



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



INFORME TÉCNICO

"Análisis del período de
Bajas Temperaturas
Mayo - Setiembre 2021
a nivel nacional"

ENERO 2022



Siempre
con el pueblo

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	OBJETIVOS	3
III.	MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.	Helada meteorológica	4
3.2.	Friaje.....	4
3.3.	Bajas temperaturas en la región costera	5
IV.	DATOS Y METODOLOGÍA.....	5
4.1.	Datos	5
4.2.	Metodología	6
4.2.1.	Periodo de referencia.....	6
4.2.2.	Anomalías de temperaturas extremas del aire	7
4.2.3.	Monitoreo de días/noches cálidas/frías.....	7
4.2.4.	Frecuencia de heladas meteorológicas	8
4.2.5.	Intensidad de heladas meteorológicas	8
4.2.6.	Determinación de friajes	8
V.	ANÁLISIS	9
5.1.	Anomalías de temperaturas extremas del aire a nivel nacional	9
5.1.1.	Temperatura diurna	9
5.1.2.	Temperatura nocturna	10
5.2.	Bajas temperaturas en la región Costa	12
5.2.1.	Temperaturas y lloviznas en Lima Metropolitana.....	13
5.2.2.	Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (TSM).....	17
5.3.	Bajas temperaturas en la región Andina	18
5.3.1.	Temperatura máxima y días fríos/cálidos	18
5.3.2.	Temperatura mínima y noches fríos/cálidos.....	21
5.4.	Bajas temperaturas en la región Amazónica.....	23
5.4.1.	Temperatura máxima y días fríos/cálidos	23
5.4.2.	Temperatura mínima y noches frías/cálidas	25
VI.	EVENTOS EXTREMOS.....	26
6.1.	Heladas Meteorológicas.....	26
6.1.1.	Frecuencia de las Heladas Meteorológicas	27
6.1.2.	Intensidad de las Heladas Meteorológicas.....	34
6.1.3.	Temperaturas mínimas absolutas del 2021	40
6.2.	Friajes	41
VII.	RÉCORDS DE TEMPERATURAS DEL AIRE	42
VIII.	CONCLUSIONES	43
IX.	RECOMENDACIONES	45

ANÁLISIS DEL PERIDO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021 A NIVEL NACIONAL

I. INTRODUCCIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú– SENAMHI, a través de la Subdirección de Predicción Climática (SPC) de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica (DMA) y en el marco de sus funciones y competencias, realiza de manera permanente la vigilancia del clima en el territorio peruano, siendo el monitoreo de las temperaturas del aire el aspecto más relevante de esta actividad durante la temporada de bajas temperaturas de mayo a setiembre, con énfasis en el monitoreo de eventos extremos para aplicaciones en la gestión de riesgos de desastres, principalmente.

II. OBJETIVOS

Analizar el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas del aire en la costa, sierra y selva del país, así como los eventos extremos durante la temporada de bajas temperaturas 2021 (mayo a setiembre).

III. MARCO CONCEPTUAL

En nuestro país, se conoce como temporada de Bajas Temperaturas a aquel periodo del año comprendido entre los meses de mayo y setiembre donde ocurren eventos fríos en el territorio nacional. En la amazonía peruana, se incrementan la entrada de masas de aire frío y seco desde el sur del continente, dando lugar a la ocurrencia de eventos como friajes, vientos fuertes y olas de frío. El sector más afectado es la selva sur con disminuciones de temperatura máxima y mínima en magnitudes mayores a 10°C, ocasionalmente, y en menor medida en la selva central y norte.

En la región andina, se acentúa la pérdida de energía por irradiación en el periodo nocturno por la predominancia de vientos de componente oeste en niveles medios y altos de la atmósfera caracterizados por su sequedad, los cuales tienen un efecto invernadero reducido (muy poco vapor de agua). Ocasionalmente, cuando los vientos son del suroeste, estos son fríos y muy secos dando lugar a heladas muy intensas; no menos importante en la ocurrencia e intensidad de las heladas es la naturaleza del suelo y su contenido de humedad, así como la configuración topográfica. Además de las heladas meteorológicas, también se presentan nevadas y olas de frío que pueden configurar eventos extremos cuando su intensidad y frecuencia se acentúan generando afectación en la población y sus medios de vida.

En la franja costera, la disminución normal de las temperaturas durante esta temporada, ocasionalmente se ve exacerbada cuando el mar adyacente se enfría anómalamente, generalmente en el contexto de un evento La Niña condicionando días fríos con presencia de neblinas, cielos cubiertos y alta concentración de humedad atmosférica. Estas

condiciones de tiempo se acentúan cuando los vientos alisios sobre el mar incrementan en velocidad y la subsidencia¹ atmosférica también intensifica.

3.1. Helada meteorológica

La *helada meteorológica* es un fenómeno atmosférico que se presenta cuando la temperatura del aire desciende hasta los 0 °C y por debajo de este umbral, tomando como referencia el nivel reglamentario en el que se instalan las casetas o abrigos meteorológicos (1,5 m sobre el nivel del suelo). Al nivel de algunos centímetros sobre el suelo la helada generalmente es más intensa.

En la región andina, las heladas ocurren mayormente por irradiación; es decir, con la puesta del sol la superficie terrestre empieza a liberar el calor acumulado durante el día, el cual, si se encuentra con nubes en su camino, rebota y regresa al suelo; pero si la noche está despejada, el viento está en calma y la humedad del aire es baja, entonces el calor irradiado o liberado no regresa y la temperatura disminuye paulatinamente hasta cero grados Celsius o menos, al amanecer.

El periodo de ocurrencia de las heladas depende de los regímenes climáticos propios de cada ecorregión. En la región andina del Perú, en zonas ubicadas por encima de los 3200 msnm, el mayor número de días con heladas meteorológicas se presentan principalmente entre **mayo y setiembre (temporada de heladas)**, con una mayor frecuencia entre junio y julio; en la sierra central entre mayo y agosto, con mayor incidencia en junio; y en la sierra norte los máximos ocurren entre julio y noviembre (Senamhi, 2005). Por encima de los 3000 metros de altura, ocurren 65 días de heladas al año y, por encima de 3 300 metros, el promedio sube a 115 días (Senamhi, 2005). Sin embargo, algunas localidades ubicadas sobre los 4 000 msnm de los departamentos de Arequipa, Moquegua, Huancavelica, Cusco, Tacna y Puno, climáticamente presentan heladas meteorológicas durante todo el año (Senamhi, 2010), acentuándose más entre el otoño, invierno y primavera (**heladas permanentes**). La región con mayor frecuencia de heladas es la sierra occidental sur, así mismo es la región donde ocurren las heladas más intensas debido a la mayor influencia de la subsidencia de aire seco, asociada al anticiclón del pacífico sur (APS). La frecuencia e intensidad de las heladas conforme disminuye la latitud, siendo la sierra de Cajamarca y Piura los departamentos menos afectados por las heladas.

3.2. Friaje

Disminución brusca de la temperatura del aire en la Amazonía, asociado a una masa de aire frío, procedente del sur del continente. Este aire frío llega a la selva e ingresa por la región de Madre de Dios, desplazándose progresivamente hacia la selva central y norte. Los friajes

¹ Lento movimiento descendente del aire desde la parte alta de la tropósfera hacia niveles más bajos, lo que ocasiona un incremento de la presión y ausencia de humedad y lluvias (Senamhi, 2018).

<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/255>

están asociados al incremento de la velocidad del viento y la lluvia, sobre todo con el descenso repentino de la temperatura. Suelen presentarse entre los meses de mayo a octubre; sin embargo, se han registrado casos aislados en el verano (Senamhi, 2018)

3.3. *Bajas temperaturas en la región costera*

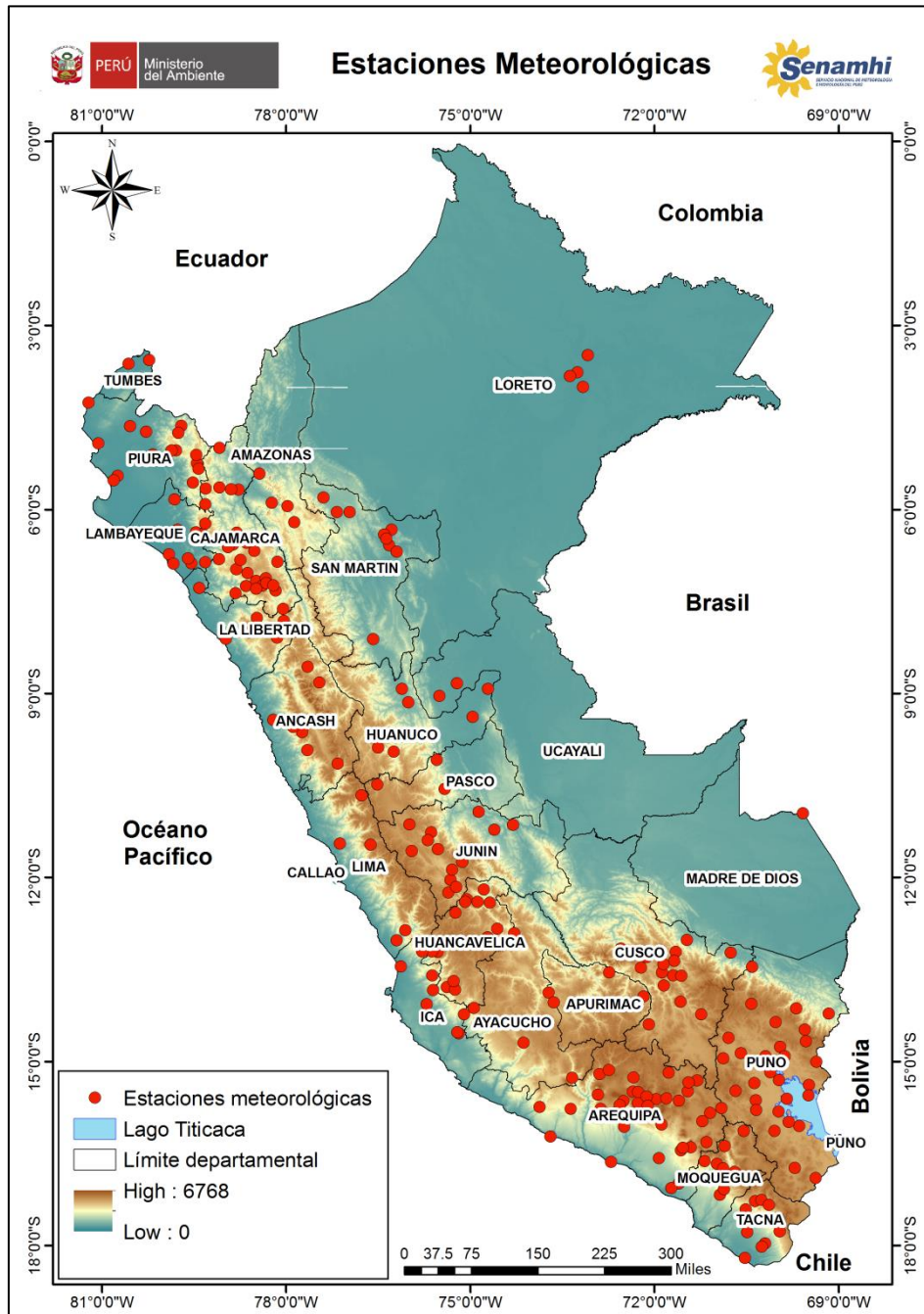
La temporada de bajas temperaturas en la costa se caracteriza por presentar descensos moderados en los registros de la temperatura máxima y temperatura mínima del aire, así como el aumento de la humedad atmosférica, cielo nublado y vientos fuertes provenientes del sur. La combinación de estos factores incrementa la sensación de frío en los meses de otoño e invierno, adicionando la ocurrencia de lloviznas a primeras horas del día y la cobertura nubosa permanente, principalmente en los departamentos de Lima y Áncash. Estas condiciones típicas de invierno pueden acentuarse ocasionalmente cuando la temperatura superficial del mar adyacente está más fría de lo usual y ocupa áreas extensas del mar peruano, generalmente en el contexto de un evento La Niña. De manera local ocurren temperaturas nocturnas bajas cuando la brisa tierra-mar intensifica; como ocurre en el norte del departamento de Ica.

IV. DATOS Y METODOLOGÍA

4.1. *Datos*

Los datos utilizados corresponden a los registros de temperatura máxima y temperatura mínima del aire en los meses de la temporada de bajas temperaturas mayo - setiembre 2021, tomados en las estaciones meteorológicas convencionales de la red del SENAMHI-Perú emplazadas a nivel nacional en las regiones costa, sierra y selva, siendo la región amazónica, más extensa y de mayor uniformidad topográfica, la que presenta una menor densidad de puntos de observación. El Mapa 1 muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas a nivel nacional en el presente informe.

En el contexto del estado de emergencia por la Pandemia del Covid19 (Decreto Supremo N° 044-2020-PCM), se redujo considerablemente la información observada proveniente de la red de estaciones convencionales de SENAMHI. En general, y tal como lo manifiesta la Organización Meteorológica Mundial (OMM), **la pandemia ha afectado la cantidad y la calidad de las observaciones en el mundo y ha evidenciado la alta vulnerabilidad de los eslabones humanos en la cadena de observaciones y suministro de datos**, principalmente en países como el nuestro donde la vigilancia del clima se basa en observaciones manuales o convencionales.



Mapa 1. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas utilizadas en el informe de bajas temperaturas 2021.

4.2. Metodología

4.2.1. Período de referencia

A fin de garantizar que los productos nacionales de vigilancia del clima sean comparables entre países, es esencial contar con un período de referencia consistente que además facilite el cálculo de estos productos y servir como período de tiempo fijo con respecto al cual pueden evaluarse las variaciones del clima. Tal período de referencia suele

denominarse **normal climática**. Para la vigilancia climática operativa la OMM en sus orientaciones sobre el cálculo de las normales climatológicas estándar, recomienda establecer un período de 30 años variable que se actualice cada 10 años (OMM-N°1203, 2017; OMM N°49, 2019)², debiendo ser el periodo de referencia vigente 1991-2020. Sin embargo, en tanto el SENAMHI culmina el cálculo de las normales climáticas 1991-2020 a nivel nacional, seguirá utilizando de manera operativa el periodo de referencia anterior 1981-2010.

Nota: Habiendo culminado el año 2020, correspondería contar con las normales 1991-2020; sin embargo, según la comunicación oficial de la OMM (Ref.06677/2021/S/CS/CMP/WWR2020) de marzo del presente año, la recopilación de datos y cálculo de las normales climatológicas estándar (CLINO, *por sus siglas en inglés*) se realizará en estrecha coordinación entre las Asociaciones Regionales de la OMM y bajo metodologías o criterios estándares normados que permitan su intercomparación, lo cual implica que la publicación oficial de las CLINO será a inicios del año 2023 (Webinar: OMM - Consultas regionales sobre normales 1991-2020, 29 de junio 2021). En tanto dure este proceso, los productos con las climatologías del periodo 1981-2010 seguirán vigentes por lo menos hasta el primer trimestre del 2022.

4.2.2. Anomalías de temperaturas extremas del aire

Las anomalías de temperaturas extremas del aire son calculadas a partir de la diferencia entre el promedio de la temperatura decadiaria (10 días) o mensual y las normales climáticas correspondientes. Se han establecido siete rangos de anomalías de temperaturas extremas: **mayores a 3 °C**, de **2 °C a 3 °C**, de **1 °C a 2 °C**, de **1 °C a -1 °C**, de **-1 °C a -2 °C**, de **-2 °C a -3 °C** y **menores a -3 °C**, de los cuales los valores positivos indican un contexto cálido, los negativos un contexto frío y los que se encuentran entre 1 °C a -1 °C condiciones normales de temperaturas.

4.2.3. Monitoreo de días/noches cálidas/frías

Con el propósito de evaluar los eventos extremos en las temperaturas del aire, se usan los percentiles³ de temperatura máxima y temperatura mínima. Los umbrales mínimos asociados a la categoría de frío corresponden a los percentiles 01, 05 y 10 (P01, P05 y P10), mientras que para las categorías de cálido se usan los umbrales máximos correspondientes a los percentiles 90, 95 y 99 (P90, P95 y P99). En la Tabla 1, se muestran las diferentes categorías combinando los umbrales con las temperaturas extremas del aire.

²Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas. Disponible en: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4167

³Conjunto de los valores de una partición que divide la población total de una distribución en partes iguales centesimales, siendo el percentil 50 el correspondiente a la mediana de la población (IPCC, 2013).

Tabla 1: Categorías frías y cálidas de las temperaturas extremas del aire.

Categoría	Umbral	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima
Frío	P01	Día extremadamente frío	Noche extremadamente fría
	P05	Día muy frío	Noche muy fría
	P10	Día frío	Noche fría
Cálido	P90	Día cálido	Noche cálida
	P95	Día muy cálido	Noche muy cálida
	P99	Día extremadamente cálido	Noche extremadamente cálida

4.2.4. Frecuencia de heladas meteorológicas

La frecuencia de heladas meteorológicas es calculada contabilizando el número de días con ocurrencia de heladas que se registran en un mes. Estos datos son trabajados en el software ArcGis con métodos de interpolación para generar los mapas de frecuencia de heladas, los cuales muestran los siguientes rangos de frecuencia de heladas meteorológicas: "sin frecuencia", "1 - 5", "5-10", "10-15", "15-20", "20-25" y "25 - 31" días con presencia de heladas meteorológicas. Los colores más oscuros como el morado indican que todos los días del mes la zona presentó heladas meteorológicas.

4.2.5. Intensidad de heladas meteorológicas

La intensidad de heladas meteorológicas corresponde a la temperatura mínima absoluta del mes, que indica la intensidad más extrema registrada para dicho mes.

4.2.6. Determinación de friajes

La Subdirección de Predicción Meteorológica del Senamhi, ha implementado un procedimiento operativo para la identificación del evento “friajes” en el Perú, en base a dos elementos de análisis: 1. Descenso de la temperatura mínima del aire bajo el percentil 25 (P25) en estaciones de monitoreo de la selva sur (Puerto Maldonado e Iñapari, ambas de la red de Senamhi, y del aeropuerto internacional de Puerto Maldonado Padre Aldamiz de la red de CORPAC); 2. Incursión de un anticiclón migratorio al este de la Cordillera de los Andes, usualmente sobre la región norte de Argentina con influencia hasta la Amazonía peruano-boliviana, afectando el sur de la Amazonía peruana, principalmente⁴. Cabe destacar que esta metodología de identificación de friajes descrita en el párrafo anterior recién fue utilizada, con fines prácticos para la emisión de avisos⁵, desde el 01 de enero de 2020 hasta la actualidad.

⁴ El friaje también se manifiesta a través de variaciones temporales (días) de otros elementos climáticos como la temperatura máxima, la precipitación, vientos, humedad atmosférica, entre otras.

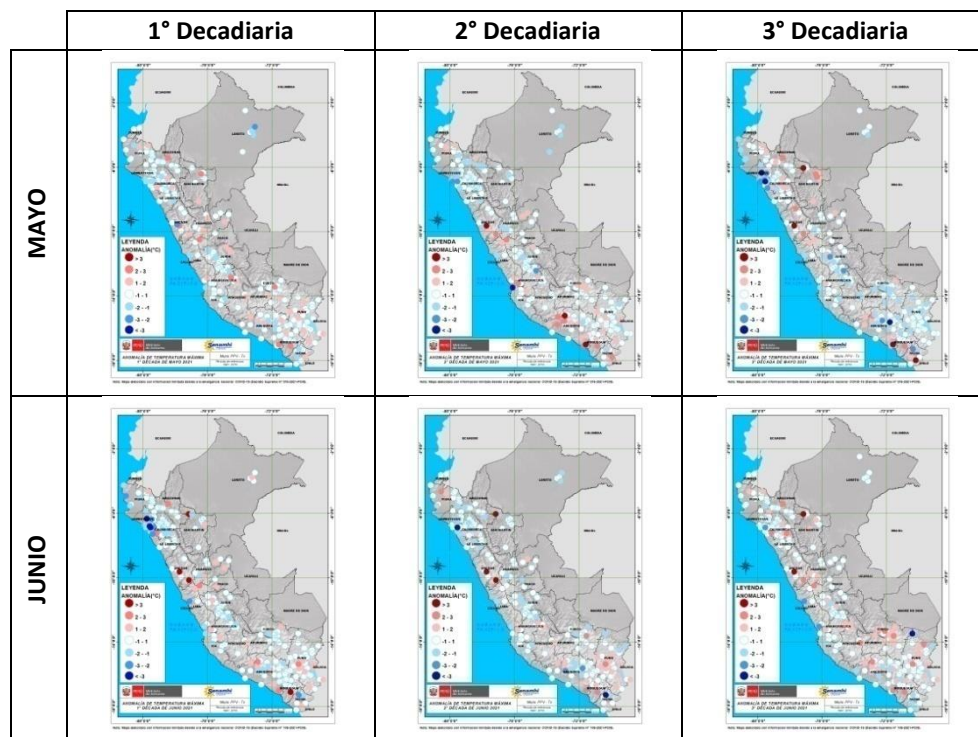
⁵ La emisión de un aviso meteorológico de friaje en el Perú, se da cuando el Senamhi prevé, con alta probabilidad, que la temperatura mínima del aire descenderá por debajo del percentil 10 (P10) en las estaciones meteorológicas de referencia del departamento de Madre de Dios (Puerto Maldonado e Iñapari). Este criterio permite segmentar los niveles del aviso: nivel amarillo corresponde a friaje moderado (cuando se pronostica valores de temperatura por debajo del P10), el nivel naranja a friaje fuerte (cuando los valores pronosticados están por debajo del P5) y el nivel rojo para friaje extremo (los

V. ANÁLISIS

5.1. Anomalías de temperaturas extremas del aire a nivel nacional

5.1.1. Temperatura diurna

La temperatura diurna está asociada a la temperatura máxima del día. Durante el periodo de bajas temperaturas de 2021, se registraron, a nivel nacional, temperaturas máximas de normales a frías en los meses de mayo y junio, con un pico de anomalías negativas en la tercera decadiaria de mayo sobre todo en la costa norte y parte centro y sur de la región andina. Los meses de julio, agosto y hasta la segunda decadiaria de setiembre se presentaron condiciones más cálidas a nivel nacional con anomalías positivas mayores a 2°C, a excepción de la costa entre Lambayeque y La Libertad donde las anomalías ligeramente negativas persistieron debido al enfriamiento de la temperatura superficial del mar (TSM). Hacia finales de setiembre, las anomalías positivas se concentraron en la costa norte y sierra occidental, mientras que la sierra oriental y selva presentaron condiciones de normales a frías (Figura 1).



valores pronosticados están por debajo del P01). Con fines de registro de ocurrencia de friajes, se consigna los descensos de temperatura mínima inferiores al P25 pero superior al P10.

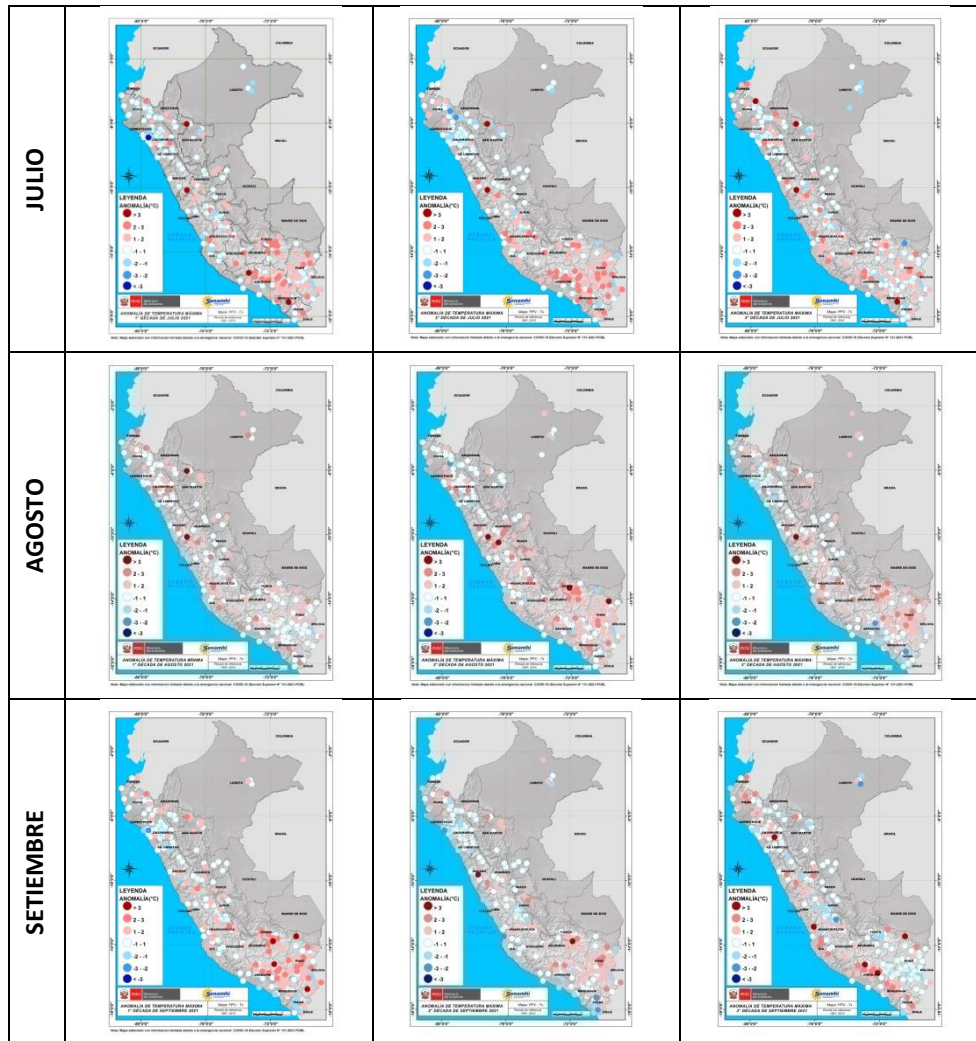


Figura 1. Mapas de anomalías decadiarias de temperaturas diurnas (Temperaturas Máximas) entre mayo a julio 2021. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=condiciones-climaticas>

5.1.2. Temperatura nocturna

La temperatura nocturna está asociada a la temperatura mínima del día. La temporada de bajas temperaturas 2021 comenzó registrando anomalías negativas de temperatura mínima en gran parte del territorio nacional. Posteriormente, se presentaron condiciones menos frías (anomalías positivas) en la sierra sur occidental y el flanco oriental de la región andina desde la segunda decadiaria de mayo hasta la segunda decadiaria de junio, para luego disminuir paulatinamente y alcanzar anomalías negativas en todo el país, con mayor énfasis en la sierra oriental donde se registraron anomalías negativas inferiores a 3°C en la primera decadiaria de julio. Las temperaturas nocturnas frías continuaron presentándose en la sierra norte y centro entre agosto y setiembre; en tanto, las anomalías positivas se concentraron en la sierra sur hasta finalizar la temporada (Figura 2).

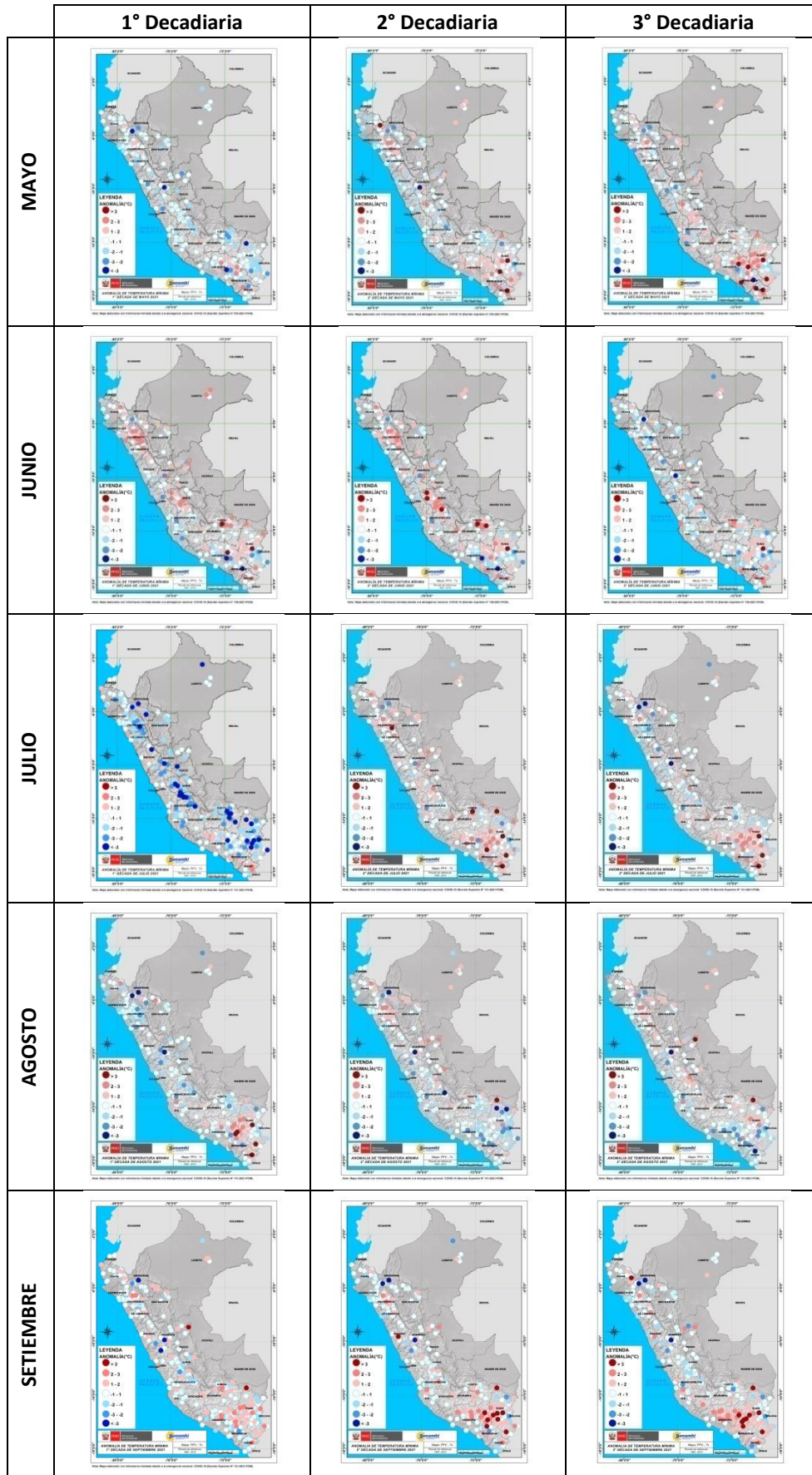


Figura 2. Mapas de anomalías decadiarias de temperaturas nocturnas (Temperaturas Mínimas) entre mayo a julio 2021. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=condiciones-climaticas>

5.2. Bajas temperaturas en la región Costa

La Figura 3 muestra la variación espacial (de norte a sur en el eje Y) y temporal (de mayo 2020 a setiembre 2021 en el eje X) de las anomalías decadiarias correspondientes a las estaciones convencionales utilizadas en el monitoreo costero.

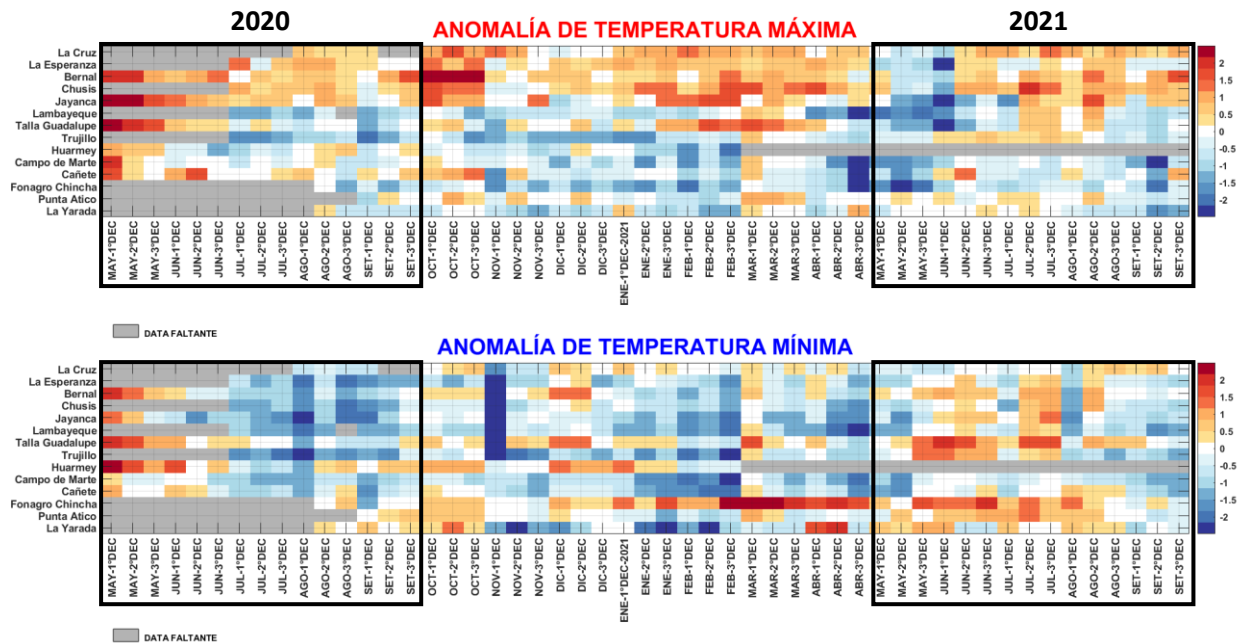


Figura 3: Variación temporal y espacial de las anomalías decadiarias de las temperaturas extremas del aire en la región costera.

En general, el inicio del periodo de bajas temperaturas 2021 fue más frío que el 2020, tanto para temperaturas máximas como mínimas con anomalías negativas en el mes de mayo debido a las condiciones frías persistentes del Océano Pacífico desde el 2020. A partir de junio 2021, el comportamiento de las temperaturas máximas en la costa ha sido diferenciado: la costa norte presentó un contexto más cálido que el 2020 en junio, julio y agosto, mientras que setiembre fue similar al 2020; en la costa central, persistieron condiciones más frías que el 2020 en toda la temporada de bajas temperaturas y la costa sur mantuvo condiciones similares al 2020. Respecto a las temperaturas mínimas, los meses de junio, julio y agosto 2021 presentaron condiciones menos frías que el 2020 en toda la región costera, para luego experimentar un descenso en los registros en el mes de setiembre similar al 2020 (Figura 3).

En las Tablas 2 y 3, se observan los valores de las anomalías mensuales de temperatura máxima y mínima, respectivamente de los periodos de bajas temperaturas 2020 y 2021. Cabe señalar que, debido al estado de emergencia por el Covid19 algunas estaciones meteorológicas no registraron datos de temperatura (SD = Sin dato).

Tabla 2: Anomalías mensuales de temperatura máxima del aire en la región costera.

Sector	Departamento	Estación	2020					2021				
			May	Jun	Jul	Ago	Set	May	Jun	Jul	Ago	Set
Costa Norte	Piura	Bernal	1.7	1.0	0.3	0.5	0.9	-0.3	0.0	0.6	0.8	0.9
	Lambayeque	Lambayeque	SD	SD	-1.2	-1.0	-1.0	-1.8	-0.8	0.1	0.1	-0.8
	La Libertad	Talla Guadalupe	2.2	0.4	-0.1	-0.2	-0.6	-1.1	-1.4	0.2	0.1	-0.6
Costa Central	Lima	Campo de Marte	0.8	-0.1	-0.4	-0.1	-0.3	-1.6	-0.4	-0.4	-0.3	-1.4
Costa Sur	Ica	Fonagro Chincha	SD	SD	SD	-0.6	-0.8	-2.3	-0.7	-0.6	-0.4	-1.0
	Tacna	La Yarada	SD	SD	SD	-0.3	-0.6	-0.2	0.1	0.0	-0.6	-1.2

SD: Sin dato

Tabla 3: Anomalías mensuales de temperatura mínima del aire en la región costera.

Sector	Departamento	Estación	2020					2021				
			May	Jun	Jul	Ago	Set	May	Jun	Jul	Ago	Set
Costa Norte	Piura	Bernal	1.3	-0.2	-1.0	-1.2	-0.6	0.4	0.8	0.6	-0.1	-0.2
	Lambayeque	Lambayeque	SD	SD	-1.2	-1.7	-1.2	-0.9	0.1	0.0	-0.9	-1.3
	La Libertad	Talla Guadalupe	1.6	0.3	0.1	-0.6	-0.3	0.5	1.6	1.3	0.5	0.2
Costa Central	Lima	Campo de Marte	-0.1	-0.4	-1.3	-0.9	-1.0	-0.9	-0.2	-0.3	-0.5	-1.2
Costa Sur	Ica	Fonagro Chincha	SD	SD	SD	0.3	-0.4	0.8	1.6	0.9	0.6	-0.1
	Tacna	La Yarada	SD	SD	SD	0.1	0.4	0.7	-0.1	0.2	0.4	-0.4

SD: Sin dato

5.2.1. Temperaturas y lloviznas en Lima Metropolitana

La ciudad de Lima está representada por las estaciones meteorológicas: Oeste (Estación Aeropuerto - Callao), Centro (Estación Campo de Marte – Jesús María) y Este (Estación A. Von Humboldt – La Molina). Durante el periodo de bajas temperaturas 2021, Lima se ha caracterizado por presentar condiciones frías o valores por debajo de su normal, incluso presencia de días y noches frías consecutivas, lo que ha permitido el incremento de la sensación de frío. Cabe indicar que se viene presentando como segundo año consecutivo “La Niña” del Pacífico Central, desarrollándose durante la primavera, lo que estaría contribuyendo a las condiciones frías (Comunicado Oficial N°10- ENFEN).

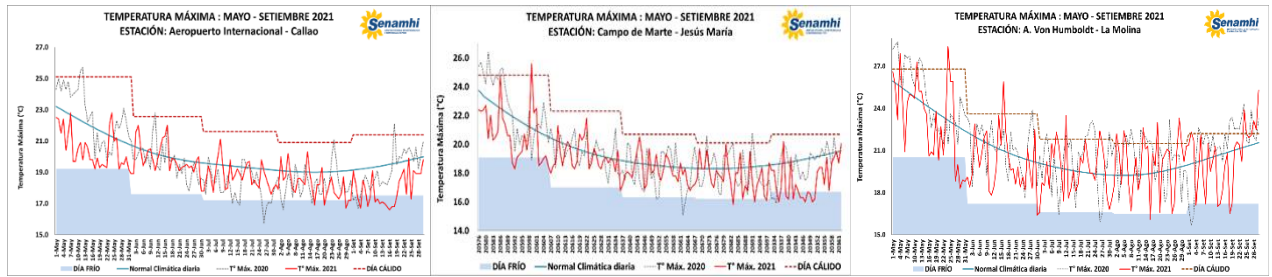


Figura 4: Temperaturas Máximas diarias en Lima para el periodo de Bajas Temperaturas 2021.

En este periodo, las **temperaturas diurnas** registraron los descensos más significativos durante los meses de **mayo, agosto y setiembre** en Lima Oeste y Centro; sin embargo, las **anomalías más intensas** se registraron durante los meses de **mayo** con **-1,3°C** en ambas estaciones y **setiembre**, con las anomalías de **-1,6°C (Lima Oeste)** y **-1,5°C (Lima Centro)**. Este último mes los descensos estuvieron asociados a la temperatura de agua de mar fría, el arribo de las ondas kelvin frías y la cobertura nubosa. Por otro lado, hacia Lima Este los descensos más significativos registraron en los meses de mayo y junio con anomalías de **-0.9°C** y **-1.0°C**; respectivamente (Ver Tablas 4, 5 y 6).

Tabla 4: Valores de temperatura máxima y anomalías mensuales en Lima Oeste.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021						
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)						
Estación	Variables	May	Jun	Jul	Ago	Set
Aeropuerto Internacional (Callao)	Promedio Mensual	20,6	19,9	18,8	18,2	17,9
	Normal Climática	21,9	20,1	19,4	19,1	19,5
	Anomalía del mes	-1,3	-0,2	-0,6	-0,9	-1,6

Tabla 5: Valores de temperatura máxima y anomalías mensuales en Lima Centro.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021						
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)						
Estación	Variables	May	Jun	Jul	Ago	Set
Campo de Marte (Jesús María)	Promedio Mensual	20,7	19,2	18,1	17,8	17,5
	Normal Climática	22,0	19,6	18,5	18,4	19,0
	Anomalía del mes	-1,3	-0,4	-0,4	-0,6	-1,5

Tabla 6: Valores de temperatura máxima y anomalías mensuales en Lima Este.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021						
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)						
Estación	Variables	May	Jun	Jul	Ago	Set
Alexander Von Humboldt (La Molina)	Promedio Mensual	23,3	20,2	19,6	20,0	20,5
	Normal Climática	24,1	21,1	19,6	19,4	20,8
	Anomalía del mes	-0,8	-0,9	0,0	+0,6	-0,3

Respecto a la **frecuencia de días fríos** en Lima, la mayor frecuencia se registró durante los meses de mayo y setiembre; este último mes reportó la mayor frecuencia de la temporada: 15 días fríos (Lima Oeste), 13 días fríos (Lima Centro) y 05 días fríos (Lima Este) Ver Tabla 7.

Finalmente, el valor más bajo durante el día, en toda la temporada de bajas temperaturas fueron del orden: 16,6°C (16/09/2021) considerado como “día muy frío” en Lima Oeste, 15.8°C (16/08/2021) “día muy frío” en Lima Centro y 16.1°C (16/08/2021) “día frío” en Lima Este.

Tabla 7: Frecuencia mensual de días fríos en Lima Metropolitana.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021					
FRECUENCIA DE DIAS FRIOS					
Estación	May	Jun	Jul	Ago	Set
Aeropuerto Internacional	3	0	0	3	15
Campo de Marte	8	1	0	4	13
A. Von Humboldt	7	1	1	3	5

Las **temperaturas nocturnas en Lima** disminuyeron significativamente durante los meses de **mayo y setiembre**, reportando valores por debajo de su normal y presencia de noches frías sobre todo en Lima Centro y Este. El mes más frío fue **setiembre**, tanto en Lima Centro con temperaturas nocturnas promedio de 13,9°C y anomalías de -1,2°C, y Lima Este con promedio de 12,7°C y anomalía de -1,1°C. En tanto, en Lima Oeste el promedio de las temperaturas nocturnas reportó 14,6°C y anomalía de -0,7°C (Ver Figura 5 y Tablas 8, 9 y 10).

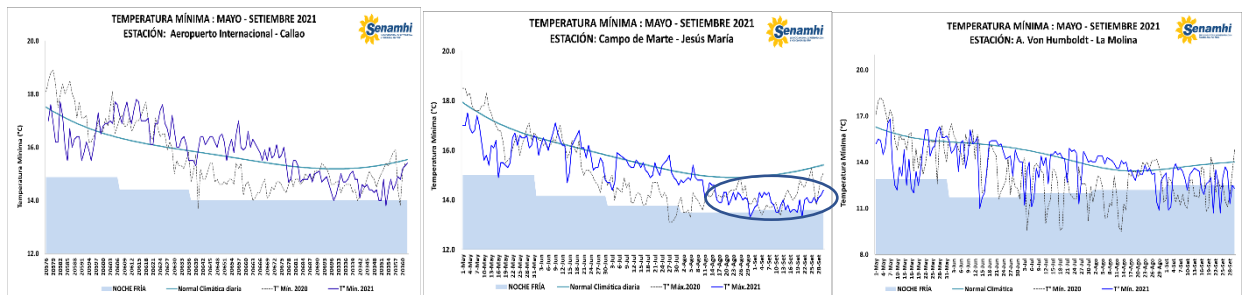


Figura 5: Temperaturas Mínimas en Lima para el periodo de Bajas Temperaturas 2021.

Tabla 8: Valores de temperatura mínima y anomalías mensuales en Lima Oeste.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021						
TEMPERATURA MÍNIMA (°C)						
Estación	Variables	May	Jun	Jul	Ago	Set
Aeropuerto Internacional (Callao)	Promedio Mensual	16,6	16,8	16,1	15,1	14,6
	Normal Climática	16,9	16,1	15,7	15,3	15,3
	Anomalía del mes	-0,3	+0,7	+0,4	-0,2	-0,7

Tabla 9: Valores de temperatura mínima y anomalías mensuales en Lima Centro.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021						
TEMPERATURA MÍNIMA (°C)						
Estación	Variables	May	Jun	Jul	Ago	Set
Campo de Marte (Jesús María)	Promedio Mensual	16,3	16,0	15,2	14,3	13,9
	Normal Climática	17,1	16,2	15,5	15,0	15,1
	Anomalía del mes	-0,8	-0,2	-0,3	-0,7	-1,2

Tabla 10: Valores de temperatura mínima y anomalías mensuales en Lima Este.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021						
TEMPERATURA MÍNIMA (°C)						
Estación	Variables	May	Jun	Jul	Ago	Set
Alexander Von Humboldt (La Molina)	Promedio Mensual	14,5	14,5	13,7	13,5	12,7
	Normal Climática	15,7	15,1	14,4	13,5	13,8
	Anomalía del mes	-1,2	-0,6	-0,7	0,0	-1,1

Asimismo, en esta temporada de bajas temperaturas se registraron **noches frías** en Lima, reportando la mayor recurrencia en el mes de **setiembre: 04 noches frías (Lima Oeste), 09 noches frías (Lima Centro) y 11 noches frías (Lima Este)**. Se debe indicar que en Lima Este se registraron la mayor recurrencia de **noches frías** durante todos los meses (Tabla 11).

Los valores más bajos durante la noche, se registraron en Lima Este con 10,7°C (21 y 24 de setiembre 2021) considerado como “noche extremadamente fría”. Mientras en Lima Centro con 13,3°C (21 setiembre 2021) considerado como “noche muy fría” y finalmente en Lima Oeste con 13,8°C (21 setiembre 2021) considerado como “noche fría”.

Tabla 11: Frecuencia mensual de noches frías en Lima Metropolitana.

PERIODO DE BAJAS TEMPERATURAS 2021					
FRECUCIA DE NOCHES FRIAS					
Estación	May	Jun	Jul	Ago	Set
Aeropuerto Internacional	0	0	0	1	4
Campo de Marte	0	0	0	2	9
A. Von Humboldt	6	2	4	2	11

Durante el periodo de bajas temperaturas 2021, se reportaron **lloviznas en Lima**, siendo el mes de junio y parte de julio que se reportaron mayor recurrencia. **Lima Este**, registró la mayor frecuencia en junio con 16 días de lloviznas, considerando que su normal de frecuencia es 11 días. Asimismo, reportó un acumulado mensual en junio de 5.1 mm, siendo uno de los mayores acumulado registrados durante los últimos 20 años. En julio, se registraron 08 días de llovizna con un acumulado mensual de 1,4 mm/mes(Figura 6).

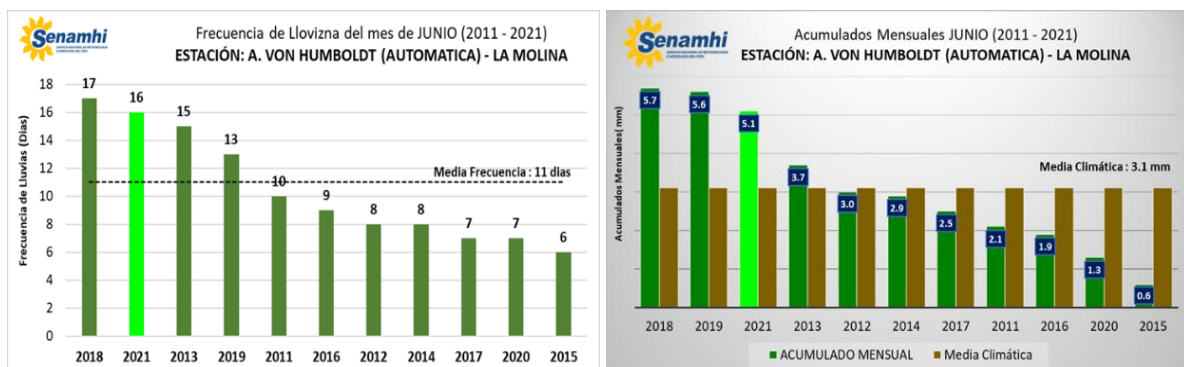


Figura 6: Lloviznas en Lima Este para el periodo de bajas temperaturas 2021.

Lima Centro alcanzó una frecuencia de 07 días de lloviznas en junio considerando que su normal de frecuencia es de 5 días, y un acumulado de 0,9 mm/mes. En julio se reportaron 07 días con lloviznas, totalizando 1,7 mm/mes (Figura 7).

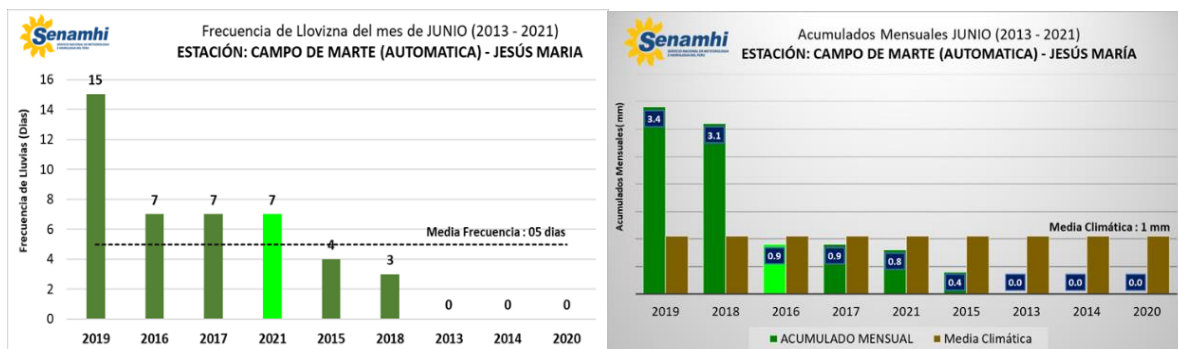


Figura 7: Lluvias en Lima Centro para el periodo de bajas temperaturas 2021.

5.2.2. Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)

El Océano Pacífico tiene un rol importante en la regulación del clima mundial, y en su interacción con la atmósfera, se generan oscilaciones naturales como el Fenómeno El Niño (La Niña) asociadas a un aumento (disminución) de la temperatura superficial del mar (TSM) a lo largo del Pacífico ecuatorial. La persistencia de las anomalías de TSM en el Pacífico oriental (mar peruano), influye en las temperaturas del aire en las regiones costeras del Perú. En la Figura 8, se observa la serie temporal de los índices ONI⁶ e ICEN⁷ los cuales se utilizan en la vigilancia de la TSM en las regiones 3.4 y 1+2, del Pacífico tropical, respectivamente.

En agosto del 2020, el ONI superó el umbral de -0.5°C entrando así a una fase de condición fría La Niña en el Pacífico Central hasta mayo del 2021, con una máxima anomalía negativa de TSM en noviembre 2020 (-1.3°C), alcanzando una categoría de La Niña Moderada. Las condiciones frías persistieron en los meses de junio y julio 2021, aunque dentro del rango neutral y, a partir de agosto 2021 nuevamente el ONI superó el umbral de -0.5°C . Se espera que continúe el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central hasta el verano de 2022, pudiendo alcanzar una magnitud débil con una máxima intensidad entre diciembre y enero (Comunicado ENFEN N°12, 2021).

⁶ **ONI:** El índice Oceánico del Niño es uno de los índices más usados para definir eventos El Niño y La Niña. El ONI utiliza la media móvil de 3 meses de la anomalía de la TSM, de la región 3.4 (5N-5S, 170W-120W), y para clasificarse como El Niño o La Niña en toda regla, las anomalías deben exceder $+0.5^{\circ}\text{C}$ o -0.5°C durante al menos cinco meses consecutivos. Esta es la definición operativa utilizada por NOAA.

⁷ **ICEN:** El Índice Costero El Niño representa la variabilidad del clima regional en el este del Océano Pacífico ecuatorial, que incluye las zonas frente a Ecuador y norte del Perú. Se calcula como la media móvil de tres meses de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 (90°W - 80°W , 10°S - 0°). Esta es la definición operativa utilizada por ENFEN.

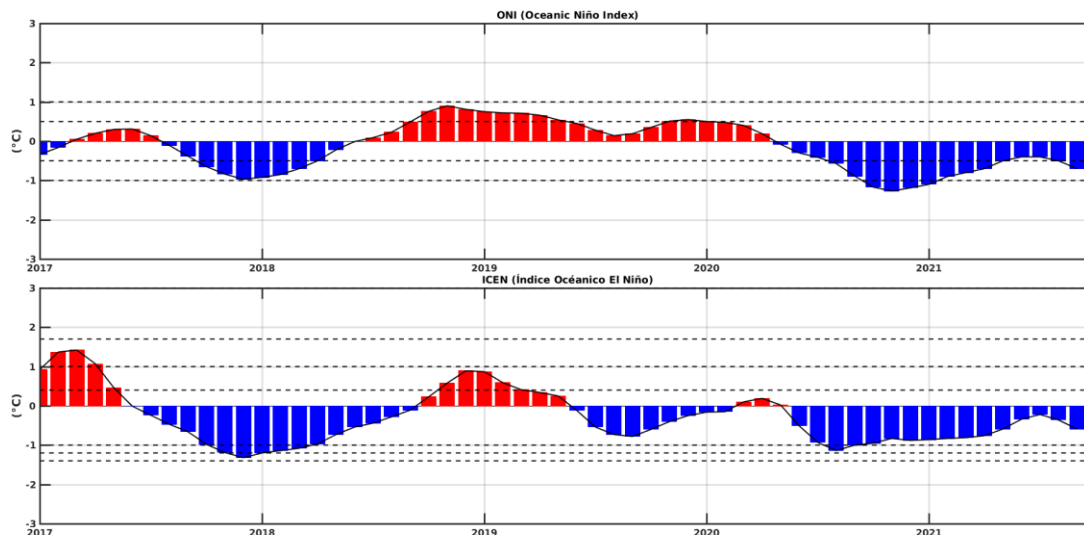


Figura 8: Índice Océánico El Niño (ONI) (superior), Índice Costero El Niño (ICEN) (inferior). Periodo: Desde enero de 2017 hasta setiembre de 2021. Fuente: NOAA, IGP, respectivamente.

El ICEN superó el umbral del -1°C en agosto 2020, alcanzando un valor de -1.14°C con una condición de Fría débil por un mes sin llegar a configurar un evento La Niña en el Pacífico oriental. Desde setiembre 2020 hasta setiembre 2021 las condiciones para el desarrollo de La Niña Costera en Pacífico oriental no fueron persistentes, sin embargo, las condiciones frías del mar se han mantenido aunque dentro del rango neutral, y este ha sido el factor que ha modulado el comportamiento de las temperaturas extremas del aire a lo largo de franja costera en el último año, acentuando la sensación de frío debido a una mayor cobertura nubosa, presencia de vientos y mayor concentración de humedad en algunas zonas del litoral.

5.3. Bajas temperaturas en la región Andina

5.3.1. Temperatura máxima y días fríos/cálidos

En la Figura 9, se presentan los gráficos de monitoreo diario de temperatura máxima mediante normales y umbrales climáticos de las estaciones más representativas del sector norte, centro y sur de la región Andina. La sierra norte (estación Granja Porcón-Cajamarca) registró periodos con temperaturas máximas ligeramente más frías que el 2020 en los meses de junio a agosto, alcanzando, en varias oportunidades, categorías de días fríos y extremadamente fríos (Figura 9a). En tanto, la sierra central (estación Huayao-Junín) y sierra sur (estaciones Granja Kcayra-Cusco y Mazo Cruz-Puno) presentaron descensos bruscos de temperatura máxima en mayo, agosto y setiembre con días muy fríos y extremadamente fríos, el resto de la temporada registró temperaturas máximas similares al 2020 con valores por encima de lo normal. Cabe señalar que, la estación Mazo Cruz-Puno no registró observaciones en el invierno 2020 debido al contexto de emergencia sanitaria por el Covid19 (Figura 9b, 9c y 9d).

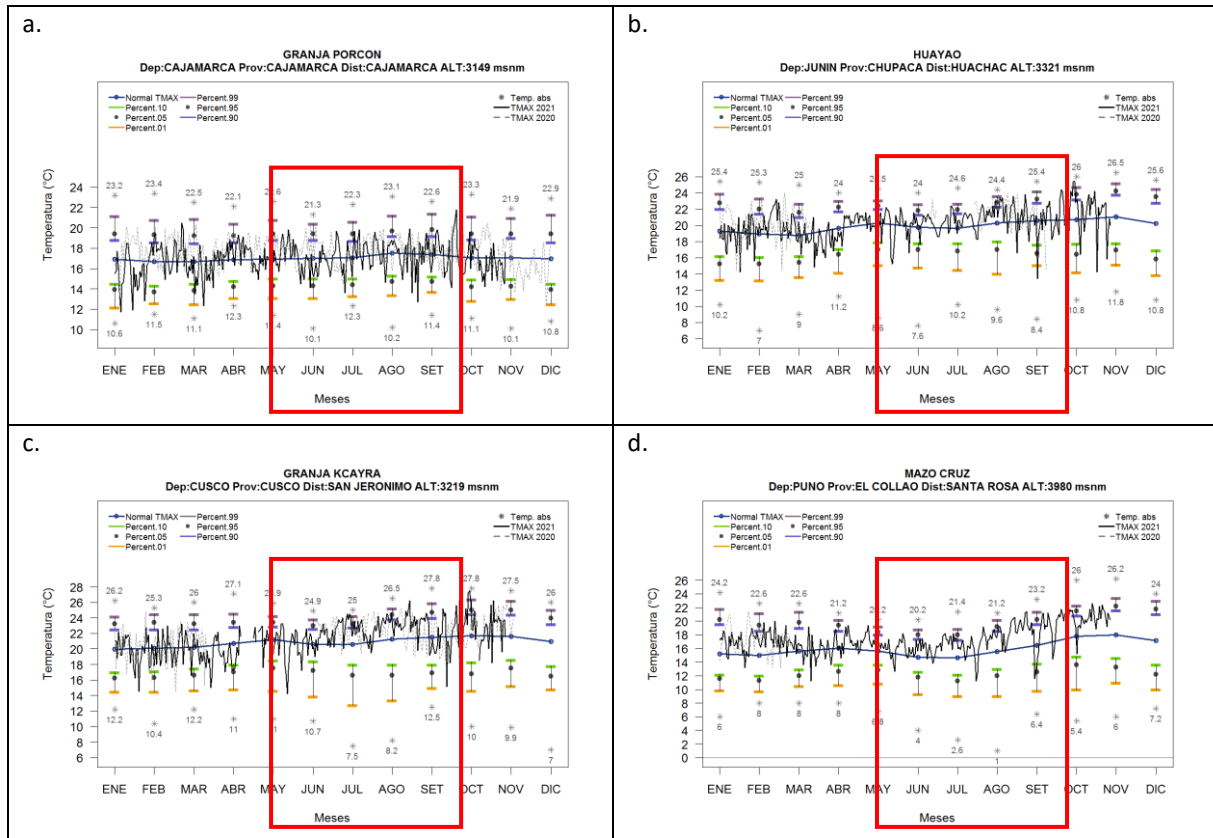


Figura 9: Monitoreo diario de temperatura máxima en la región Andina: (a) Sierra norte, (b) Sierra centro y, (c y d) Sierra sur. La línea azul con puntos es la normal climática mensual (1981-2010); los guiones naranja y verde representan los valores de los percentiles 10 (*día frío*) y 01 (*día extremadamente frío*), mientras que los guiones azul y morado, los percentiles 90 (*día cálido*) y 99 (*día extremadamente cálido*). Los puntos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, corresponde al percentil 05 (*día muy frío*) y percentil 95 (*día muy cálido*). Los asteriscos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, representa el valor mínimo y máximo absoluto registrado en toda la serie histórica. La línea continua negra y punteada gris representan los valores diarios de las temperaturas del 2020 y 2021, respectivamente.

Respecto a la frecuencia de valores extremos en temperatura máxima, la Figura 10 muestra el comportamiento espacial y temporal de los días fríos y cálidos en la región Andina. Las estaciones convencionales van de norte a sur en el eje de las ordenadas y en las abscisas, se observa los días fríos/cálidos de mayo a setiembre.

En general, entre mayo y junio, se observa mayor frecuencia de días fríos alcanzando valores de temperatura máxima muy bajas, con mayor énfasis del 23 al 28 de mayo en la sierra centro oriental y toda la sierra sur; y del 04 al 20 de junio en toda la sierra norte.

Desde julio a setiembre, predominaron los días cálidos consecutivos con periodos cortos de días fríos: del 09 al 13 de julio en toda la sierra norte; del 01 al 04 de agosto en la sierra norte oriental, sierra centro y sierra sur; del 27 al 31 de agosto en la sierra norte; del 06 al 16 de setiembre en la sierra norte y sierra central y del 21 al 23 de setiembre en la sierra centro oriental y sierra sur (Figura 10).

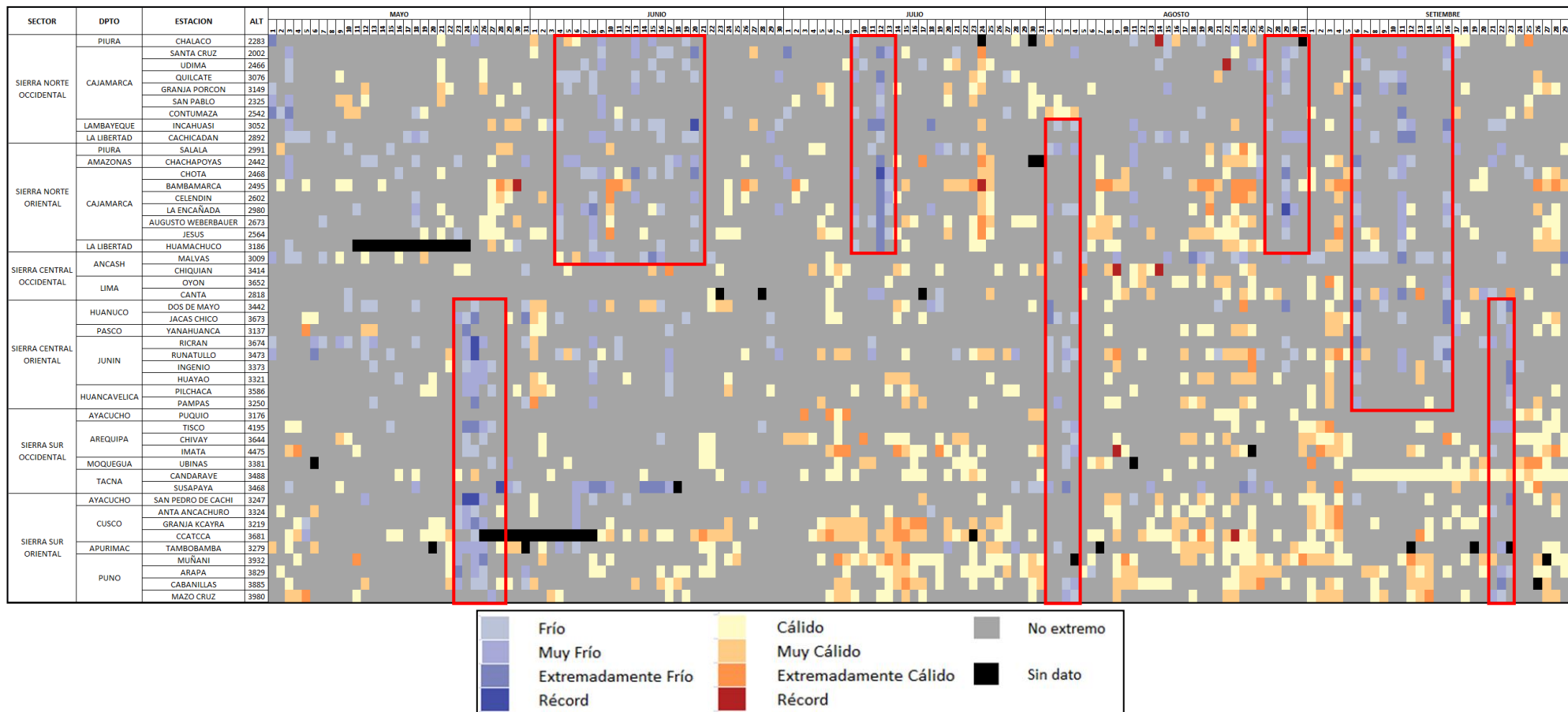


Figura 10: Frecuencia de días fríos/cálidos en la región Andina entre los meses de mayo a setiembre 2021.

5.3.2. Temperatura mínima y noches frías/cálidas

La Figura 11 presenta los gráficos de monitoreo diario de temperatura mínima mediante normales y umbrales climáticos de las estaciones más representativas del sector norte, centro y sur de la región Andina. El comportamiento de la temperatura mínima a lo largo de la sierra ha presentado condiciones por debajo de lo normal en ciertos periodos de la temporada de bajas temperaturas. La sierra norte (estación Granja Porcón-Cajamarca) y sierra central (estación Huayao-Junín) presentaron descensos bruscos de temperaturas mínimas a finales de mayo y con mayor intensidad a inicios de agosto (Figura 11a y 11b). Entre el 22 de junio y 10 de julio, se registraron valores muy bajos de temperatura mínima en toda la región, inclusive en el sector sur, donde predominó temperaturas mínimas superiores a lo normal en gran parte de la temporada (Figura 11c y 11d).

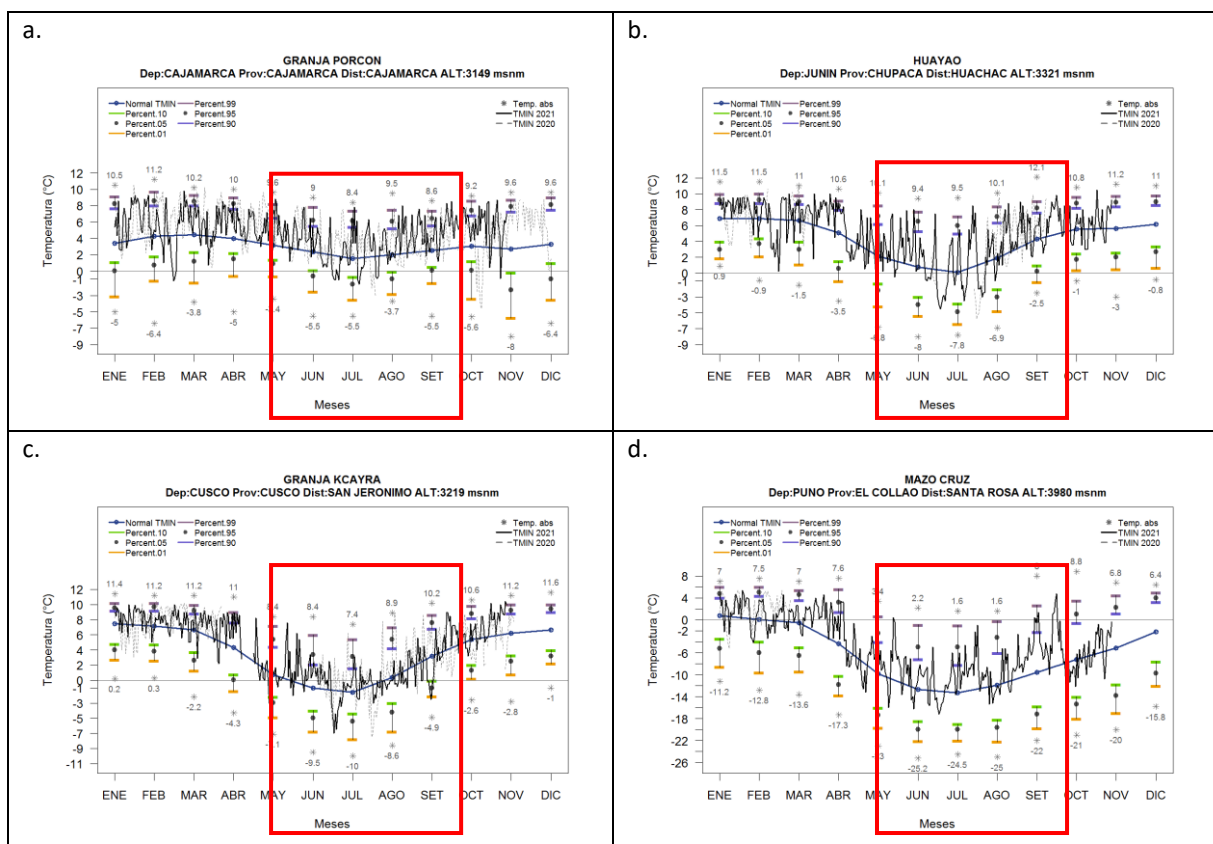


Figura 11: Monitoreo diario de temperatura mínima en la región Andina: (a) Sierra norte, (b) Sierra centro y, (c y d) Sierra sur. La línea azul con puntos es la normal climática mensual (1981-2010); los guiones naranja y verde representan los valores de los percentiles 10 (*noche fría*) y 01 (*noche extremadamente fría*), mientras que los guiones azul y morado, los percentiles 90 (*noche cálida*) y 99 (*noche extremadamente cálida*). Los puntos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, corresponde al percentil 05 (*noche muy fría*) y percentil 95 (*noche muy cálida*). Los asteriscos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, representa el valor mínimo y máximo absoluto registrado en toda la serie histórica. La línea continua negra y punteada gris representan los valores diarios de las temperaturas del 2020 y 2021, respectivamente.

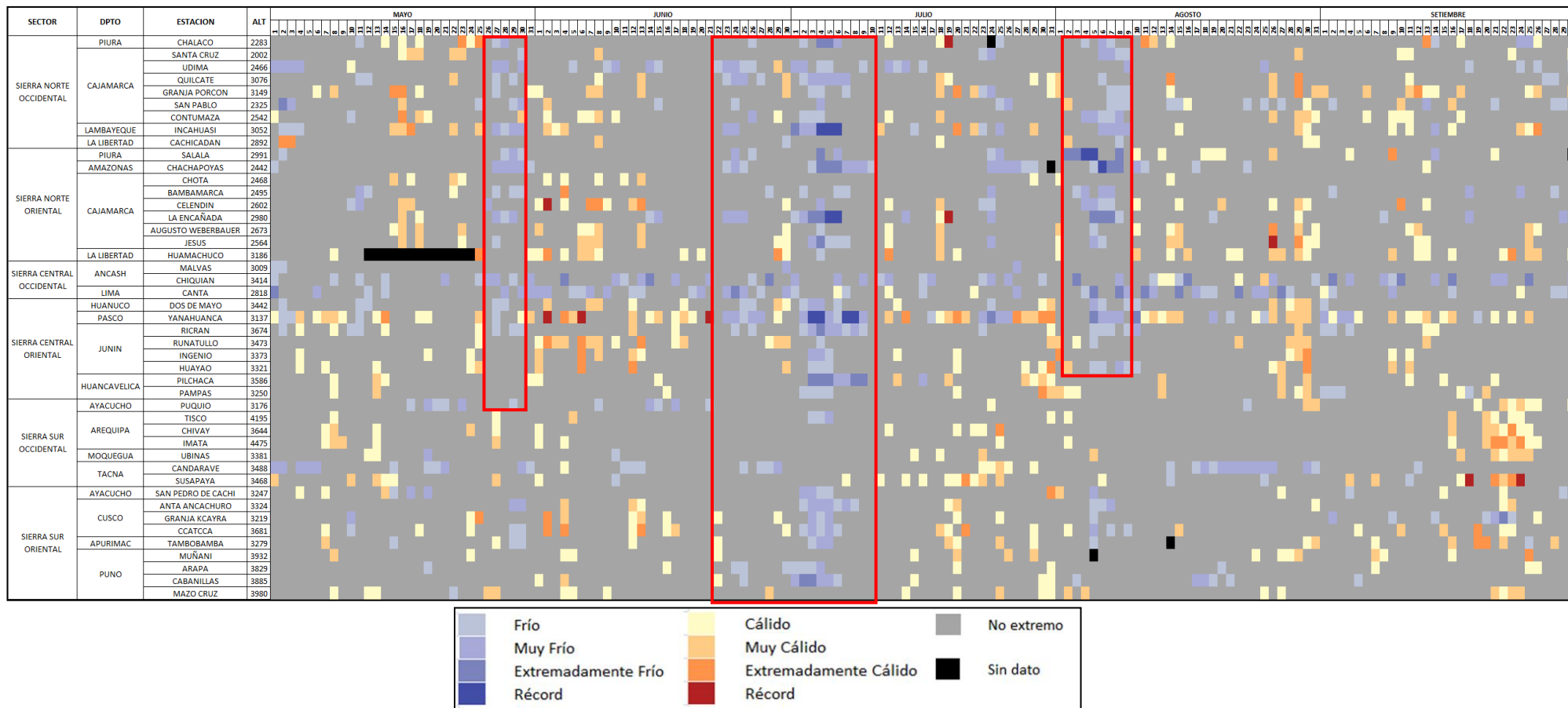


Figura 12: Frecuencia de noches frías/cálidas en la región Andina entre los meses de mayo a setiembre 2021.

En cuanto a la frecuencia de valores extremos en temperatura mínima, la Figura 12 muestra el comportamiento espacial y temporal de las noches frías y cálidas en la región Andina. Las estaciones convencionales van de norte a sur en el eje de las ordenadas y en las abscisas, se observa las noches frías/cálidas de mayo a setiembre. Durante la temporada de bajas temperaturas 2021, se observan tres periodos de noches frías consecutivas: del 26 al 30 de mayo, en la sierra norte y centro; del 22 de junio al 10 de julio, en toda la sierra pero con mayor enfoque en la parte norte y centro; y del 02 al 09 de agosto en la sierra norte y centro. El segundo y tercer periodo de frío fueron los más intensos donde inclusive se registraron valores de temperatura mínima muy bajas.

5.4. Bajas temperaturas en la región Amazónica

5.4.1. Temperatura máxima y días fríos/cálidos

La Figura 13 presenta los gráficos de monitoreo diario de temperatura máxima mediante normales y umbrales climáticos de las estaciones más representativas de la selva.

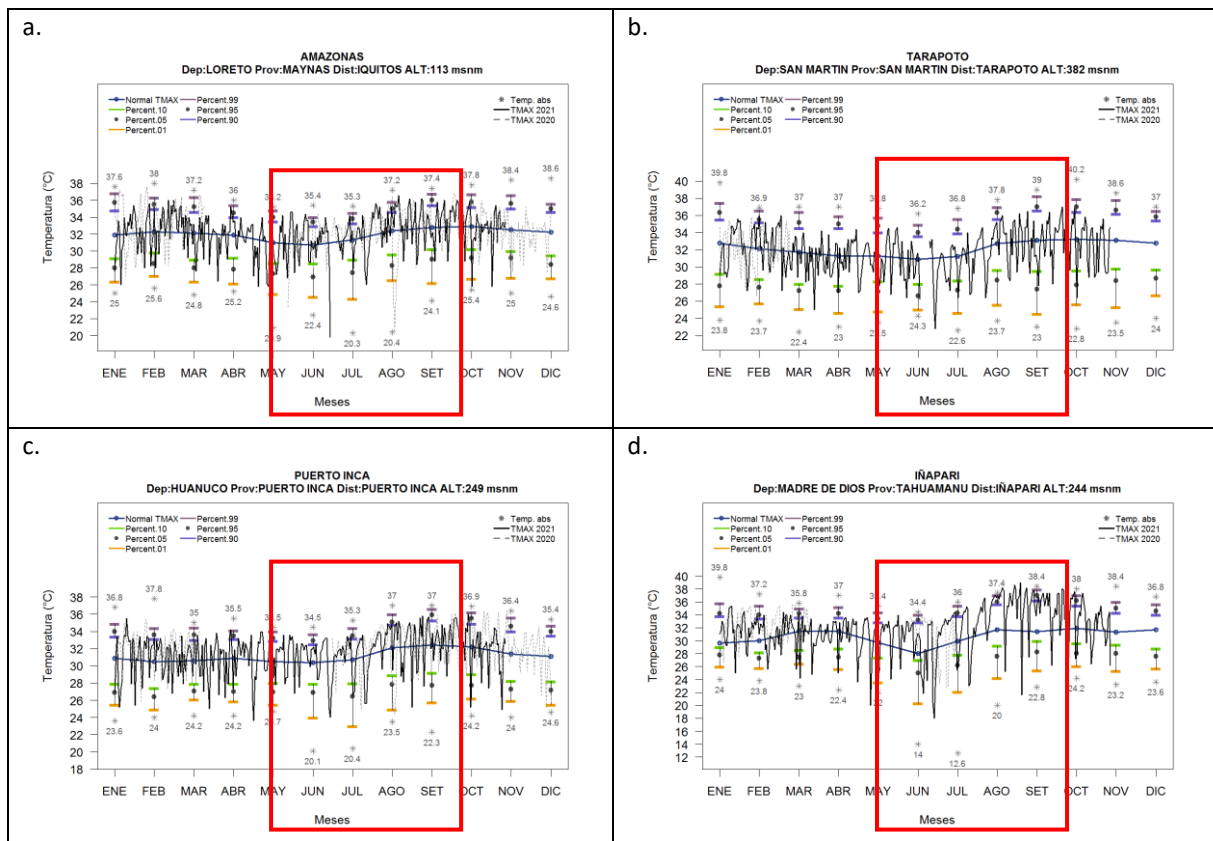


Figura 13: Monitoreo diario de temperatura máxima en la región Amazónica: (a y b) Selva norte, (c) Selva centro y, (d) Selva sur. La línea azul con puntos es la normal climática mensual (1981-2010); los guiones naranja y verde representan los valores de los percentiles 10 (*día frío*) y 01 (*día extremadamente frío*), mientras que los guiones azul y morado, los percentiles 90 (*día cálido*) y 99 (*día extremadamente cálido*). Los puntos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, corresponde al percentil 05 (*día muy frío*) y percentil 95 (*día muy cálido*). Los asteriscos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, representa el valor mínimo y máximo absoluto registrado en toda la serie histórica. La línea continua negra y punteada gris representan los valores diarios de las temperaturas del 2020 y 2021, respectivamente.

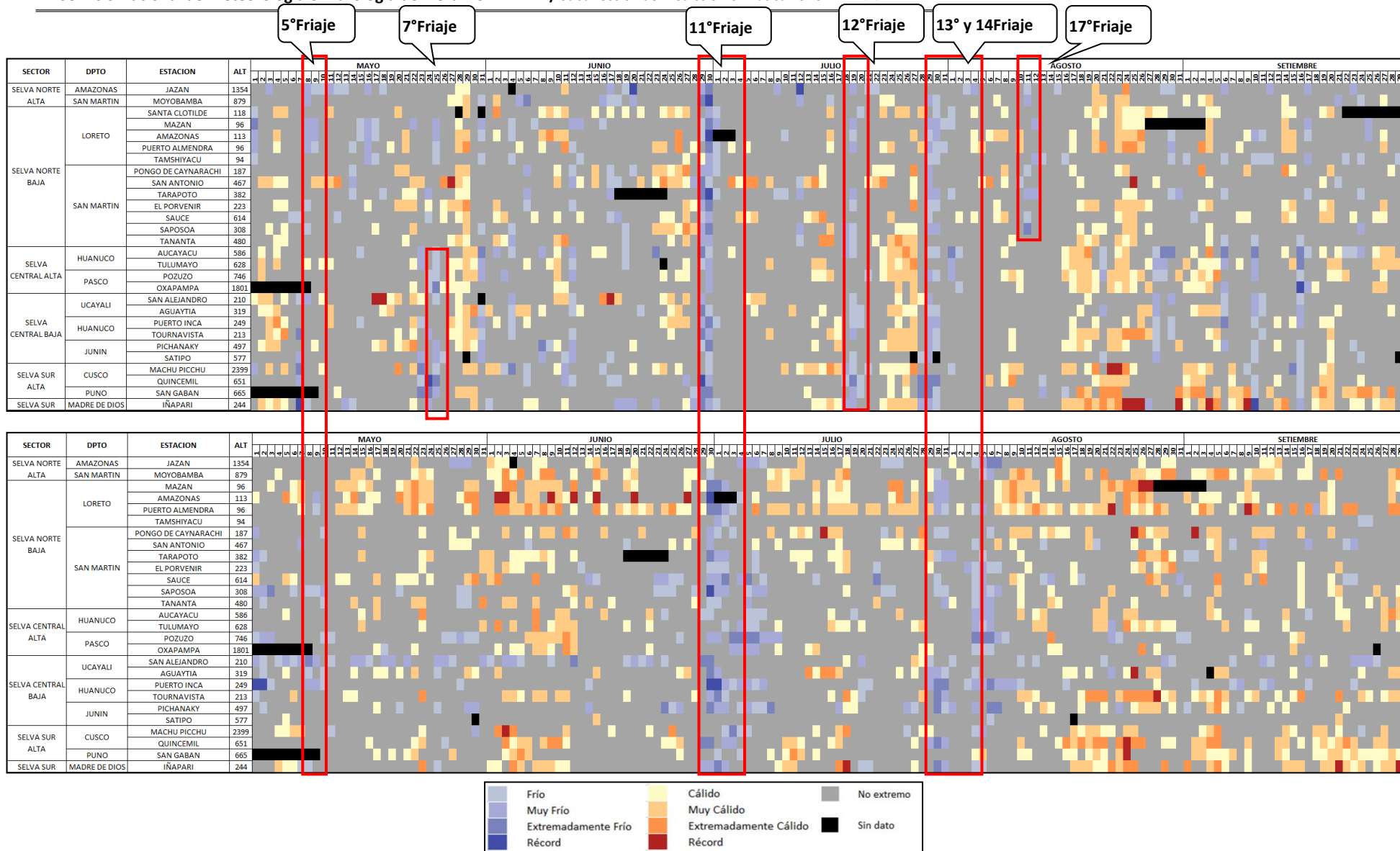


Figura 14: Superior: Frecuencia de días fríos/cálidos. Inferior: Frecuencia de noches frías/cálidas en la región Amazónica entre los meses de mayo a setiembre 2021.

La temperatura máxima ha presentado un comportamiento similar al 2020 con valores superior a los normal, así como periodos de descensos bruscos en simultáneo a lo largo de la región, asociados a ingresos de friajes. Uno de los descensos más intensos ocurrió entre el 28 de junio y 03 de julio, que incluso reportó nuevos récords históricos de temperatura máxima muy baja (estación Moyobamba-San Martín, Amazonas-Loreto, Tarapoto-San Martín y Quincemil-Cusco), impactando en las condiciones diurnas (Figura 13).

Los periodos de ingreso de friajes han repercutido en la ocurrencia de periodos de días fríos en la selva. Han sido siete (07) friajes los que impactaron de manera significativa en los extremos de temperatura máxima: 5°, 7°, 11°, 12°, 13°, 14° y 17° friaje, siendo que el 7° friaje afectó en mayor medida en la selva centro y sur, y el 17° friaje en la selva norte. Asimismo, los friajes con periodos más prolongados de días fríos fueron el 11° friaje entre el 28 de junio y 03 de julio, que además ha sido el más intenso por generar nuevos récords históricos bajos en varias estaciones meteorológicas; y 13° y 14° friaje que fueron consecutivos entre el 28 de julio al 03 de agosto. Los días fríos ocurridos de forma aislada y puntual están asociados con precipitaciones en la región. Entre finales de agosto y principios de setiembre, se presentó un periodo extenso de días consecutivos cálidos, sobre todo en la selva sur donde se observan récords de temperaturas máximas (parte superior de la Figura 14).

5.4.2. Temperatura mínima y noches frías/cálidas

La Figura 15 presenta los gráficos de monitoreo diario de temperatura mínima mediante normales y umbrales climáticos de las estaciones más representativas del sector norte, centro y sur de la región amazónica. La temperatura mínima ha registrado valores superiores a lo normal en Loreto y selva sur; mientras que, la selva central tuvo condiciones más frías que el 2020, pero fluctuando alrededor de lo normal. También se presentaron descensos bruscos de temperatura mínima debido al ingreso de friajes, sobre todo cuando estos han sido intensos o prolongados (Figura 15).

En la temporada de bajas temperaturas, predominaron noches cálidas con ciertos periodos de frío cuando los friajes fueron intensos o prolongados, como el caso del 5° friaje, cuando la selva central presentó noches frías; el 11° friaje que también generó récords mensuales de temperatura mínima (estaciones Amazonas-Loreto, Saposoa-San Martín y Puerto Inca-Huánuco) y el 13° y 14° friaje con noches frías consecutivas (parte inferior de la Figura 14).

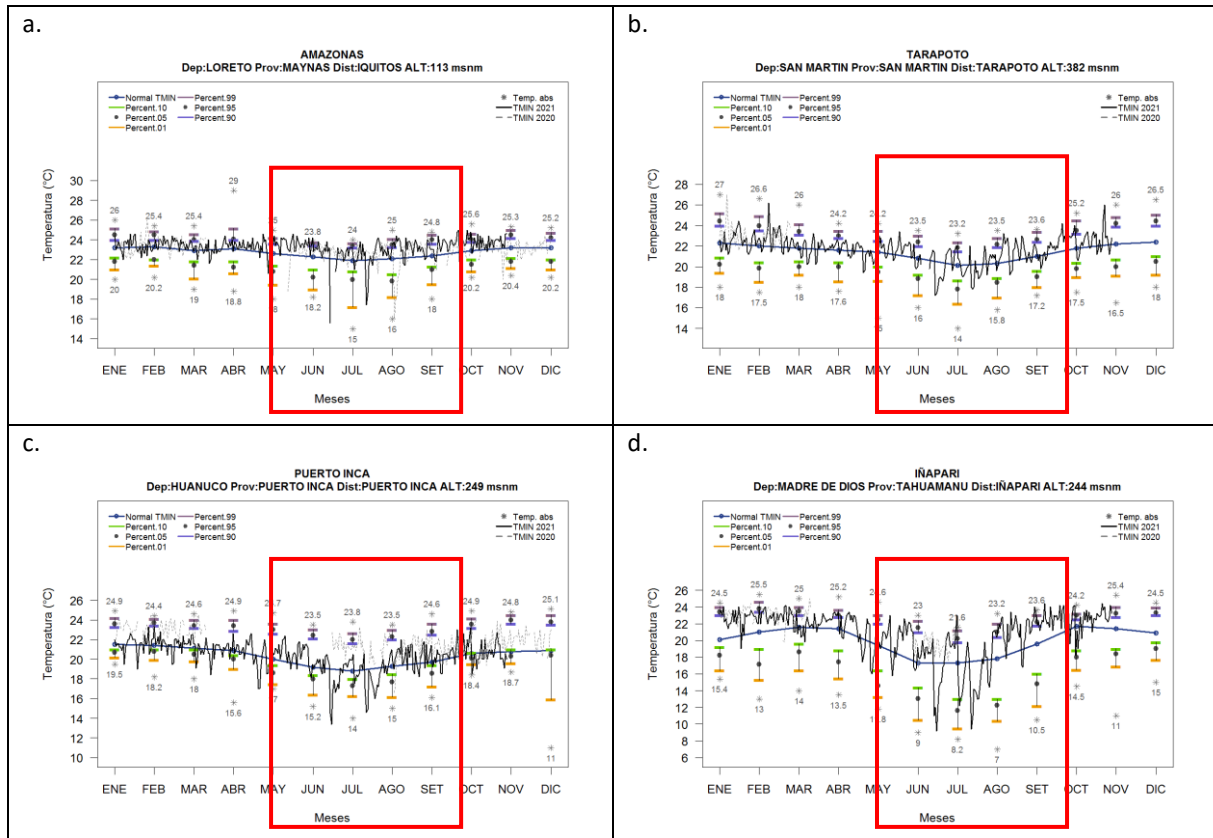


Figura 15: Monitoreo diario de temperatura mínima en la región Amazónica: (a) Selva norte, (b) Selva centro y, (c) y (d) Selva sur. La línea azul con puntos es la normal climática mensual (1981-2010); los guiones naranja y verde representan los valores de los percentiles 10 (*noche fría*) y 01 (*noche extremadamente fría*), mientras que los guiones azul y morado, los percentiles 90 (*noche cálida*) y 99 (*noche extremadamente cálida*). Los puntos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, corresponde al percentil 05 (*noche muy fría*) y percentil 95 (*noche muy cálida*). Los asteriscos grises, abajo y arriba de la línea azul de la normal, representa el valor mínimo y máximo absoluto registrado en toda la serie histórica. La línea continua negra y punteada gris representan los valores diarios de las temperaturas del 2020 y 2021, respectivamente.

VI. EVENTOS EXTREMOS

6.1. Heladas Meteorológicas

Si bien es cierto las heladas meteorológicas son eventos típicos de la temporada de bajas temperaturas, y sobre los 3800 msnm es usual que durante gran parte del año, su intensidad y frecuencia puede configurar eventos extremos con afectación en la salud de la población expuesta y pastos naturales; pero también, lo contrario puede afectar el normal desarrollo de actividades de economía familiar en regiones altoandinas dedicadas, por ejemplo, a la producción de moraya y chuño⁸.

⁸Se elabora a partir de la deshidratación de los tubérculos pequeños de las variedades de papa nativa común y de algunas «mejoradas». Su proceso requiere de las heladas meteorológicas nocturnas y de la fuerte radiación solar durante el día. Este producto es uno de los elementos centrales de la alimentación indígena y, en general, de la gastronomía de gran parte de la región andina del Perú.

6.1.1. Frecuencia de las Heladas Meteorológicas

Durante el periodo de bajas temperaturas 2021, las heladas meteorológicas empezaron a registrarse en mayo y culminaron en setiembre en ámbitos andinos entre los 3000 y 3800 msnm; sin embargo, en zonas de mayor altitud (>3800 msnm), las heladas, como es usual, se presentaron todo el año, presentando una mayor frecuencia durante el periodo de invierno. A continuación, se muestra los mapas mensuales de frecuencia de heladas desde mayo a setiembre, que indica el número de días con heladas durante el mes.

La **sierra norte** por segundo año consecutivo no registró heladas meteorológicas habituales entre los meses de mayo y junio, comenzando a registrarse a partir de julio. La estación meteorológica Granja Porcón (Cajamarca) sólo registró 07 días con heladas en julio y 03 días en agosto; en comparación a la temporada 2020, se han reportado menos días de ocurrencia de heladas (Mapa 4 y Mapa 5).

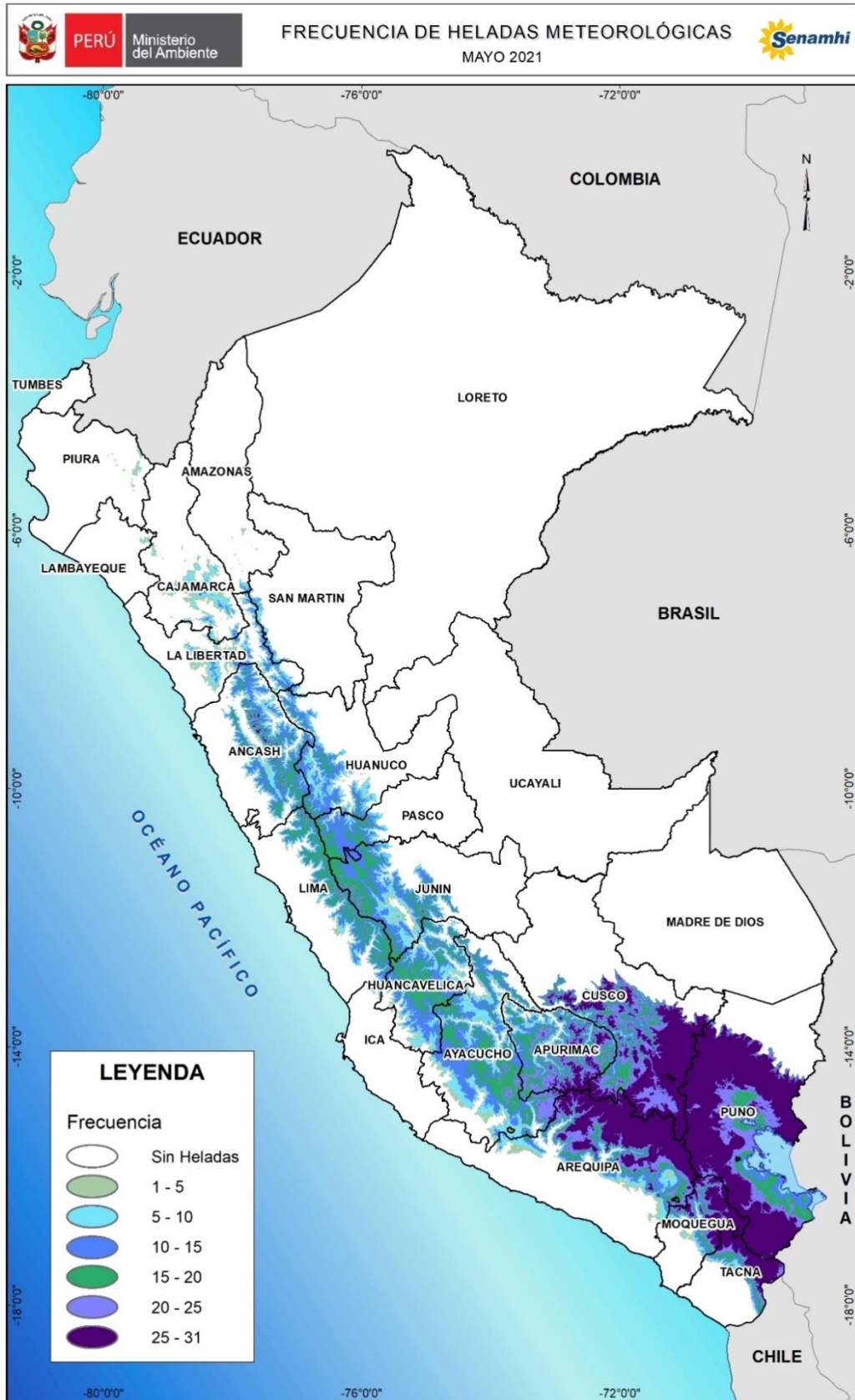
La **sierra central** reportó heladas meteorológicas a partir de mayo, con mayor frecuencia en los meses de julio y setiembre, disminuyendo la frecuencia en agosto. Las estaciones meteorológicas de La Oroya (Junín) y Pampas (Huancavelica) son las que registraron una mayor frecuencia de heladas en julio con 23 y 22 días, respectivamente; mientras que, en agosto, la frecuencia fue de 19 y 13 días en ambas estaciones meteorológicas; sin embargo, comparadas con el año anterior se reportaron menos días con heladas. (Mapa 4 y Mapa 5)

En la **sierra sur**, las heladas meteorológicas se reportaron desde mayo hasta setiembre (Mapa 2, Mapa 3, Mapa 4, Mapa 5 y Mapa 6). En **Arequipa**, la estación meteorológica Chivay registro 12 días (mayo) y de 26 a 29 días durante el periodo junio – agosto. Las estaciones Imata, Pillones, Sibayo y Tisco, ubicadas sobre los 3900 msnm, registraron todos los días recurrencia de heladas, reportando una frecuencia de 30 a 31 días durante los meses de mayo – agosto; y la frecuencia de días con heladas disminuyó en setiembre, reportando en Sibayo de 21 a 25 días. Con respecto a estaciones representativas de **Tacna**, Chuapalca y Vilacota (aprox. 4400msnm) registraron de 26 a 30 días en los meses de mayo y junio; y de julio a setiembre, alrededor de 20 días. En **Cusco**, las heladas se registraron a partir de mayo, con una menor frecuencia y a partir de agosto se incrementaron los días. Las estaciones meteorológicas Anta y Ccatcca (3340 y 3693 msnm) registraron 07 a 23 días de heladas entre mayo y junio, y de 25 a 29 días de heladas en julio y agosto, culminando setiembre con alrededor de 08 días con heladas meteorológicas. En tanto, Sicuani, ubicado en la parte alta del departamento Cusco (sobre los 3574 msnm), presenta una mayor frecuencia de heladas, reportando alrededor de 30 días desde mayo a agosto, mientras que en setiembre registró 06 días, comparadas con el año anterior se tuvieron menor frecuencia de helada.

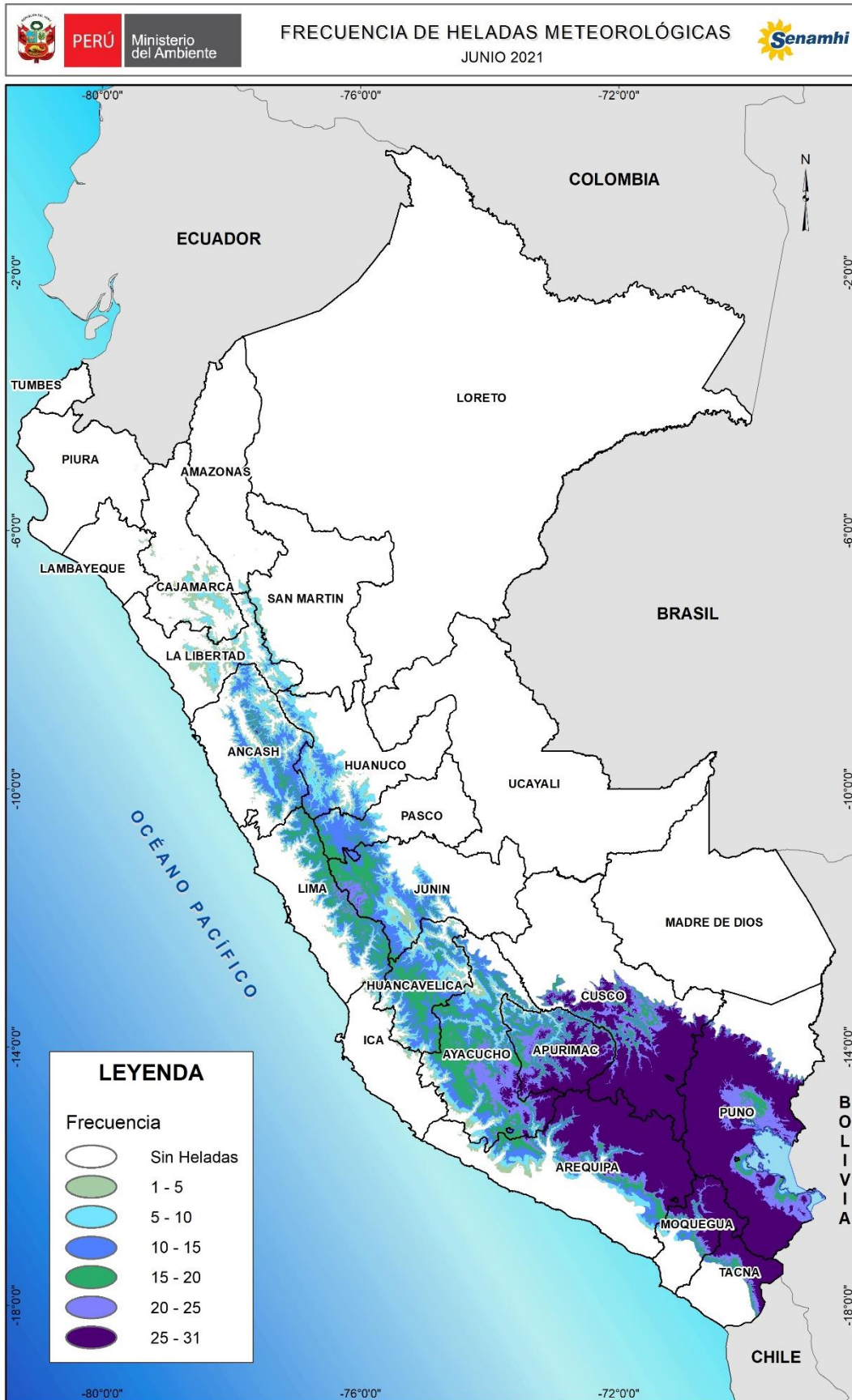
Finalmente, **Puno** es uno de los departamentos que presenta una mayor densidad de estaciones y sus registros de frecuencias de heladas son normalmente alrededor de 30 a 31 días durante el periodo de bajas temperaturas. Estaciones meteorológicas representativas como Juliaca, Huaraya Moho, Lampa, Laraqueri, Macusani, Mazo Cruz y Pampahuta (aproximadamente sobre

3900 msnm) registraron de 30 a 31 días de heladas desde mayo a agosto, y para setiembre se observó una disminución en la frecuencia de heladas, registrando alrededor de 11 a 22 días. La estación de Puno sólo registró 02 días de heladas en el mes de agosto. Este año se tuvo menor frecuencia de días con heladas.

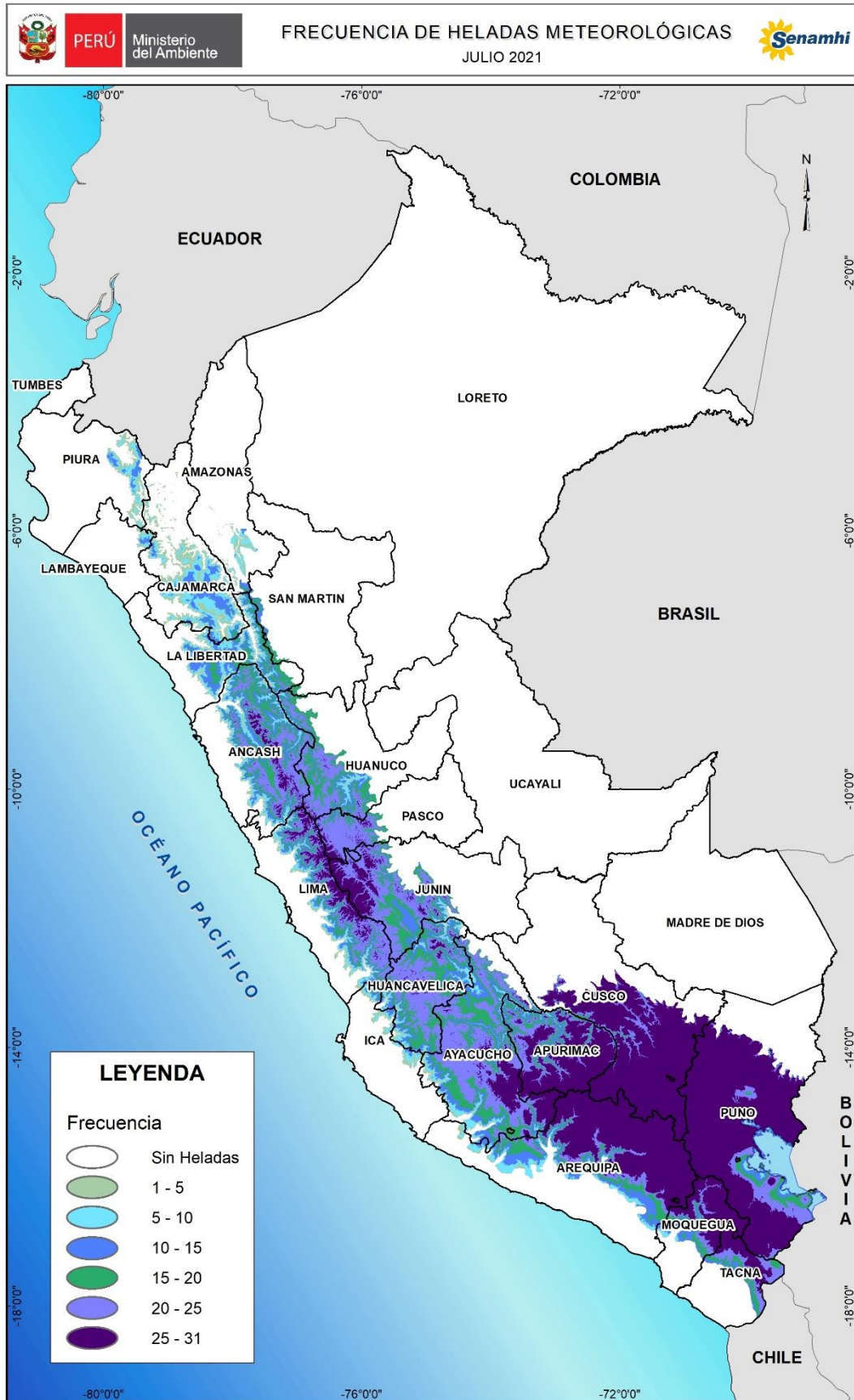
En resumen, la temporada de bajas temperaturas 2021 en la región andina, se caracterizó por presentar una menor frecuencia (días) de heladas meteorológicas en comparación a la temporada 2020. Finalmente, a nivel nacional se reportaron de 30 a 31 días con heladas sobre todo en la sierra sur (zonas ubicadas sobre los 3800 msnm) durante los meses de mayo – agosto; mientras una menor recurrencia de días con heladas en setiembre.



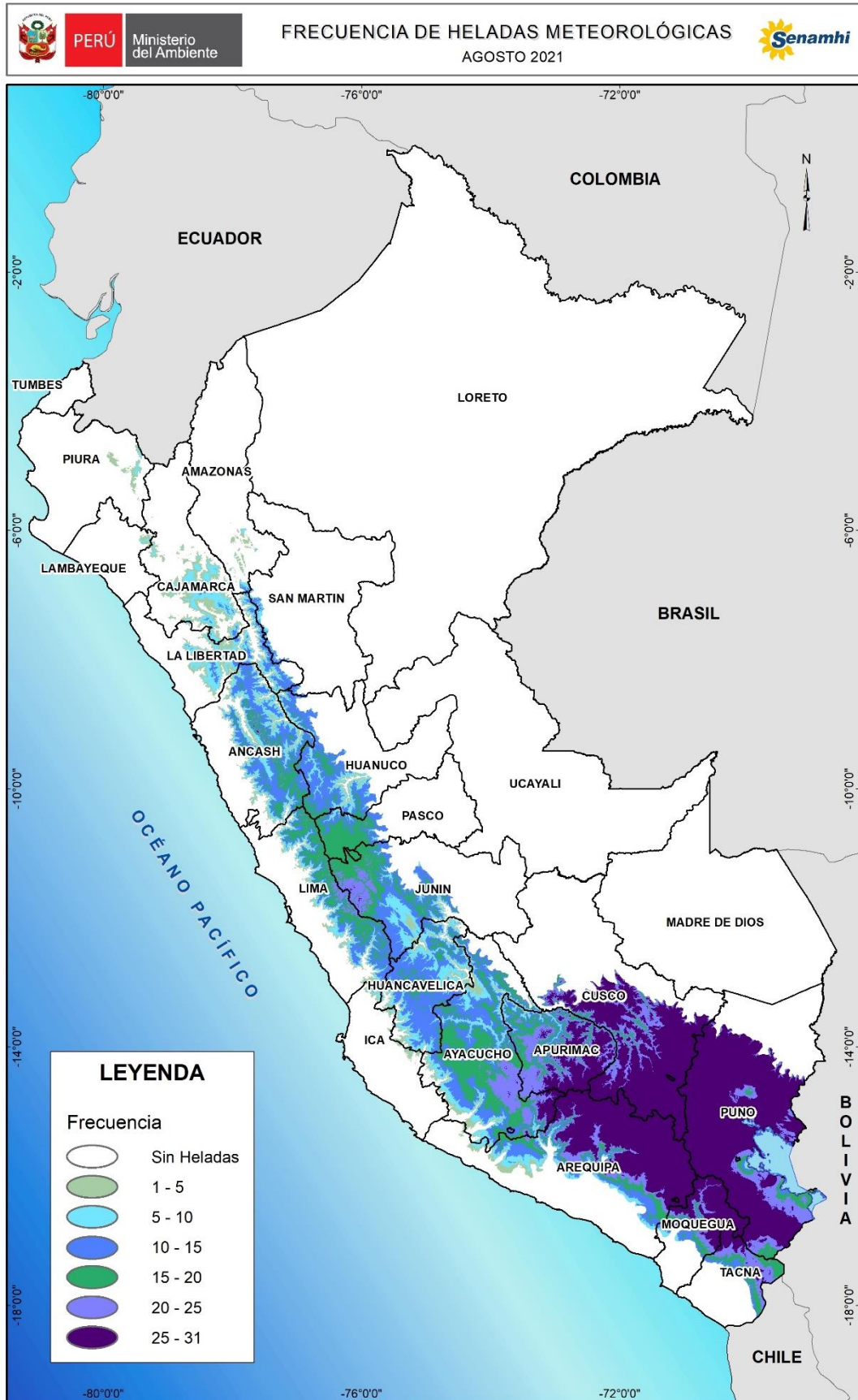
Mapa2: Frecuencia de heladas meteorológicas a nivel nacional - mayo 2021.



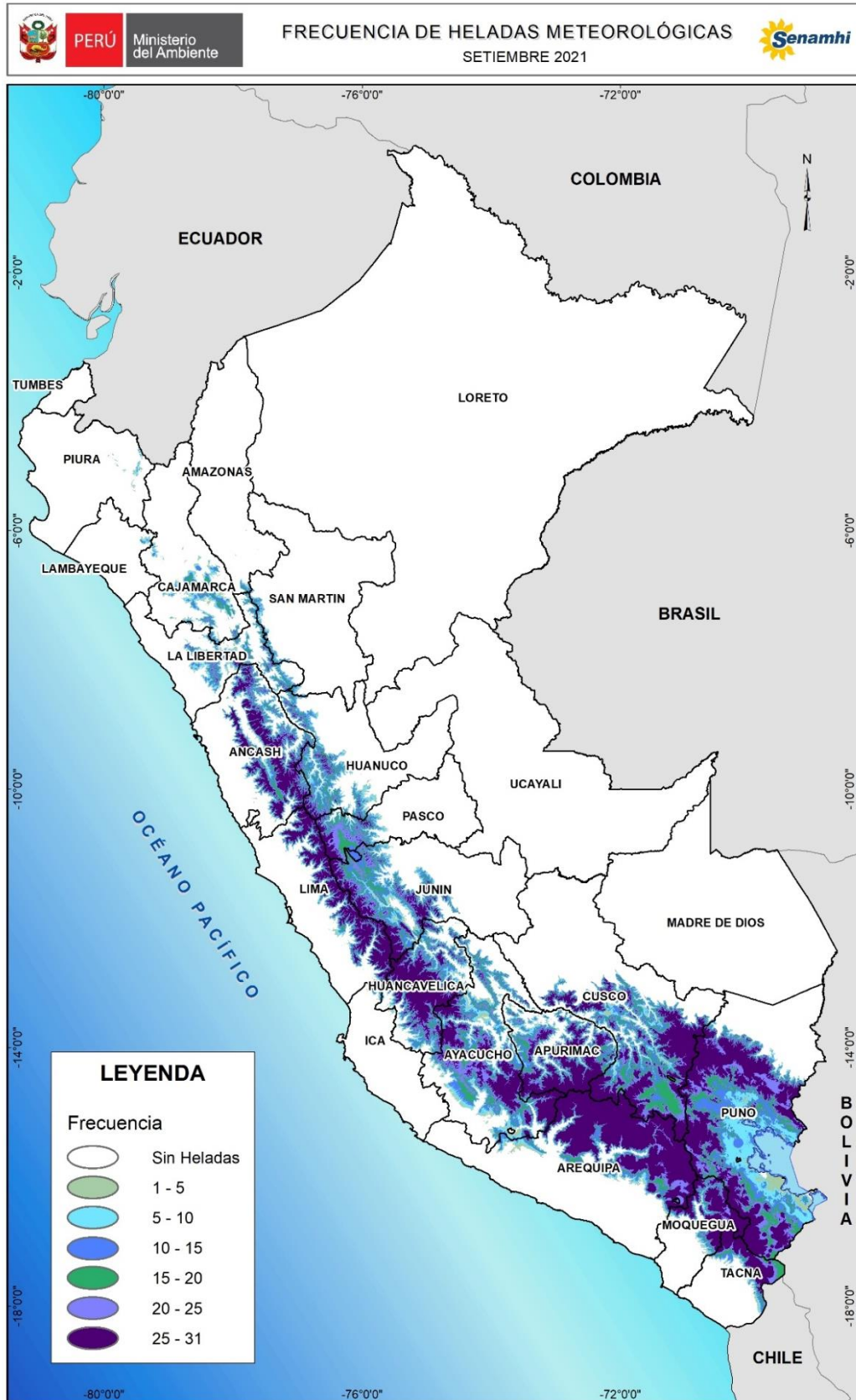
Mapa3: Frecuencia de heladas meteorológicas a nivel nacional - junio 2021.



Mapa4: Frecuencia de heladas meteorológicas a nivel nacional - julio 2021.



Mapa5: Frecuencia de heladas meteorológicas a nivel nacional - agosto 2021.



Mapa6: Frecuencia de heladas meteorológicas a nivel nacional - setiembre 2021.

6.1.2. Intensidad de las Heladas Meteorológicas

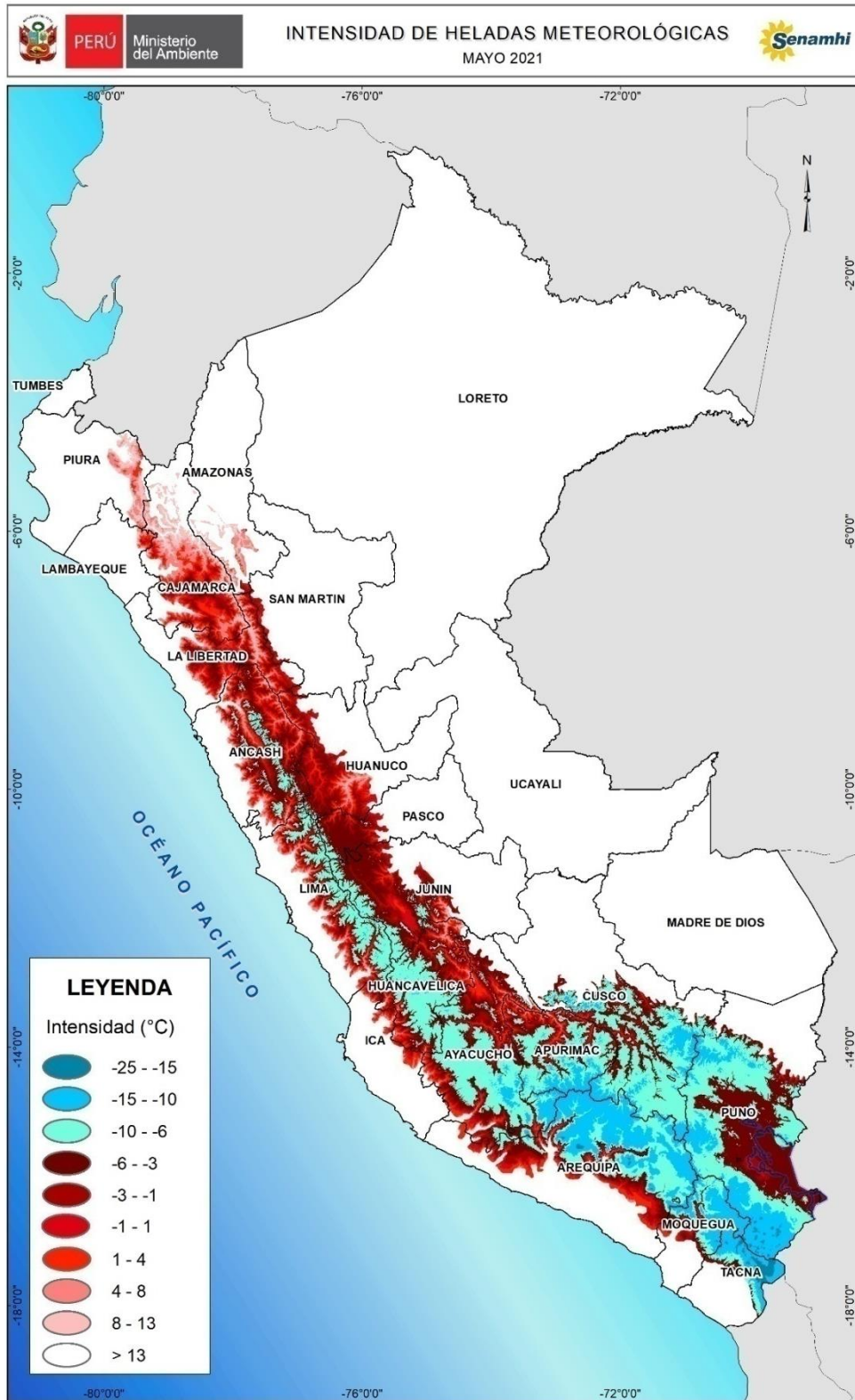
Durante el periodo de bajas temperaturas, las heladas meteorológicas suelen intensificarse incluso por varios días con temperaturas extremas, lo que genera impactos en los diferentes sectores, principalmente en la agricultura y ganadería. A continuación, los mapas de intensidad de las heladas a nivel nacional nos muestran la temperatura mínima más baja registrada durante cada mes de la temporada de bajas temperaturas 2021 (Mapa 7, Mapa 8, Mapa 9, Mapa 10 y Mapa 11).

Para la **sierra norte**, no se registraron heladas en mayo y junio; recién a partir de agosto empezaron a registrarse en forma recurrente. La estación representativa de Granja Porcón reportó -1.6°C (julio), valor más bajo de la temporada 2021 que, comparada con la temporada 2020 donde se registró -3.2°C , no han sido muy intensas. En la **sierra central**, las heladas más intensas se reportaron en julio y agosto para la mayoría de las estaciones, siendo las estaciones de La Oroya (Junín) con -6.4°C en julio y Pampas (Huancavelica) con -6.0°C en julio las que, comparadas con la temporada 2020, presentaron una menor intensidad.

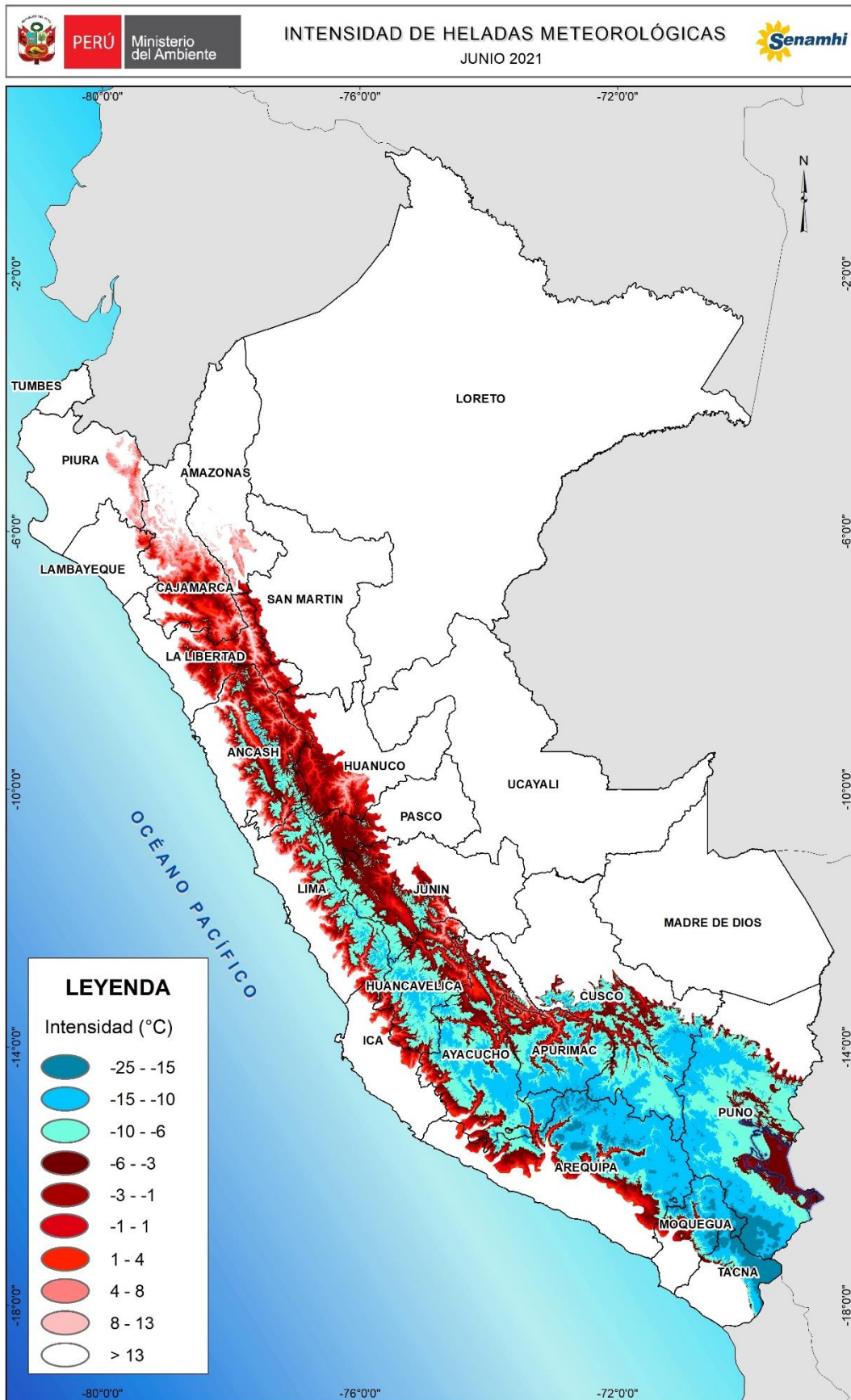
Para la **Sierra Sur**, las heladas más intensas se registraron durante el mes de julio. En **Arequipa**, la estación meteorológica Chivay presentó intensidades de heladas alrededor de los -3.2°C (mayo – julio), mientras que en agosto registró -2.6°C y en setiembre no se presentaron heladas. Asimismo, las estaciones Sibayo y Tisco registraron entre -8.0°C a -11.1°C , en Imata y Pillones de -12.2°C a -15.0°C durante los meses de mayo a julio; sin embargo, en setiembre se observaron heladas menos intensas registrando -5.5°C en Tisco y -10.2°C en Imata. Respecto a las estaciones representativas de **Tacna**, Chuapalca reportó su máxima intensidad de heladas en julio con -20.5°C y es el valor más bajo a nivel nacional reportado para la temporada 2021; considerando que el valor histórico más bajo registrado en esta estación fue -28.2°C (17/08/2003).

En **Cusco**, las heladas más intensas se reportaron en el mes de julio. Estaciones como Anta y Ccatcca reportaron las heladas más intensas en julio con -7.0°C y -8.5°C , respectivamente, reportando las menores intensidades en setiembre con -1.6°C y -2.0°C . En Sicuani, las intensidades fluctuaron entre -4.8°C a -8.8°C , siendo la más intensa registrada en julio; mientras que en setiembre reportó -2.4°C . Finalmente, las intensidades de heladas de las estaciones representativas de **Puno**, como Juliaca, Laraqueri, Macusani, Pampahuta y Progreso, fluctuaron entre -10.2°C a -16.6°C , disminuyendo hacia el mes de setiembre. Asimismo, la estación Mazo Cruz, ubicada sobre los 4000 msnm, registró su mayor intensidad en julio con -17.2°C y la menor intensidad en setiembre con -13.0°C .

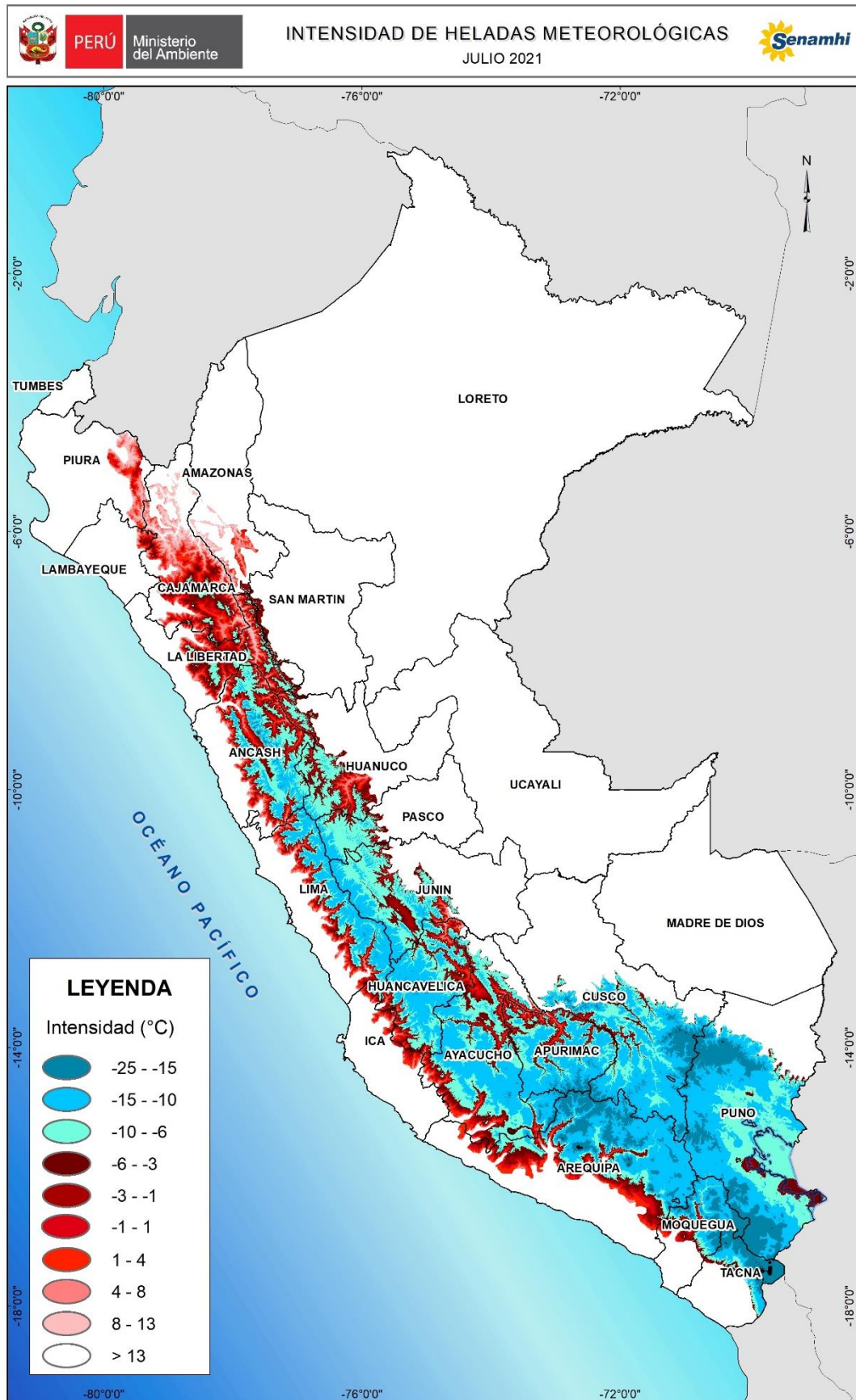
La intensidad de las heladas durante la temporada de bajas temperaturas 2021, han sido de menor intensidad a lo largo de la región andina comparadas con el año anterior 2020, siendo el mes de julio donde se reportaron las heladas más intensas de esta temporada.



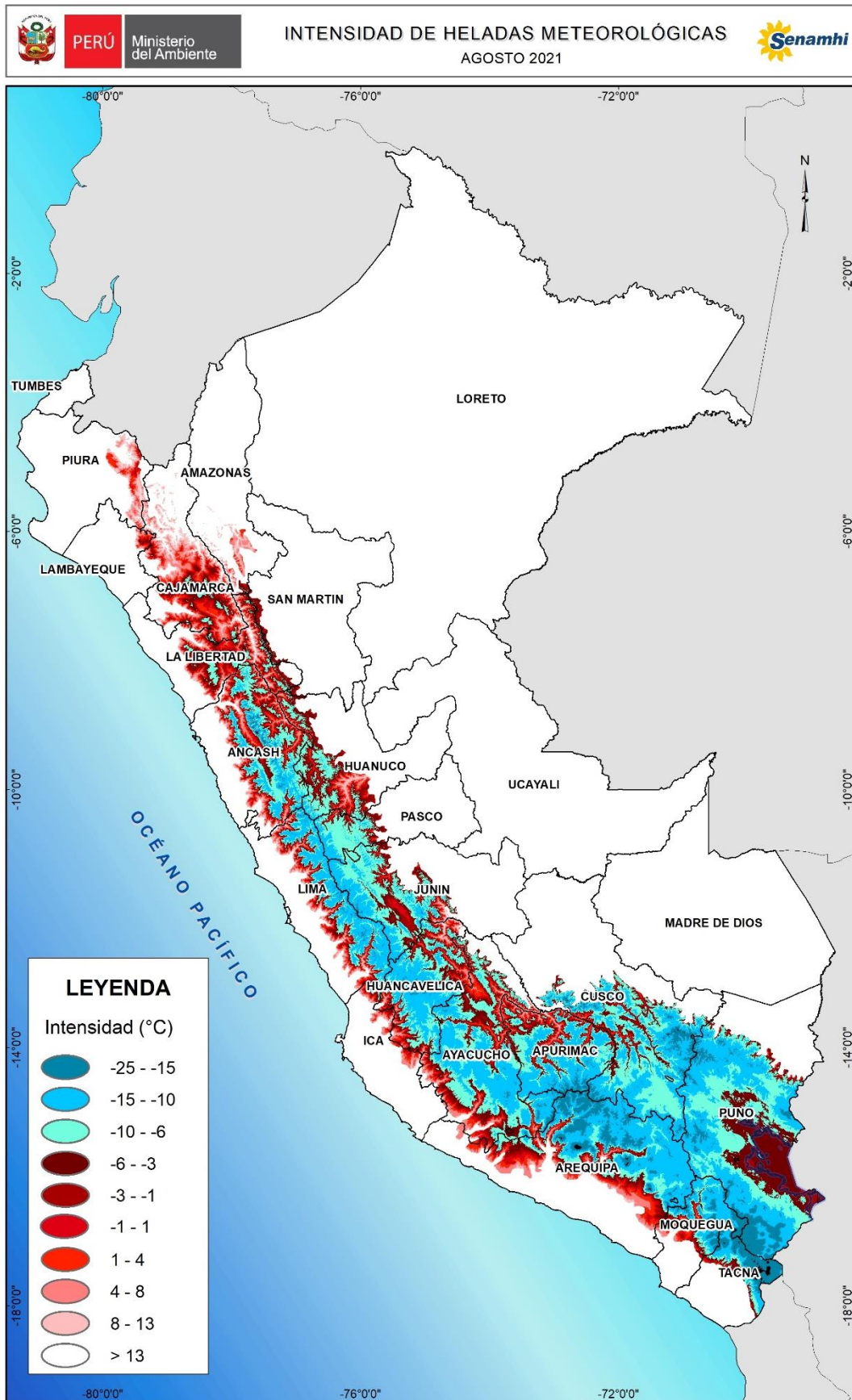
Mapa7: Intensidad de heladas meteorológicas a nivel nacional - mayo 2021.



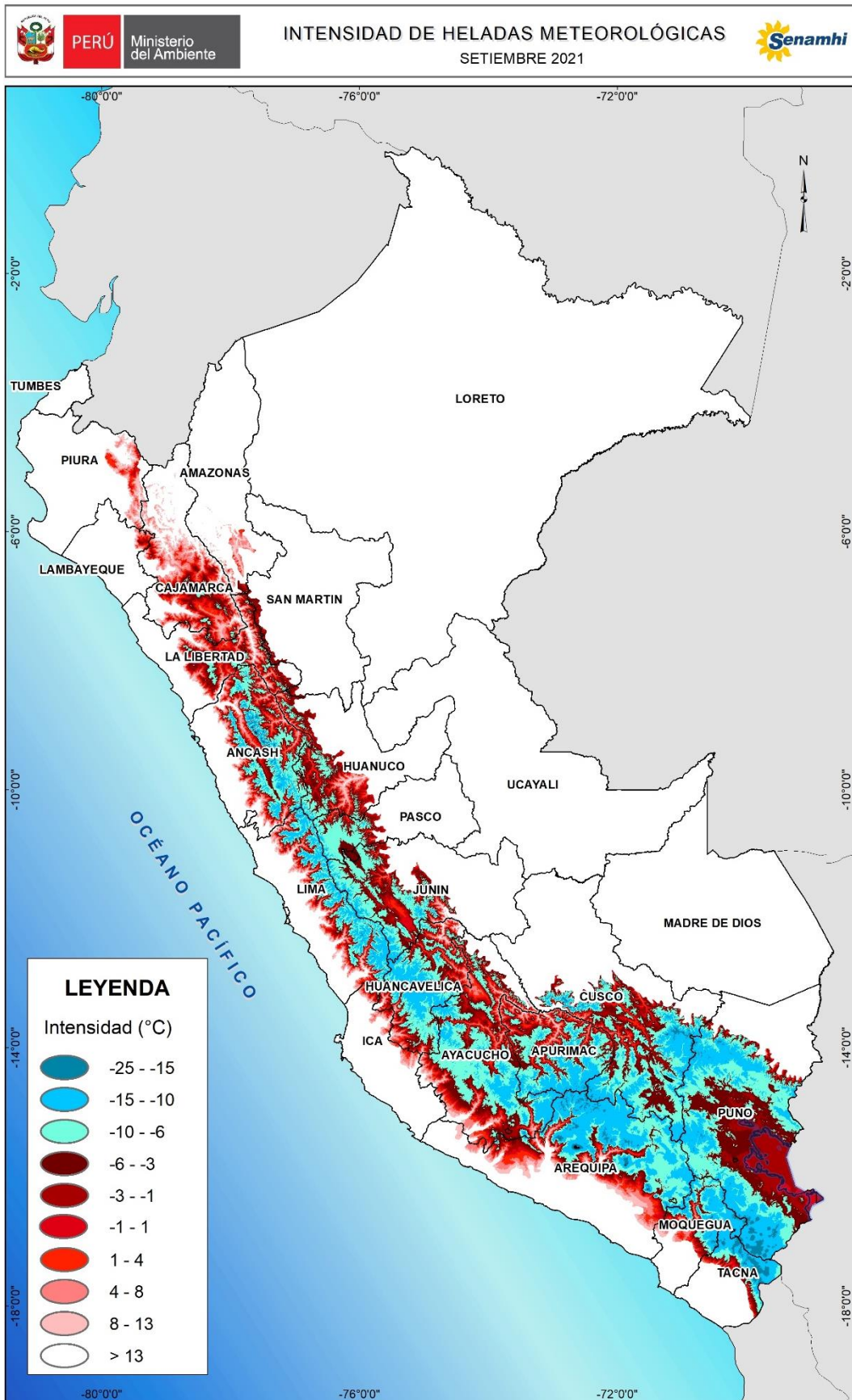
Mapa8: Intensidad de heladas meteorológicas a nivel nacional - junio 2021.



Mapa9: Intensidad de heladas meteorológicas a nivel nacional - julio 2021.



Mapa10: Intensidad de heladas meteorológicas a nivel nacional - agosto 2021.



Mapa11: Intensidad de heladas meteorológicas a nivel nacional - setiembre 2021.

6.1.3. Temperaturas mínimas absolutas del 2021

A continuación, la Tabla 12 muestra las temperaturas mínimas más bajas registradas en el periodo de bajas temperaturas 2021 en la región andina. Como se observa, las temperaturas más bajas se registran entre junio a agosto, con mayor frecuencia en el mes de julio. **Para el 2021, la temperatura más baja se presentó en la estación Chuapalca (Tacna) con -20.5°C el 03/07/2021.**

Tabla 12: Temperaturas mínimas absolutas del periodo de bajas temperaturas 2021 en la región Andina. Los cuadros resaltados corresponden al mes que registró el valor más bajo de la temporada.

Departamento	Estación	Altitud (m.s.n.m)	Temperatura Mínima (°C)				
			Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Cajamarca	La Encañada	2980	1.6	-0.2	-2.8	-1.8	0.4
	Granja Porcón	3149	1.2	0.5	-1.6	-0.9	1.2
Huancavelica	Acostambo	3603	-5.2	-4.4	-8.4	-5.8	-3.4
Junín	Laive	3833	-7.4	-10.4	-12.2	-10.8	-7.4
	Junín	4101	-3.2	-3.6	-9.2	-8.2	-5.4
	La Oroya	3842	-2.2	-3.4	-6.4	-6.0	-2.6
Arequipa	Imata	4475	-12.0	-15.0	-14.6	-12.6	-10.2
	Pillones	4432	-9.4	-13.8	-14.2	-12.2	-9.6
	Tisco	4195	-8.7	-10.2	-11.1	-9.1	-5.5
	Porpera	4396	-7.8	-10.4	-10.8	-9.2	-6.2
	Las Salinas	4349	-8.6	-11.4	-10.6	-11.2	-9.2
Moquegua	Pampa Umalzo	4440	-13.0	SD	SD	SD	SD
	Ichuña	3874	-2.0	-5.6	-5.5	-3.4	-1.3
Tacna	Chuapalca	4177	-15.1	-20.0	-20.5	SD	SD
	Vilacota	4474	-12.4	SD	SD	-14.2	SD
Cusco	Ccatcca	3681	-5.0	-4.0	-8.5	-6.5	-2.0
	Sicuani	3534	-4.8	-5.8	-8.8	-5.6	-2.4
	Anta Ancachuro	3324	-4.7	-4.0	-7.0	-5.5	-1.6
	Granja Kcayra	3219	-3.0	-1.5	-7.0	-3.0	-2.5
Puno	Ananea	4660	-3.4	-5.4	-7.0	-6.8	-6.0
	Azángaro	3857	-4.2	-6.2	-8.4	-5.4	-2.6
	Ayaviri	3941	-5.2	-8.4	-10.2	-7.0	-3.6
	Mazo Cruz	3980	-16.0	-16.2	-17.2	-15.8	-13.0
	Pampahuta	4316	-10.2	-13.4	-13.6	-12.2	-9.4
	Laraqueri	3939	-11.2	-12.8	-15.8	-12.0	-9.8
	Pizacoma	3930	-10.2	-12.4	-10.8	-10.8	-6.4

SD: Sin Datos

6.2. Frijajes

El promedio anual de frijajes que ingresan al Perú es 21. La Figura 16 muestra el número de frijajes que se han presentado, en el año, desde 1997. En el 2021 se vienen registrando un total de 17 frijajes, número similar al que se registró en el 2020 (16 frijajes).

Por otro lado, en la Figura 17 se presenta la frecuencia mensual de frijajes, siendo el período mayo – setiembre cuando se presenta el mayor número de frijajes (más de dos frijajes al mes); se observa que en julio y agosto se presentan un mayor número (03) de frijajes.

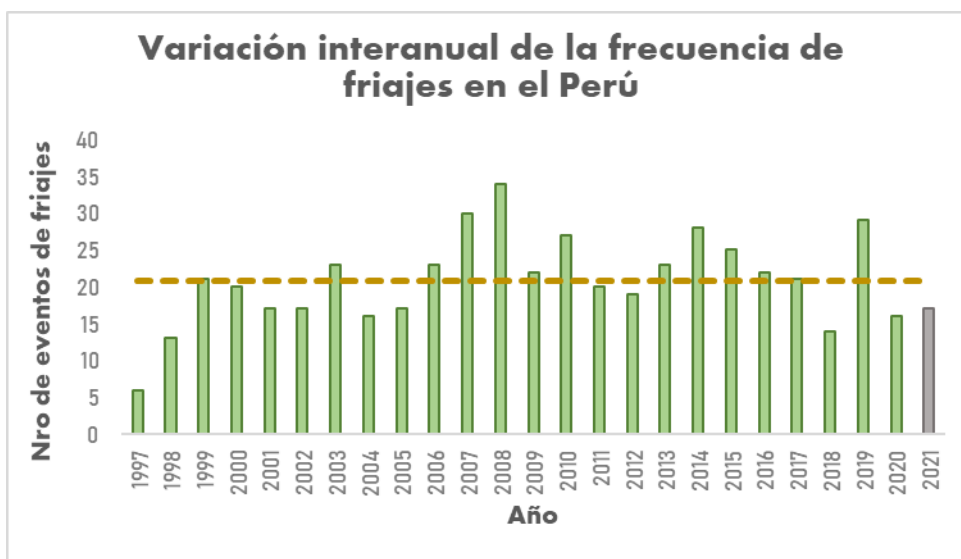


Figura 16: Variación interanual de la frecuencia de frijajes en el Perú desde 1997 hasta 2021. Las barras verdes representan la cantidad de frijajes al año. La barra gris en el 2021 es porque el conteo de los frijajes en este año se realizó con datos disponibles hasta el 26/11/2021. La línea entrecortada amarilla representa el promedio anual de frijajes que ingresan al Perú.

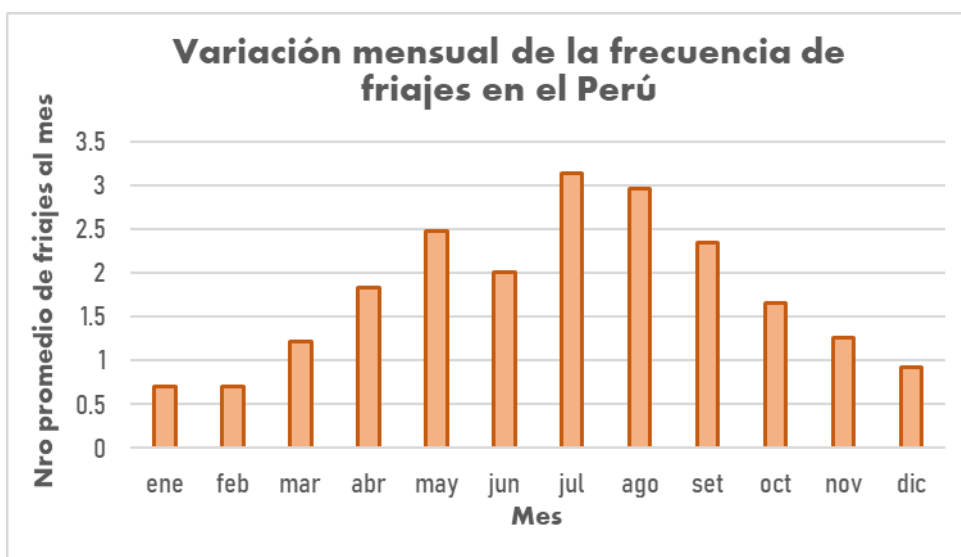


Figura 17: Variación mensual de la frecuencia de frijajes en el Perú desde 1997 hasta 2021. Es importante mencionar que pueden existir diferencias entre la cantidad de frijajes pronosticados (anunciados por avisos y/o notas de prensa) y frijajes registrados. Ese es el caso del 2021, en el cual se observa que hasta el 26/11/2021 se pronosticaron 22 frijajes (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico>) y

[https://www.gob.pe/busquedas?contenido\[\]=noticias&institucion\[\]=senamhi&sheet=1&sort_by=recent&term=FRIAJE](https://www.gob.pe/busquedas?contenido[]=noticias&institucion[]=senamhi&sheet=1&sort_by=recent&term=FRIAJE)), sin embargo, al analizar los datos se observa que se presentaron solo 17.

VII. RÉCORDS DE TEMPERATURAS DEL AIRE

A continuación, se presentan los récords mensuales registrados en el periodo de bajas temperaturas 2021 de mayo a setiembre, tanto de temperatura máxima (Tabla 13) como mínima (Tabla 14) con categorías de récords "altos" y "bajos" para ambas variables. Es importante señalar que, en la temporada se ha registrado un récord histórico de temperatura máxima en la estación meteorológica Amazonas (Loreto) con 19.8°C el 30 de junio relacionado al ingreso del undécimo friaje del año, este valor es el más bajo de su serie en los últimos 11 años.

Tabla 13: Récords mensuales de temperatura máxima registrados a nivel nacional en el periodo de bajas temperaturas 2021.

Categoría	Sector	Departamento	Estación	Alt (m.s.n.m.)	Normal (°C)	Valor (°C)	Fecha
Altos	Costa	Lambayeque	Pasabar	124	30.7	35.7	24/09/2021
		Tacna	Calana	871	22.0	28.6	26/05/2021
	Selva	Ucayali	San Alejandro	210	30.7	35.4	17/05/2021
		Madre de Dios	Iñapari	244	31.4	39.0	09/09/2021
Bajos	Costa	Tumbes	La Cruz	6	28.0	23.9	19/05/2021
		Piura	Bernal	11	27.6	22.6	06/09/2021
		Lambayeque	Puchaca	336	27.3	21.0	06/09/2021
			Jayanca (La Viña)	78	28.4	21.8	06/09/2021
		La Libertad	Talla (Guadalupe)	117	27.4	20.2	29/05/2021
	Sierra	Lambayeque	Incahuasi	3052	15.0	11.0	20/06/2021
		Cajamarca	Chota	2468	20.5	15.2	12/07/2021
		Junín	Ricrán	3674	14.9	8.6	25/05/2021
		Tacna	Susapaya	3468	17.1	13	25/05/2021
		Ayacucho	San Pedro de Cachi	3247	21.8	14.5	24/05/2021
	Selva	Amazonas	Jazán	1354	24.8	19.5	12/07/2021
		San Martín	Moyobamba	879	28.7	20.4	30/06/2021
		Loreto	Amazonas	113	30.7	19.8*	30/06/2021
		San Martín	Tarapoto	382	30.9	22.8	30/06/2021
		Pasco	Oxapampa	1801	23.6	17.0	16/09/2021
		Cusco	Quincemil	651	26.6	15.6	29/06/2021
Madre de Dios	Iñapari	244	29.7	20.0	07/05/2021		

* Corresponde a los récords históricos, es decir el valor más alto o más bajo de toda la serie histórica.

Tabla 14: Récorde mensuales de temperatura mínima registrados a nivel nacional en el periodo de bajas temperaturas 2021.

Categoría	Sector	Departamento	Estación	Alt (m.s.n.m.)	Normal (°C)	Valor (°C)	Fecha
Altos	Selva	Loreto	Mazán	96	21.5	25.2	26/08/2021
			Amazonas	113	22.3	24.4	02/06/2021
			Puerto Almendra	96	21.8	24.2	09/09/2021
		San Martín	Pongo de Caynarachi	187	21.3	24.4	02/09/2021
		Ucayali	Aguaytía	319	20.3	24.5	25/08/2021
		Huánuco	Tournavista	213	19.8	24.7	28/08/2021
		Madre de Dios	Iñapari	244	19.6	24.4	29/09/2021
Bajos	Costa	Tumbes	La Cruz	6	22.4	18.9	28/05/2021
		Tacna	La Yarada	30	14.4	8.2	02/09/2021
	Sierra	Lambayeque	Incahuasi	3052	6.2	3.4	06/07/2021
		Piura	Salala	2991	6.7	3.0	04/08/2021
		Cajamarca	La Encañada	2980	4.4	-2.8	05/07/2021
		Pasco	Yanahuanca	3137	6.2	1.0	04/07/2021
		Loreto	Amazonas	113	22.3	15.6	30/06/2021
	Selva	Huánuco	Puerto Inca	249	18.8	13.4	01/07/2021

VIII. CONCLUSIONES

En resumen, el periodo de bajas temperaturas 2021 en la costa del Perú estuvo influenciado por las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar adyacente que generaron descensos en los valores de las temperaturas del aire, mientras que en la región andina la presencia anómala de humedad atmosférica moderó el descenso de las temperaturas mínimas del aire en gran parte de la región, sin que ello evite la ocurrencia de descenso significativos, propios de la estación de invierno, pero con mejor incidencia que el año anterior. En la región amazónica, los friajes se presentaron dentro de su variabilidad, con frecuencia similar al año anterior.

- ✓ Durante el periodo de bajas temperaturas del 2021, las temperaturas máximas del aire, a nivel nacional, presentaron anomalías negativas principalmente entre mayo y junio, y anomalías positivas de julio a setiembre; mientras que las temperaturas mínimas mantuvieron una mayor incidencia de anomalías negativas en gran parte del territorio nacional desde mayo a agosto, y en setiembre; las anomalías positivas se concentraron en la sierra sur principalmente.
- ✓ La región costera inició el periodo de bajas temperaturas 2021 en un contexto más frío que el 2020, con anomalías negativas tanto para temperatura máxima como mínima. A partir de junio, la costa norte registró temperaturas máximas menos frías que el 2020; en la costa central, persistieron condiciones más frías que el 2020 en toda la temporada de bajas temperaturas y la costa sur mantuvo condiciones similares al 2020. Respecto a las

temperaturas mínimas, los meses de junio, julio y agosto 2021 presentaron condiciones más cálidas que el 2020 en toda la región costera, para luego experimentar un descenso en los registros en el mes de setiembre similar al 2020.

- ✓ Lima Metropolitana se ha caracterizado por mantener condiciones frías, o valores por debajo de su normal, incluso presencia de días y noches frías consecutivas, lo que ha permitido el incremento de la sensación de frío. Las anomalías más severas se registraron en Lima Oeste con $-1,6^{\circ}\text{C}$ y Lima Centro con $-1,5^{\circ}\text{C}$ durante el mes de setiembre; estos descensos estuvieron asociados a la temperatura de agua de mar fría, el arribo de las ondas kelvin frías y la cobertura nubosa. Finalmente, se registraron la mayor frecuencia de días fríos en setiembre: 15 días fríos (Lima Oeste), 13 días fríos (Lima Centro) y 05 días fríos (Lima Este). Las temperaturas nocturnas registraron valores por debajo de su normal, siendo el mes de setiembre que reportó la mayor frecuencia de noches frías: 04 noches frías (Lima Oeste), 09 noches frías (Lima Centro) y 11 noches frías (Lima Este). Los valores más bajos durante la noche, se registraron en Lima Este con $10,7^{\circ}\text{C}$ (21 y 24 de setiembre 2021) considerado como “noche extremadamente fría”, en Lima Centro con $13,3^{\circ}\text{C}$ (21 setiembre 2021) considerado como “noche muy fría” y finalmente, en Lima Oeste con $13,8^{\circ}\text{C}$ (21 setiembre 2021) considerado como “noche fría”.
- ✓ Por otro lado también se registraron lloviznas en Lima, siendo el mes de junio con mayor recurrencia de días con lloviznas. Lima Este, registró 16 días de lloviznas en junio, considerando que su normal de frecuencia es 11 días, lo que indica que este año tuvimos más días con lloviznas, Asimismo, reportó un acumulado mensual de 5.1 mm, siendo uno de los mayores acumulado registrados durante los últimos 20 años para este sector.
- ✓ La región andina presentó mayor frecuencia de días fríos entre mayo y junio, alcanzando algunos récords mensuales de temperatura máxima con valores bajos. En tanto, de julio a setiembre, predominaron los días cálidos consecutivos con periodos cortos de días fríos. Durante el periodo nocturno, se presentaron noches frías consecutivas principalmente en mayo, junio, julio y agosto, siendo estos dos últimos meses los más fríos registrándose nuevos récords mensuales de temperatura mínima en Incahuasi (Lambayeque) con 3.4°C , Salala (Piura) con 3.0°C , La Encañada (Cajamarca) con -2.8°C y Yanahuanca (Pasco) con 1.0°C .
- ✓ En el 2021, las heladas meteorológicas fueron menos frecuentes e intensas en comparación a la temporada 2020, tanto en la sierra norte, centro y sur. Las intensidades máximas se reportaron en julio en la gran mayoría de estaciones meteorológicas, siendo la temperatura mínima más baja -20.5°C registrado en Chuapalca (Tacna) el 03/07/2021.
- ✓ En la región amazónica, el ingreso de los friajes moduló los descensos de temperaturas del aire y generó récords mensuales e históricos. El undécimo friaje fue uno de los más intensos afectando toda la región tanto en la temperatura máxima como en la mínima, asimismo el décimo tercero y décimo cuarto friaje al ser consecutivos también generaron días y noches frías consecutivas en gran parte de la selva. Hasta noviembre de 2021, se registraron 17

friajes, frecuencia similar al 2020 (16 friajes). Entre finales de agosto y principios de setiembre, se presentó un periodo extenso de días cálidos consecutivos, principalmente en la selva sur.

- ✓ El valor del récord mensual de la temperatura máxima corresponde a 39.0°C registrado el 09/09/2021 en la estación Iñapari (Madre de Dios) posicionándose como el segundo valor más alto de toda su serie, mientras que el récord histórico de la temperatura máxima corresponde a 19.8°C registrado durante el undécimo friaje el 30/06/2021 en la estación Amazonas (Loreto), siendo el valor más bajo de toda la serie después de 11 años. En temperatura mínima, el récord mensual más bajo ocurrió en la estación La Encañada-Cajamarca con -2.8°C registrado el 05/07/2021.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda visitar los siguientes enlaces web para acceder a la información y servicios que el Senamhi pone a disposición de la población durante la temporada de bajas temperaturas:

- ✓ Boletín Climático Nacional: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>
- ✓ Reporte de Precipitación y Temperaturas extremas del aire:
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>
- ✓ Boletín Climático Costero: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>
- ✓ Boletín Semanal de Temperaturas extremas:
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>
- ✓ Boletín Informativo Monitoreo del Fenómeno El Niño/La Niña:
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>
- ✓ Avisos Meteorológicos: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico>