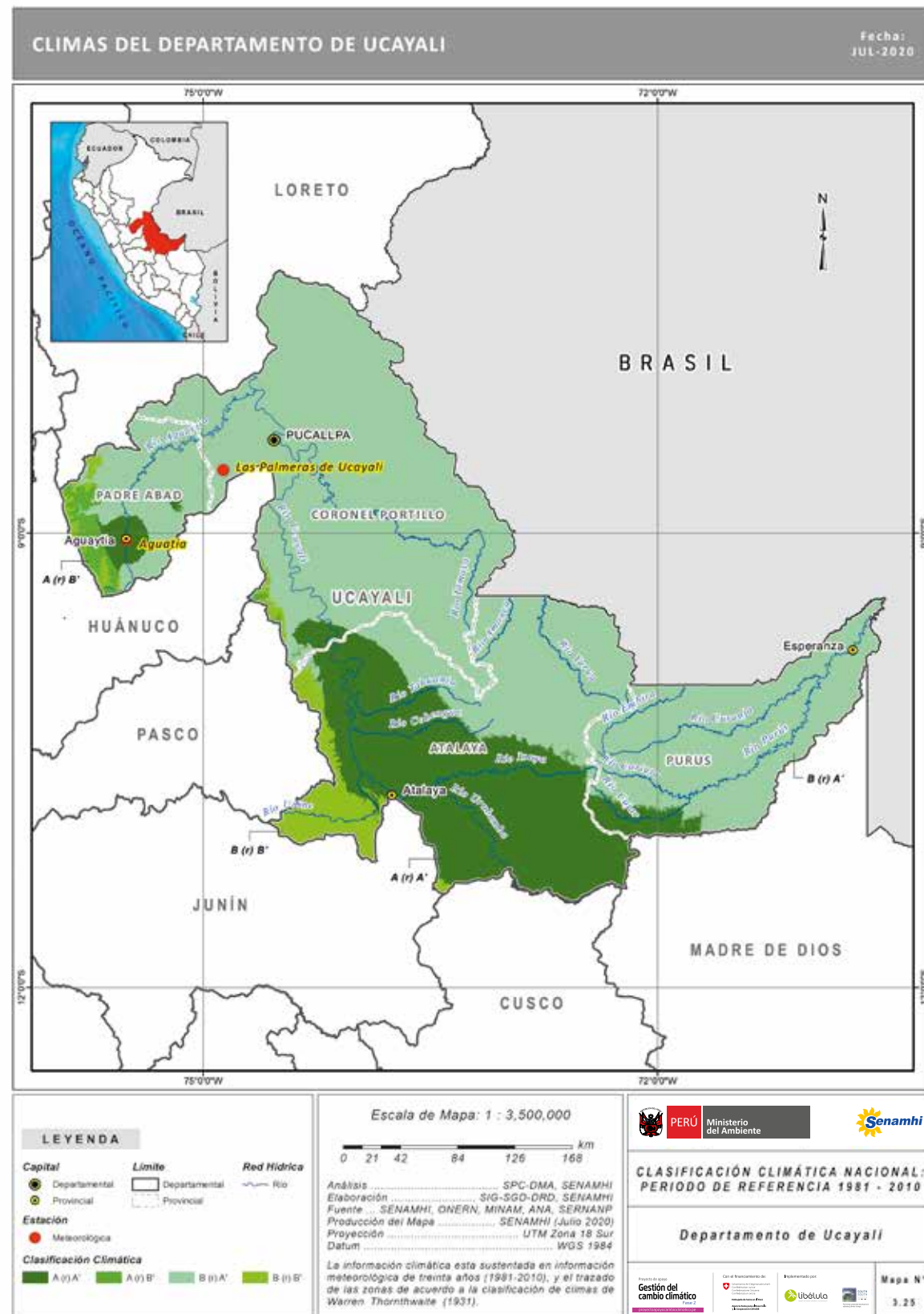
En la Figura N° 3.24, se observa que en Aguaytía el clima es muy lluvioso y cálido, con temperatura máxima entre 30°C, en verano y otoño y 32°C, en primavera; y la

temperatura mínima, entre 20°C, en los meses de invierno, y 21°C, en primavera y verano. La precipitación anual es de 4 283 mm, mayormente entre los meses de noviembre y marzo, con 450 a 560 mm por mes.

En la estación meteorológica Las Palmeras de Ucayali, en la provincia Coronel Portillo, el clima es lluvioso y cálido, con temperatura máxima entre 30°C en mayo y junio, y 33°C en setiembre y octubre; y la temperatura mínima, entre 19°C en julio y agosto y 22°C en los meses de verano. Anualmente llueve alrededor de 2 090 mm, concentrado entre diciembre y abril, con 210 a 260 mm por mes.



**FIGURA N° 3.24. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y LA PRECIPITACIÓN EN AGUAYTÍA Y LAS PALMERAS DE UCAYALI**



**MAPA N° 3.25. CLIMAS DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI**

### 3.3. Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático en los Climas del Perú

El clima no es estático, pudiendo fluctuar sustancialmente de año a año; es decir, existe variabilidad climática. El Cambio Climático, condición generada por el calentamiento global debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, implica que el clima está presentando cambios en los patrones de circulación oceánica y atmosférica de manera lenta y progresiva.

La variabilidad climática interanual en el Perú está influenciada principalmente por El Niño, que reemplaza las condiciones oceánicas frías típicas de nuestro mar por condiciones cálidas, que no solo aumenta las temperaturas del aire en la costa, sino que permite la ocurrencia de lluvias intensas. Durante los eventos extremos de El Niño en los años 1983 y 1998, las lluvias intensas e inundaciones en la Costa fueron destructivas, y las altas temperaturas del mar se presentaron no solo a lo largo de ella sino también en el Pacífico ecuatorial oriental y central. Estos eventos de escala espacial global, están asociados al fenómeno de interacción entre la atmósfera y el océano en el Pacífico ecuatorial conocido como El Niño - Oscilación del Sur (ENOS) y que, en sus casos más extremos, la activación de las tormentas en el Pacífico ecuatorial oriental y por consiguiente en el norte del mar peruano, es un mecanismo que les permite un mayor desarrollo (Takahashi & Dewitte, 2016).

Las fases de ENOS cálidas (El Niño) y frías (La Niña) afectan el clima global a través de "teleconexiones" asociadas a las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial

central, de manera que El Niño en dicha región tiende a producir condiciones más secas en la Sierra y Selva del Perú (Lavado y Espinoza, 2014; Sulca et al., 2017; Cai et al., 2020). Es así como, además de las lluvias, el evento de 1983, produjo una sequía severa en la Sierra sur, al igual que el evento de 1878 (Aceituno et al., 2009), mientras que El Niño de 2016 produjo sequías también en la Amazonía (L'Heureux et al. 2017; Jiménez-Muñoz et al., 2016). El evento "El Niño costero" de 2017 produjo fuertes lluvias, pero el calentamiento se restringió a zonas cercanas de la Costa, mientras que el Pacífico central se mantuvo relativamente frío (ENFEN 2017; Takahashi et al., 2018). Otros eventos "El Niño costero" notables fueron los de los años 1891 y 1925 (Takahashi y Martínez 2017). Debe considerarse que, asociado a El Niño, además de la influencia del océano Pacífico, también el océano Atlántico afecta la variabilidad climática, sobre todo en la región amazónica (Marengo y Espinoza 2016).

Por otro lado, el Cambio Climático, viene modulando: el retroceso de los glaciares, el aumento de nivel medio del mar, el incremento de la humedad atmosférica (que intensifica la variabilidad de la precipitación), y alteraciones de los patrones de circulación atmosférica en todas las escalas espaciales (global, regional y local), con la consecuente alteración espacial de los climas en todo el mundo (IPCC, 2013). Si bien existe una alta confianza que el ENOS seguirá siendo el modo dominante de variabilidad climática interanual y natural del siglo XXI, los modelos climáticos



proyectan un aumento en la frecuencia de los eventos El Niño fuertes en el Pacífico oriental, como los de 1983 y 1998 (Cai et al., 2018). Además, hay referencias de que la frecuencia de los eventos “El Niño costero” también podría aumentar (Peng et al., 2019).

De lo mencionado anteriormente, es muy probable que los tipos de Clima del Perú, puedan presentar expansiones y/o contracciones de sus actuales ámbitos geográficos dado que las temperaturas de la superficie y subsuperficie del mar peruano, particularmente frente a la costa norte, tienden a incrementarse. Así por ejemplo, en el clima semiárido que exhibe la costa norte en el departamento de Tumbes, en el futuro podría extenderse hacia el sur, hacia la zona costera del departamento de Piura, debido a que las tendencias climáticas de precipitación indican incrementos del 20% para esta región (SENAMHI, 2020). Asimismo, la evaluación de escenarios climáticos entre los años 2036 y 2065, muestran incrementos de esta variable entre el 10% y 20% (MINAN, 2016); así, el clima árido de la Sierra sur occidental se extendería a mayores altitudes. Debido a que se proyecta mayor calentamiento a mayor altitud, lo que aumentaría la evapotranspiración, los climas glaciares de Áncash, Lima, Cusco y Puno, entre otros, se reducirán significativamente y la cota

de deshielo podría superar los 5000 m. s. n. m., mientras los de extensión reducida por debajo de dicha cota, desaparecerán. Los climas de los bosques de neblinas, con una muy alta biodiversidad ubicados en la Selva alta, se contraerían y migrarían a mayores altitudes y en algunas localidades desaparecerían, debido a una reducción de la nubosidad a menores altitudes a medida que aumentan las temperaturas, lo que implicaría una inmersión menos frecuente del bosque en las nubes y, por lo tanto, una menor captación de agua por parte de la vegetación, con el consiguiente desecamiento del ecosistema.

Dado que los climas de la vertiente oriental de los Andes también dependen del funcionamiento de la biosfera amazónica, la continua degradación masiva del suelo (deforestación) repercutiría en los climas y microclimas ya sea expandiéndose o contrayéndose geográficamente, e incluso desapareciendo algunos microclimas ubicados en la alta montaña como son los humedales (FAO, 2016).

Se proyecta un siguiente estudio utilizando los resultados de los escenarios de Cambio Climático al 2050 generados por el SENAMHI, para evaluar cómo podrían cambiar los tipos de clima y su distribución geográfica en el Perú en las próximas décadas.

## 4. ANEXOS

### 4.1. Anexo 1: Validación Cruzada del Modelo Estadístico de Interpolación

En la validación cruzada por el método K-fold, la data es particionada en k segmentos de igual o casi igual tamaño, posteriormente se realizan K iteraciones de entrenamiento y validación, de tal manera que dentro de cada iteración se retiene un segmento diferente de los datos para la validación, mientras que los k-1, segmentos restantes, se usan para el procesamiento. Los datos se estratifican antes de dividirse en k segmentos (Refaeilzadeh et al, 2008).

Se evalúan como medidores de bondad de ajuste el Error Medio Cuadrático (RMSE), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el error medio absoluto (MAE). Ver Cuadros N° 4.1 y N° 4.2.

Los resultados de los supuestos de validación permiten usar la técnica de regresión múltiple como ecuación para realizar la interpolación espacial. Las medidas de bondad de ajuste mostradas tras hacer la validación cruzada, indican que el método de regresión lineal múltiple es representativo al estimar a nivel espacial los índices de precipitación efectiva y eficiencia térmica, presentando valores más significativos para el primer índice. Los valores cercanos a cero obtenidos del RMSE y MAE indican que presentan una mejor estimación para los meses de verano e invierno.

**CUADRO N° 4.1. RESULTADOS POR MES DE LA VALIDACIÓN CRUZADA PARA EL CASO DEL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA**

Meses	RMSE	$R^2$	MAE
ENERO	0.47	0.79	0.34
FEBRERO	0.49	0.76	0.37
MARZO	0.48	0.77	0.37
ABRIL	0.45	0.77	0.35
MAYO	0.4	0.8	0.31
JUNIO	0.37	0.79	0.27
JULIO	0.38	0.75	0.28
AGOSTO	0.37	0.74	0.28
SEPTIEMBRE	0.44	0.72	0.34
OCTUBRE	0.51	0.73	0.41
NOVIEMBRE	0.5	0.75	0.38
DICIEMBRE	0.48	0.79	0.35

El Cuadro N° 4.1, muestra los resultados del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la validación cruzada para el Índice de Precipitación Efectiva, con valores de 0.79 a 0.8 en los meses de enero, mayo, junio y diciembre, y de 0.72 a 0.76 en los meses restantes. Los resultados del error medio cuadrático (RMSE) presentan una oscilación, en la cual el mínimo valor es de 0.37 y se registra en junio y agosto. De igual forma, para el error medio absoluto (MAE), los valores más cercanos a cero son 0.27 y 0.28, se registran para los meses de junio, julio y agosto.

El Cuadro N° 4.2, muestra los resultados del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la validación cruzada para el Índice de Eficiencia Térmica, con valores de 0.92 a 0.95 desde diciembre hasta abril. Los resultados del error medio cuadrático (RMSE) presentan una variación, en la cual el mínimo valor es 0.73 y se registra en febrero. De igual forma, para el error medio absoluto (MAE), el valor mínimo es 0.55 y se obtiene para el mes de febrero.

**CUADRO N° 4.2. RESULTADOS POR MES DE LA VALIDACIÓN CRUZADA PARA EL CASO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA TÉRMICA**

Meses	RMSE	$R^2$	MAE
ENERO	0.76	0.94	0.58
FEBRERO	0.73	0.95	0.55
MARZO	0.74	0.95	0.56
ABRIL	0.82	0.93	0.63
MAYO	0.96	0.91	0.75
JUNIO	1.1	0.89	0.9
JULIO	1.16	0.87	0.96
AGOSTO	1.2	0.86	0.99
SEPTIEMBRE	1.15	0.86	0.94
OCTUBRE	1.08	0.87	0.88
NOVIEMBRE	0.98	0.89	0.78
DICIEMBRE	0.84	0.92	0.66

## GLOSARIO

**Afloramiento:** También llamado divergencia costera, es el proceso por el cual las capas más profundas del océano son elevadas hacia la superficie como consecuencia de la acción del viento, elevando así aguas frías.

**Anticiclón:** Cuerpo grande de aire en el cual la presión atmosférica excede a la del aire que existe a su alrededor. Los vientos de un anticiclón soplan en sentido contrario a las agujas del reloj para el hemisferio Sur.

**Atmósfera:** Capa gaseosa que envuelve el planeta Tierra. Se compone de una mezcla de gases, principalmente nitrógeno, oxígeno y argón, así como vapor de agua y dióxido de carbono. En conjunto, esta mezcla recibe el nombre de aire.

**Bondad de ajuste:** Sirve para medir el grado de discrepancia del modelo estadístico evaluado en base a los valores observados y esperados.

**Celsius:** Escala de temperatura en la cual 0°C grados representa el punto de congelamiento del agua y 100°C grados, su punto de ebullición.

**Clasificación climática:** Consiste en el agrupamiento sistemático de las características climáticas similares que presenta el lugar.

**Clima:** Síntesis de condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadística (media o promedio y su variabilidad de 30 años) a largo plazo (varía de meses a miles de millones de años) de los

elementos meteorológicos (temperaturas, precipitación, vientos, entre otros) en dicho lugar.

**Clima Árido:** Es un clima que carece de humedad efectiva que promueva la vida, es decir que la precipitación es insuficiente o inadecuada para mantener la vegetación. La aridez se mide comparando el suministro de agua promedio a largo plazo (precipitación) con la demanda de agua promedio a largo plazo (evapotranspiración). Si la demanda es mayor que la oferta, en promedio, entonces el clima es árido.

**Convergencia:** Encuentro de flujos de viento en algún nivel de la atmósfera, lo que genera un ascenso o descenso del aire. También ocurre por la brusca desaceleración de la velocidad del viento, ya sea por efectos naturales o por la fricción del suelo.

**Convección:** Movimientos verticales en la tropósfera de volúmenes (parcelas) de masas de aire; esta dinámica promueve el transporte de calor y humedad desde la superficie terrestre hacia niveles más altos de la tropósfera.

**Corriente en Chorro:** Corrientes de aire ondulantes, de altas velocidades (50 m/s o más) presentes en la tropósfera superior, cuya longitud es de miles de kilómetros, un ancho de cientos de kilómetros y una profundidad de 1 a 2 km.

**Declinación solar:** Es la distancia angular medida en grados de la posición del sol respecto a la línea ecuatorial.



**Estratósfera:** Capa de la atmósfera situada sobre la tropopausa que se extiende debajo de la mesosfera (entre 10 y 50 km). Se caracteriza por el incremento de la temperatura del aire con la altura y donde se encuentra el ozono, que protege a la tropósfera de la radiación ultravioleta.

**Fisonomía de la vegetación:** Aspecto exterior de la vegetación natural (bosque, sabana, estepa, pradera, semiárido, desierto)

**Formato vectorial:** Formato en el que la imagen se compone por vectores, usando la matemática para generar un vector entre dos puntos de anclaje, representando a los objetos como puntos, líneas o polígonos.

**Geodiversidad:** Es la variedad de elementos naturales tales como: minerales, rocas, suelos, formas terrestres y sus paisajes y procesos geomorfológicos y geológicos activos. Describe la variedad dentro de la naturaleza abiótica.

**Hielo perenne:** Hielo formado en las cumbres de altas montañas, que dura indefinidamente o por un tiempo muy largo.

**Homocedasticidad:** Característica de un modelo de regresión lineal que indica que la varianza de los errores es constante en el conjunto de observaciones

**Lluvioso:** Período de tiempo en que llueve mucho o se observan muchas precipitaciones. En el Perú se extiende desde diciembre hasta marzo.

**Masa de aire:** Cuerpo de aire grande aproximadamente homogéneo que tiene características horizontales de temperatura y humedad similares.

**Meteorología:** Estudio de la física, la química y la dinámica de la atmósfera y los efectos directos de la atmósfera sobre la superficie terrestre, los océanos y la vida en general.

**Multilinealidad:** Existencia de relaciones aproximadamente lineales entre las variables explicativas del modelo.

**Normales Climatológicas:** Se definen como los valores medios de los datos climatológicos calculados para periodos consecutivos de 30 años actualizables cada 10 años.

**Orografía:** El estudio de la geografía física de las montañas y de las cordilleras de montañas, así como las elevaciones que puedan existir en una zona particular.

**Presión atmosférica:** Es el peso (k) de la columna de la atmósfera por unidad de superficie (m<sup>2</sup>), cuya altura se extiende hasta el límite exterior de la atmósfera.

**Raster:** Imagen con una matriz de píxeles organizadas en filas y columnas en la que cada celda contiene un valor que representa información

**Regresión lineal múltiple:** Técnica estadística usado para medir la relación de una variable respuesta a partir de variables predictoras.

**Tiempo atmosférico:** O tiempo meteorológico, es el estado actual de las condiciones atmosféricas como las relacionadas a la temperatura, precipitaciones, humedad y vientos.

**Trópicos:** Área del globo comprendida entre los 23,5 grados de latitud norte y 23,5 grados de latitud sur.

**Tropósfera:** Es la primera capa de la atmósfera, donde suceden todos los fenómenos meteorológicos. Está limitada por la superficie del planeta en su parte inferior y por la tropopausa por la parte superior. Tiene una altitud variable que fluctúa entre los 9 km en los Polos y cerca a los 18 km en la zona ecuatorial.

**Vientos Alisios:** Vientos que circulan en la zona tropical, desde los 35°S aproximadamente hacia el Ecuador. Soplan desde el noreste en el hemisferio Norte y del sureste en el hemisferio Sur debido a la rotación de la Tierra.

**Zona Árida:** Donde las precipitaciones en el invierno son menores a los 200 mm o menor a los 400 en la estación de verano.

**Zona Húmeda:** Zona en la que la precipitación es mayor que la evaporación.

**Zona Semi-árida:** Donde las lluvias en invierno varían entre 200 a 500 mm o entre 400 a 600 mm en el verano. Esta precipitación no es suficiente para mantener los cultivos, debido a que la evaporación sobrepasa frecuentemente los valores de precipitación.

**Zona Templada:** Cualquiera de las dos zonas latitudinales sobre la superficie de la Tierra que está entre 23°27' y 66°32'N y S (zona templada norte y zona templada sur, respectivamente). Es una de las tres subdivisiones del clima matemático, que, a su vez, es la más antigua y simple forma de clasificación climática. Las otras divisiones son la zona frígida y la zona tórrida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua-ANA, (2016). Priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos. Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. Lima.
- Autoridad Nacional del Agua-ANA, (2018). Inventario Nacional de Glaciares. Las cordilleras glaciares del Perú.
- Aceituno, P., del Rosario Prieto, M., Solari, M. E., Martínez, A., Poveda, G., & Falvey, M. (2009). The 1877–1878 el Niño episode: associated impacts in south America. *Climatic Change*, 92(3-4), 389–416.
- Andrade, M. F. (Ed.) (2018). Atlas - Clima y eventos extremos del Altiplano Central peru-boliviano / Climate and extreme events from the Central Altiplano of Peru and Bolivia 1981–2010. *Geographica Bernensia*, 188 pp., DOI: 10.4480/GB2018.N01
- Barreto, C. (2016). Comportamiento de la Alta de Bolivia hacia finales del siglo XXI bajo el escenario de emisión RCP8.5. Tesis Ing. Meteorólogo, Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM. Lima, 18.p.
- Barrett, S; Hameed, S. (2017). Seasonal Variability in Precipitation in Central and Southern Chile: Modulation by the South Pacific High. *American Meteorological Society*.
- BJERKNES, J. (1969). ATMOSPHERIC TELECONNECTIONS FROM THE EQUATORIAL PACIFIC, *Monthly Weather Review*, 97(3), 163–172. Retrieved Jan 18, 2021, from [https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/97/3/15200493\\_1969\\_097\\_0163\\_atftep\\_2\\_3\\_co\\_2.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/97/3/15200493_1969_097_0163_atftep_2_3_co_2.xml)
- Febre, C. (2018). Estudio de la Dinámica y Patrones de Circulación Media del Jet Costero de Bajos Niveles en la Costa Central y Sur del Perú. Tesis Ing. Meteorólogo, Universidad Nacional Agraria La Molina- UNALM. Lima.
- Cai, W., Dewitte, B., Wu, L., Santoso, A., Takahashi, K., Yang, Y., Carreric, A., McPhaden, M. J., (2018): Increased variability of eastern Pacific El Niño under greenhouse warming, *Nature*, doi:10.1038/s41586-018-0776-9.
- Christidis, N., Betts, R. A. & Stott, P. A. The extremely wet March of 2017 in Peru. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*100, S31–S35 (2019).
- FAO, (2016). Los Bosques y el Cambio Climático en el Perú.
- Garreaud, R. D. & Aceituno, P. (2007). Atmospheric Circulation over South America: Mean Features and Variability. In: Veblen, T., Young, K. & Orme (Eds.) *The Physical Geographic of South America*. Oxford University Press, Oxford, pp. 45–46.

- Gilford, M; et al. (1992). South America South of the Amazon River: A Climatological Study (en línea). USAF Environmental Technical Applications Center.
- Gray M. (2004). *Geodiversity*, University London. Wiley, J. & Sons Ltd.
- Grotjahn, R. (2004). Remote Weather Associated with South Pacific Subtropical Sea-Level High Properties. *International Journal of Climatology*. 24:823–839.
- Glosario Integrated Drought Management Programme (IDMP). Disponible en: <https://www.droughtmanagement.info/find/glossary/>
- Hasternrath, S. (1991). *Climate Dynamic of the Tropics*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p, 488.
- Instituto Geográfico Nacional-IGN, (1992). *Atlas Geográfico del Perú*.
- Instituto Geográfico Nacional. (2015). *Historia del Instituto Geográfico Nacional*. Disponible en: [https://www.ign.gob.pe/wp-content/themes/pinboard/descargas/LIBROIGN/LIBRO\\_IGN.pdf](https://www.ign.gob.pe/wp-content/themes/pinboard/descargas/LIBROIGN/LIBRO_IGN.pdf)
- IPCC, (2013): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p, 1535.
- Jiménez-Muñoz, J. C., Mattar, C., Barichivich, J., Santamaría-Artigas, A., Takahashi, K., Malhi, Y., & Van Der Schrier, G. (2016). Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. *Scientific reports*, 6, 33130.
- Kampf, J. and Chapman, P. (2016). *Upwelling Systems of the World*.
- Kohler, T., & Gigeer, M. & Hurdi, H. & Ott, C. & Weismann, U. & Doch, S. & Maselli, D. (2010). Mountains and climate change: A global Concern. *Mountain Research and Development*. 30. 53–55. 10.1659/NRD-Journal -D-09-00086.1.
- Laura, W. (2019). *Control de Calidad de Temperatura Máxima y Mínima del Aire de Estaciones Meteorológicas Convencionales Clausuradas y Paralizadas del SENAMHI y Tratamiento de Datos Climáticos*. Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático Segunda Fase. SENAMHI y Libélula.
- Laura, W. (2020). *Avance de Mapas de Clasificación Climática a Nivel Nacional: Periodo de Referencia 1981 - 2010*. Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático Segunda Fase. SENAMHI y Libélula.



- Lavado, C. W. S., y J.C. Espinoza, (2014). Impactos de El Niño y La Niña en las Lluvias del Perú (1965–2007), Revista Brasileira de Meteorología, aceptado.
- Lenters, J; Cook, K. (1996). On the Origin of the Bolivian High and Related Circulation Features of the South American Climate (en línea). Journal of the Atmospheric Sciences 54: 656–677.
- L’Heureux, M. L., Takahashi, K., Watkins, A. B., Barnston, A. G., Becker, E. J., Di Liberto, T. E., & Wittenberg, A. T. (2017). Observing and predicting the 2015/16 El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, 98(7), 1363–1382.
- Marengo, J. A., & Espinoza, J. C. (2016). Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. International Journal of Climatology, 36(3), 1033–1050.
- Marengo, J. (2006). On the Hydrological Cycle of the Amazon Basin: A Historical Review and Current State of The Art. Revista Brasileira de Meteorología, V.21, 1–19.
- Mendonca, M. (2017). Monzón Sudamericano: La Integración de la Circulación Amazónica y Altiplánica y las Variabilidades Climáticas del Altiplano Andino Chileno. Diálogo Andino, Revista de Historia, Geografía y Cultura Andina (En línea). Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3713/371353686003/html/index.html#B12>
- METED (2014). Corrientes en chorro (en línea). COMET. Disponible en: [https://www.met.educar.edu/training\\_module.php?id=1116#.XrCDF55KjIU](https://www.met.educar.edu/training_module.php?id=1116#.XrCDF55KjIU)
- MINAM (2016). El Perú y el Cambio Climático, Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Ministerio de Defensa (2005). Libro blanco de la defensa nacional. Disponible en: [https://www.files.ethz.ch/isn/157095/Peru%202005\\_spanish.pdf](https://www.files.ethz.ch/isn/157095/Peru%202005_spanish.pdf)
- Mohanakumar, K. (2008). Stratosphere Troposphere Interactions An introduction. Springer Science.
- Montes, I. (2009). On the pathways of the equatorial subsurface currents in the eastern equatorial Pacific and their contributions to the Peru-Chile Undercurrent. Journal of Geophysical Research, Vol. 115, C09003.
- McPhaden, M.J., Busalacchi, A.J., Cheney, R., Donguy, J.R., Gage, K.S., Halpern, D., Ji, M., Julian, P., Meyers, G., Mitchum, G.T., Niiler, P.P., Picaut, J., Reynolds, R.W., Smith, N. and Takeuchi, K. (1999). The Tropical Ocean–Global Atmosphere (TOGA) observing system: A decade of progress, J. Geophys. Res., v.103, pp. 14,169–14,240.

- NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI). Drought vs. Aridity. Disponible en: <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/dyk/drought-aridity>
- NWS. National Weather Service Glossary (En línea). Disponible en: <https://w1.weather.gov/glossary/>
- OMM & UNESCO (2012). International Glossary of Hydrology. WMO–No. 385. Disponible en: [http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/publications/international\\_glossary/385\\_IGH\\_2012.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/publications/international_glossary/385_IGH_2012.pdf)
- Osborne, J; Waters, E. (2002). Four assumptions of multiple regression that researchers should always test. Practical Assessment, research and evaluation. Vol 8 Art 2.
- Peng, Q., Xie, SP., Wang, D. et al. Coupled ocean-atmosphere dynamics of the 2017 extreme coastal El Niño. *Nat Commun* 10, 298 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08258-8>.
- Poole, M; Farrel, N. (1970). The assumptions of the linear regression model. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/bc11/336a6f637a44918d708b56efcc5fe9a2e3c8.pdf>
- Quispe, K. (2017) Patrones Sinópticos de una DANA asociados a la ocurrencia de nevadas en la sierra central y sur del Perú. Tesis Ing. Meteorólogo, Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM. Lima, p. 18–19.
- Refaeilzadeh, P; Tang, L; Liu, H. (2009). Cross Validation. Encyclopedia of database systems.
- Robinson, P; Henderson-Sellers, A. (1999). Contemporary Climatology Second Edition. Pearson Education.
- Rohli, R. and Vega, A. (2018). Climatology. Jones & Bartlett. Learning.
- Rutlland, J. et al. (2003). Climate Dynamic Along the Arid Northern Coast of Chile, Journal of Geophysical, Vol. No.n 108.
- SENAMHI, (2018). Un buen clima-glosario de términos meteorológicos. Disponible en: [https://issuu.com/senamhi\\_peru/docs/glosario](https://issuu.com/senamhi_peru/docs/glosario)
- SENAMHI, (2020). Lineamientos generales que orientan la aplicación de la información climática sobre tendencias históricas, eventos extremos y proyecciones de escenarios climáticos nacionales. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/0070ISENA-1278.pdf>
- SENAMHI, (2020). Tendencias Climáticas y de Índices de Extremos a Nivel Nacional Período 1965–2019.

- Strahler, A. (2010). *Introducing Physical Geography*, Boston University. Willey, J. p, 655.
- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J. C., Vuille, M., Lavado-Casimiro, W., (2018). Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *International Journal of Climatology*, doi:10.1002/joc.5185.
- Takahashi, K., & Dewitte, B. (2016). Strong and moderate nonlinear El Niño regimes. *Climate dynamics*, 46(5-6), 1627-1645.
- Takahashi, K., Aliaga-Nestares, V., Avalos, G., Bouchon, M., Castro, A., Cruzado, L., Dewitte, B., Gutierrez, D., Lavado-Casimiro, W., Marengo, J., Martinez, A. G., Mosquera-Vasquez, K., and N. Quispe, (2018): The 2017 coastal El Niño [in "State of the Climate in 2017"]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 99 (8), S210-S211, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1.
- Takahashi, K., and A. G. Martinez, (2017): The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-017-3702-1.
- Ticse de la Torre, K. (2018). *Caracterización de la Dinámica Oceánica de la Costa Peruana Bajo Diferentes Escenarios de Esfuerzo de Vientos*. Tesis Licenciado en Física. Lima, Perú.
- Thornthwaite, C. (1931). *The Climates of North America According to a New Classification*. American Geographical Society. *Geographical Review*, Vol. 21, No. 4, pp. 633-655.
- Xie S. et al, (2018). Eastern Pacific ITCZ Dipole and ENSO diversity. *J. Climate*, vol. 31 Yan Y.Y. (2005) Intertropical Convergence Zone (ITCZ). En Oliver J.E. (eds) *Encyclopedia of World Climatology*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht.
- Zuta, S y Guillén, O. (1970). *Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú*. Instituto del Mar del Perú. IMARPE.

## PERSONAL EXPERTO QUE HA PARTICIPADO EN LA VALIDACIÓN DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ

Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Dr. Dourojeanni Ricordi, Marc	Profesor Emérito de la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM
M. Sc. Torres Guevara, Juan	Profesor Principal de la UNALM
Dr. Goytendia Farfán, Alejandro	Profesor Principal de la UNALM
Dra. Felipe Morales, Carmen	Profesora Emérito de la UNALM
M.Sc. Aguirre Tocas, Roxana del Pilar	Consultora de la Asociación de Productores del Maíz Amarillo
Ing. Alegría Galarreta, Julio	Presidente de la ONG Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible - AEDES, Arequipa
Met. Aliaga Guerreros, Imelda	Especialista en Meteorología de la Dirección Zonal 4 del SENAMHI
Blga. Alvis Ccoropuna, Tania	Catedrática de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS, Tingo María - Huánuco
Ing. Amasifuén Alvarado, Katerin	Especialista SIG de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín - DRASAM
Ing. Apaza Hilasaca, Wendy	Asistente de Recursos Hídricos de la Dirección Regional Agraria de Puno
Blgo. Aragón Romero, José	Especialista Coordinador del Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado - SERNANP
PhD. Arévalo Gardini, Enrique	Coordinador General del Instituto de Cultivos Tropicales y Docente investigador en agronomía de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas - UNAAA
Ing. Arias Loayza, Justo	Asistente en Hidrometeorología en la Dirección Zonal 12 del SENAMHI
Ing. Arroyo Gutiérrez, Moisés	Especialista forestal en Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR
Ing. Asencio Díaz, Fausto	Secretario Técnico del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chancay - Lambayeque
Econ. Beltrán Aguilar, Olga	Subgerente de Calidad Ambiental de la Autoridad Regional Ambiental de Arequipa
M.Sc. Bernabé Orellano, Sirley	Directora del Santuario Histórico del Bosque de Pómac, SERNANP
Dr. Bulege Gutiérrez, Wilfredo	Director del Instituto de Investigación de la Universidad Continental
Ing. Bustamante Scaglioni, Erle Otto	Docente en SIG, Hidrología y Gestión de Riesgo de la UNAS



Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Ing. Cabrera Pereyra, Gonzalo	Especialista Geógrafo en Sub- Gerencia de Planeamiento y Acondicionamiento Territorial del GORE de Tacna
Calderón Vargas, Carlos	Administrador de la Administración Técnicas Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) de Lambayeque, SERFOR
Callirgos Carbonell, Luis	Técnico de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional (GORE), Cajamarca
Ing. Calvo Vargas, Janet	Especialista en Gestión de Ecosistemas de Humedales de la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente - MINAM
Ing. Camarena Zambrano, Henry	Especialista ambiental de la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del GORE Junín
Ing. Carbajal Felipe, Wilinton	Administrativo de la Autoridad Administrativa del Agua Chillón, Rímac y Lurín, Autoridad Nacional del Agua - ANA
Dr. Carbajal Villalta, Wilmer	Profesor Principal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - UNPRG
Ing. Cárdenas Minaya, Luis	Especialista en Recursos Hídricos de la Dirección Agraria de Puno
Lic. Carmen Nuñez, Victor	Especialista de la Autoridad Administrativa y Local del Agua en Tarma, ANA
Carpio Valenzuela, Percy	Especialista de la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral - AIDER, Madre de Dios
Ing. Carrillo Vargas, Hugo	Administrador Técnico de la ATFFS, Áncash, SERFOR
Bлга. Castilla Valenzuela, Carmen	Administradora Técnica de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre, Ica, SERFOR
Ing. Cayo Baca, Ervien	Responsable Estadística Agrícola y Pecuaria de la Dirección Regional Agraria Apurímac
M.Sc. Chanamé Céspedes, Jorge	Director del Departamento Académico de Pesquería y Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNPRG
Ing. Chávez Cárdenas, Julio	Catedrático en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica - UNICA
Ing. Chávez Huamán, Wilfredo	Responsable de la Unidad de Estudios en el Instituto de Manejo de Agua del Medio Ambiente de Cusco
Ing. Chillihuani Coronado, Wilson	Especialista SIG en la Gerencia de Recursos Naturales GORE Madre de Dios
Dr. Chimaico Córdova, Rommel	Catedrático en la Universidad Peruana Los Andes - UPLA
Ing. Chuchón Prado, Efraín	Docente de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga - UNSCH

Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Ing. Cochachin Rapre, Justiniano	Coordinador de la Unidad de Glaciología de la ANA
Dra. Copolli Pérez, Ludwin	Especialista en la Dirección Regional de Puno
Ing. Córdova Vásquez, Darwin	Especialista en el Parque Nacional Cordillera Azul (PNCAZ), SERNANP
Ing. Cortez Neira, Hermenegildo	Especialista Forestal del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, SERFOR
Ing. Cruz Fajardo, Kevin	Supervisor de Infraestructura Agrícola de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín - DRASAM
Ing. Cruzado Cuzquén, Luis	Especialista en Estudios Agroclimáticos del SENAMHI
Ing. Cucho Falconí, Iván	Docente de la UNSCH
Econ. Cupita Flores, Germán	Director de Estadística Agraria e Informática en la Dirección Regional Agraria Puno
Ing. Curi León, Víctor	Director de la Dirección Regional de Agricultura e Información Agraria de Ayacucho
Cusi Auca, Edgar	Especialista en Biodiversidad y Biotecnología e Investigador en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, Madre de Dios
Ing. Delgado Solórzano, Manuel	Autoridad Administrativa del Agua Marañón, ANA
Ing. Díaz Villacorta, Anderson	Responsable Sistema Conservación Regional Amazonas del Autoridad Regional Ambiental del GORE Amazonas
Durán Mamani, Ricardo William	Especialista en Hidrometeorología en el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM
Escuro Puicón, Josefa	Profesor Principal de la UNPRG
Bach. Espino Arévalo, Edith	Asistente en planificación oficina de planeamiento y estadística Agraria en el DRASAM
Dr. Estela Campos, César	Profesor Principal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - UNPRG
MSc. Fachín Malaverri, Lizardo	Investigador de Equipo Funcional de Territorios Amazónicos (TERRA) del IIAP Loreto
Falcón Salas, Abilio	Guarda Parque del Parque Nacional Cordillera Azul, SERNANP
Met. Garay Marsano, David	Especialista en Meteorología en el INAIGEM
Ing. García Quiroz, Cristian	Especialista en Gerencia Regional del Ambiente del GORE, La Libertad
M.Sc. García Vilca, Teresa	Especialista en Meteorología del SENAMHI
M. Sc. García Villanueva, Jerónimo	Profesor Principal de la UNALM
Mg. Godoy Jiménez, Víctor	Especialista en Información de Recursos Hídricos de la ANA
Ing. Gonzales Ferro, Luis	Especialista en Ordenamiento Territorial del GORE, Apurímac

Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Ing. Guerra Maceda, Carlos	Administrativo de la Autoridad Administrativa del Agua Cañete - Fortaleza, ANA
Ing. Gúisa Ríos, Ricardo	Responsable del Área del Proyecto de Inversión de la Dirección Regional Agraria de Tacna
Blgo. Gutiérrez, Paco Guillermo	Director de la Dirección Zonal 6 del SENAMHI
MSc. Hemeryth Bartra, Jhinmy	Docente SIG de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía -UNIA y Especialista Forestal de la Municipalidad Distrital de Irasola, Ucayali
Ing. Huamani Anampa, Walter	Especialista en la Dirección de Conservación Sostenible de Ecosistemas y Especies del MINAM
Ing. Huamán Gutierrez, Zenón	Director de la Dirección Zonal 12 del SENAMHI
Ing. Huarancca Junes, Aníbal	Especialista en la Junta de Usuarios de Aguas Subterráneas del Valle de Ica - JUASVI
Huayta Osco, Yuly	Especialista del SERNANP
Ing. Humpiri Pasishuaña, Policarpio	Consultor de la Dirección Regional Agraria de Puno
Bach. Hurtado Hernández, Paul	Técnico en SIG del DRASAM
Isidro Gonzales, Herly	Especialista en SIG de la ATFFS de Puno, SERFOR
Blgo. Jara Cayo, José	Especialista Biólogo, Parque Nacional del Manu, SERNANP
Ing. Jaramillo Padilla, Ramón	Jefe de la Agencia Zonal Huaylas - Yungay de la Dirección Zonal de Ancash, AGRORURAL
Ing. Jimenes Espinosa, Luis	Especialista el SIG del Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente de Cusco
Ing. León Luna, Rubén	Especialista en la Autoridad Administrativa del Agua Huarmey - Chicama, Autoridad Nacional del Agua - ANA
MSc. Linares Vela, Rafael	Coordinador del proyecto CADMIO del DRASAM
Ing. Llaja Chávez, Alfredo	Especialista en recursos hídricos del AEDES
M.Sc. Loarte Cádenas, Edwin	Especialista en Hidrología y Glaciología del INAIGEM
Ing. López Ríos, Martín	Especialista Hidrometeorológico en la Dirección Zonal 2 del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI
Ing. Malpartida Ferromeque, Zoila	Asistente en Meteorología de la Dirección Zonal 5 del SENAMHI
Ing. Mamani Arias, Hermógenes	Subgerente de Planeamiento e Informática de la Dirección Regional Agraria de Puno
Ing. Mancilla Ucañani, Edwin	Subgerente de Normatividad y Gestión Ambiental de la Región del Cusco y miembro del Consejo Regional de Cambio Climático Cusco - CORECC

Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Dr. Manrique de Lara Suárez, Lucio	Decano de la Facultad Recursos Naturales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS
Blgo. Marthans Castillo, Edgardo	Especialista en Conservación de la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente - MINAM
Mg. Martínez Zúñiga, Miriam	Especialista Ambiental en la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente de Cusco y miembro CORECC
Mg. Masías Álvarez, Pablo	Investigador de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET
M.Sc. Medina Marcos, Katy	Especialista en Glaciología-Inventario del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM
Ing. Minaya Vela, Reynaldo	Coordinador IDE en el Gobierno Regional de Loreto Autoridad Regional Ambiental, Loreto
M.Sc. Montoya Jara, Nilton	Docente de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco -UNSAAC
M.Sc. Mora Costilla, María	Consultora Ambiental de la Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza - APECO, Trujillo
Ing. Mori López, Manuel	Especialista de la Dirección de Medio Ambiente en el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo - PEHCBM
Ing. Ninantay Lovatón, Jorge	Autoridad Administrativa del Agua Huarmey - Chicama, ANA
Blgo. Olivera Tarifeño, Christian	Jefe del Santuario Nacional Cordillera de Colán - Zona Reservada Río Nieva Amazonas (SNCC - ZRRN AM), SERNANP
Geog. Ortiz Jaramillo, David	Especialista en SIG de la Secretaría Técnica del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chancay- Lambayeque, ANA
Ing. Osorio Valencia, Alberto	Director de la Autoridad Administrativa del Agua Caplina - Ocoña, ANA
Ing. Palomino García, Sixto	Administrador de la Autoridad Administrativa del Agua Capilla - Ocoña, ANA
Ing. Palomino Santos, Evelyn	Coordinadora del Proyecto Ordenamiento Territorial del GORE Junín
Ing. Pantoja Tapia, Hugo	Director de la Dirección Zonal 2 del SENAMHI
Ing. Peralta Valdivia, Sebastián	Encargado del Área de Gestión de Riesgo de la Dirección Regional Agraria de Tacna
Arq. Pino Mestas, Angela	Consultor - Libélula Proyecto Apoyo a la Gestión del Cambio Climático
Dr. Pizarro Pereyra, Luis	Investigador del Área de Oceanografía Física del Instituto del Mar del Perú - IMARPE



Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Dr. Poma Rojas, Wilfredo	Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca - UNC
Ing. Porlles Hurtado, Diana	Especialista en la Gestión de Cambio Climático y Recursos Hídricos de la Municipalidad Metropolitana de Lima
Ing. Puño Lecarnaqué, Napoleón	Miembro del Consejo de Recursos Hídricos de las Cuencas de Tumbes
Ing. Quevedo Caiña, Karim	Subdirectora de la Subdirección de Estudios e Investigaciones Agrometeorológicas del SENAMHI
Quiroz Gonzales, Edinson Abel	Especialista Forestal del SERFOR de Apurímac
Blgo. Quiroz Jiménez, Fernando	Jefe de la Reserva Paisajística Nor Yauyos - Cochabamba, SERNANP
Ing. Quiroz Zevallos, Christian	Director Ejecutivo de Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA Ancash
Ing. Quispe Navarro, Christian	Especialista en Sistema de Información Geográfica - SIG de la ATFFS Sierra Central, SERFOR
Ing. Ramírez Salas, Wilfredo	Catedrático de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional del Centro del Perú - UNCP
Blgo. Ramos Mamani, Carmen	Catedrático de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa - UNSA
Ing. Reynoso Campos, José	Secretario Técnico del Comité de Gestión Regional Agraria de Ancash
Ing. Rivadeneira Mallqui, Sandra	Especialista en Meteorología de la Dirección Zonal 5 del SENAMHI
Ing. Rodríguez Aranzabal, Joseph	Especialista en SIG
Bach. Rodríguez Gonzales, Jair	Asistente Estadístico del Proyecto CADMIO del DRASAM
Bach. Rodríguez Gonzales, Nilton	Técnico Forestal en el Puesto de Control Forestal y de Fauna Silvestre Rancho de la ATFFS de Huánuco, SERFOR
Rohner Stornaiuolo, Christian	Especialista en ATFFS de Cusco, SERFOR
Ing. Rojas Mendoza, Gerver	Especialista Ambiental en el área de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza - APECO de Amazonas
M.Sc. Roncal Rabanal, Manuel	Director Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la UNC
Ing. Roque Sigwas, Oscar	Docente Principal de la UNSCH
Blgo. Rosales Benites, Marina	Especialista en SERNANP
Ing. Rosas Gaínza, Derly	Especialista en Recursos Hídrico de la ANA, Arequipa
Ing. Ruiz Cacho, Walter	Director de la Dirección de Recursos Naturales, Medioambientales Agrarios de la Dirección Regional de Agricultura de Ancash
Ing. Ruiz Huamaní, Elizabeth	Especialista en agricultura sostenible de la ONG del Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente

Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Ing. Sabino Rojas Evelin	Analista en Estudios e Investigaciones Hidrológicas del SENAMHI
Blgo. Salinas Sánchez Jorge	Subgerente de Recursos Naturales del GORE de Arequipa
Ing. Sánchez Laurel, Daniel	Director de la Dirección Zonal 9 del SENAMHI
Dr. Sánchez Tello, Segundo	Docente de la Universidad Nacional de Jaén - UNJ
Ing. Sedano Vargas, Jorge	Especialista en Sistemas de Información Geográfica del GORE Junín
Ing. Silva Solórzano, José	Administrativo de la Autoridad Administrativa del Agua Cañete - Fortaleza, ANA
Blog. Solís Ortiz, Roxana	Coordinadora en Gestión de Instrumentos de la Diversidad Biológica de la Dirección General de Diversidad Biológica del MINAM
Mg. Soria Orihuela, Marco	Especialista de SIG y Teledetección en la Organización no Gubernamental - ONG Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica - ACCA
Ing. Sotil Delgado, Alfredo	Director de la Junta de Usuarios de Aguas Subterráneas del Valle de Ica - JUASVI
Ing. Soto Godoy, Mario	Catedrático de la Universidad Privada San Carlos de Puno
Dr. Suárez Alayza, Wilson	Especialista en Glaciología e Hidrología de Montaña del SENAMHI
Ing. Suárez Salas, Luis	Agregado de Investigación en el Instituto Geofísico del Perú - IGP, Huancayo
Ing. Talavera Bermudo, María	Coordinadora de la Mesa Técnica de Cambio Climático del Capítulo de Ingeniero Ambiental del Colegio de Ingenieros del Perú, Ucayali
Blgo. Talavera Delgado, Carmelo	Catedrático de la UNSA
Ing. Ticona Jara, José	Especialista en Meteorología de Dirección Zonal 6 del SENAMHI
Blgo. Ticona Mollocondo, Eudocia	Especialista en Ecosistemas del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social - FONCODES
Ing. Torrealva Meza, Fredy	Especialista en la Autoridad Administrativa del Agua Huarney - Chicama, ANA
Blgo. Torres Guevara, Fidel	Investigador Principal de la ONG Agrored Norte, Piura
Ing. Usca Mandujano, Mario	Jefe del Centro de Operaciones de Emergencia Regional - COER, Madre de Dios
Vásquez Arca, Olinda Carmen	Vocal de la Comisión Ambiental del Colegio de Ingenieros del Perú, Lambayeque
Vásquez Núñez, Leopoldo	Especialista Botánico de la UNPRG
Ing. Vega Jácome, Fiorella	Especialista en Hidrología del SENAMHI
Ing. Vega Mejía, Hernán	Catedrático de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - UNASAM

Apellidos y Nombre	Especialidad e Institución
Ing. Vela Navarro, Hans	Socio Directivo del Instituto Regional de Asesoramiento y Estudios Peruano Amazónico – IRAEPA, San Martín
CrI - EP. Velásquez García, Jorge	Director de la Dirección Desconcentrada Instituto Nacional de Defensa Civil – Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, San Martín
Lic. Vergara Cobian, Segundo	Director de la Oficina de Información Agraria. Gerencia de Agricultura, La Libertad
Ing. Villanueva Ramírez, Ricardo	Catedrático de la UNASAM
Blgo. Villasante Benavides, José	Catedrático y Director del Instituto de Ciencia y Gestión Ambiental de la UNSA
Blgo. Villegas Paredes, Luis	Catedrático y Miembro del Instituto de Ciencia y Gestión Ambiental de la UNSA
Blgo. Zambrano Pinto, Martín	Jefe de la sede Mariscal Nieto de la ATFFS Moquegua - Tacna, SERFOR
Ing. Zúñiga Huaco, Javier	Subdirector de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la ANA, Arequipa





<https://idesep.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/9f18b911-64af-4e6b-bbef-272bb20195e4>







PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



BICENTENARIO  
PERÚ 2021

Proyecto de apoyo

**Gestión del  
cambio climático**

Fase 2

[proyectoapoyocambioclimatico.pe](http://proyectoapoyocambioclimatico.pe)

Con el financiamiento de:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en el Perú

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE

Implementado por:



**libélula**  
Gestión en Cambio Climático y Comunicación

**SOUTH  
SOUTH  
NORTH**  
TOWARDS CLIMATE RESILIENCE

[www.gob.pe/senamhi](http://www.gob.pe/senamhi)

ISBN: 978-612-48315-3-9



9 786124 831539