



HELADAS



CENEPRED

Centro Nacional de Estimación, Prevención y
Reducción del Riesgo de Desastres

ESCENARIOS DE RIESGO POR BAJAS TEMPERATURAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

DICIEMBRE 2022



ESCENARIO DE RIESGO POR BAJAS TEMPERATURAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Dirección de Gestión de Procesos. Subdirección de Gestión de la Información. CENEPRED, 2023.

Av. Del Parque Norte N° 313 - 319. San Isidro - Lima – Perú

Teléfono: 2013550, correo electrónico: info@cenepred.gob.pe

Página web: <https://www.gob.pe/cenepred>

Equipo Técnico del CENEPRED:

Dr. Ernesto Fuentes Cole

Jefe del CENEPRED

Sr. Mario Fernando Arata Bustamante

Director de la Dirección de Gestión de Procesos

Ing. Alfredo Zambrano Gonzáles

Subdirector de Gestión de la Información

Bach. Ing. Karina Obregón Acevedo

Especialista de la Subdirección de Gestión de la Información

Ing. Nelson Marcelino Condori Huacho

Coordinador de Enlace Regional de Arequipa

Ing. Eduardo Agüero Mendez

Ingeniero Geógrafo

Consultor

Entidades participantes

Gobierno Regional de Arequipa

Dirección Regional de Salud de Arequipa

Dirección Regional de Agricultura de Arequipa

Dirección Regional de Educación de Arequipa



CONTENIDO

ACRÓNIMOS.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
1. MARCO GENERAL	7
1.1 Objetivos del estudio	7
1.2 Finalidad del estudio	7
1.3 Alcance del estudio	7
2. METODOLOGÍA	8
3. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	9
3.1 Información climatológica	9
3.2 Información territorial.....	9
3.3 Información estadística	9
3.4 Información epidemiológica.....	10
3.5 Información de cartografía base	10
4. ASPECTOS GENERALES.....	11
4.1 Ubicación geográfica.....	11
4.2 Población.....	13
4.3 Las heladas en el departamento de Arequipa.....	14
5. ELABORACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO POR HELADAS	15
5.1 Análisis de susceptibilidad	15
5.1.1 Factores desencadenantes.....	15
5.1.2 Factores condicionantes	19
5.2 Análisis de elementos expuestos	25
5.2.1 Índice del Sector Salud.....	27
5.2.2 Índice del Sector Educación	36
5.2.3 Índice del Sector Agrario	43
5.3 Escenarios de riesgo por heladas.....	49
6. CONCLUSIONES.....	53
7. RECOMENDACIONES.....	54
8. ANEXOS.....	54
9. BIBLIOGRAFIA:.....	54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la metodología para la elaboración de escenarios de riesgo por heladas.	8
Figura 2. Arequipa: Mapa de ubicación.	12
Figura 3. Arequipa: Población censada urbana y rural, según provincia, 2017.	13
Figura 4. Arequipa: Pirámide de Población, 2017.	13
Figura 5. Arequipa: Registro mensual de emergencias por heladas. Periodo 2003 - 2022.	14
Figura 6. Arequipa: Registro de emergencias por heladas por provincias. Periodo 2003 - 2022.	14
Figura 7. Arequipa: Mapa de temperatura mínima extrema del percentil 10 - Mes de julio.	17
Figura 8. Arequipa: Mapa de frecuencia de heladas - Mes de julio.	18
Figura 9. Arequipa: Mapa de altitud.	20
Figura 10. Arequipa: Mapa de pendiente.	21
Figura 11. Arequipa: Niveles de susceptibilidad a heladas.	23
Figura 12. Arequipa: Niveles de susceptibilidad a heladas por distritos.	24
Figura 13. Arequipa: Mapa de exposición.	26
Figura 14. Arequipa: Índice del Sector Salud.	28
Figura 15. Episodios de neumonías en menores de 5 años, según temporada. Periodo 2014 – 2020.	29
Figura 16. Arequipa: Índice de Daños a la Salud en menores a cinco años.	30
Figura 17. Arequipa: Tasa de Desnutrición Crónica Infantil.	31
Figura 18. Arequipa: Tasa de Anemia en menores a 3 años.	32
Figura 19. Arequipa: Máxima capacidad resolutive de los establecimientos de salud.	33
Figura 20. Arequipa: Cobertura de vacunación.	34
Figura 21. Arequipa: Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas.	35
Figura 22. Arequipa: Índice del Sector Educación.	37
Figura 23. Arequipa: Porcentaje de locales educativos de nivel inicial por distrito.	38
Figura 24. Arequipa: Porcentaje de locales educativos según estado de conservación por distritos.	39
Figura 25. Arequipa: Porcentaje de locales educativos según tipo de material de techos por distritos.	40
Figura 26. Arequipa: Porcentaje de locales educativos según tipo de material de muros por distritos.	41
Figura 27. Arequipa: Porcentaje de locales educativos con personal capacitado en GRD por distritos.	42
Figura 28. Arequipa: Índice del Sector Agrario.	44
Figura 29. Arequipa: Superficie sembrada bajo riego.	45
Figura 30. Arequipa: Índice de Carga Animal.	46
Figura 31. Arequipa: Uso de insumos agrícolas.	47
Figura 32. Arequipa: Prácticas pecuarias en el uso de dosificación.	48
Figura 33. Arequipa: Escenario de riesgo por heladas.	50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de distritos y superficie territorial por provincias del departamento de Arequipa. .	11
Tabla 2. Umbrales de temperatura mínima del aire y sus categorías.	16
Tabla 3. Susceptibilidad a heladas: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.	22
Tabla 4. Matriz de ponderación para el análisis de exposición.	26
Tabla 5. Índice del Sector Salud: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.	27
Tabla 6. Índice del Sector Educación: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.	36
Tabla 7. Índice del Sector Agrario: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.	43
Tabla 8. Matriz para el cálculo del valor de riesgo.	49
Tabla 9. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo muy alto, según provincias.	51
Tabla 10. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo alto, según provincias.	51
Tabla 11. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo medio, según provincias.	52
Tabla 12. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo bajo, según provincias.	52



ACRÓNIMOS

CDC	Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades
CENAN	Centro Nacional de Alimentación y Nutrición
CENEPRED	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
COER Arequipa	Centro de Operaciones de Emergencia Regional de Arequipa
DIRESA Arequipa	Dirección Regional de Salud de Arequipa
DRA Arequipa	Dirección Regional de Agricultura de Arequipa
DRE Arequipa	Dirección Regional de Educación de Arequipa
Escale	Estadística de Calidad Educativa
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INS	Instituto Nacional de Salud
MINSA	Ministerio de Salud
MINEDU	Ministerio de Educación
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
ODENAGED	Oficina de Defensa Nacional y de Gestión del Riesgo de Desastres
RENIPRESS	Registro Nacional de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú



INTRODUCCIÓN

La temporada de bajas temperaturas en el Perú se da inicio durante la estación de otoño, donde la presencia de las condiciones atmosféricas favorece los descensos de la temperatura del aire, empezando a disminuir paulatinamente desde el mes de abril y acentuándose en la estación de invierno, comprendida entre los meses de junio, julio y agosto. Mientras más se aproxime la estación de invierno la ocurrencia de fenómenos meteorológicos como las heladas son más frecuentes e intensos, generando año a año efectos negativos en la población, por un lado, la afectación a la salud de las personas, y en el peor de los casos la pérdida de vidas, y por otra parte los daños en la actividad agropecuaria, uno de los principales medios de vida el ámbito rural.

En los últimos años, el comportamiento de las diferentes instituciones y de la población acerca de la forma de enfrentar los desastres provocados por los peligros de origen natural ha cambiado notablemente. Antes, se ponía más énfasis en las actividades de respuesta y ayuda humanitaria, y se prestaba escasa atención a las estrategias de reducción de los desastres. Actualmente se reconoce que la ayuda humanitaria es necesaria y debe seguir prestándose, pero también que, el riesgo y la vulnerabilidad son factores decisivos que se deben conocer para reducir los efectos adversos de estos peligros.

En ese sentido, el CENEPRED, en cumplimiento de las funciones otorgadas por la Ley N° 29664 y su Reglamento, elaboró el escenario de riesgos por bajas temperaturas para el departamento de Arequipa, priorizando aspectos relacionados a la salud y educación poblacional, así como al sector agrario por ser uno de los principales medios de vida. Para ello, se contó con la participación del Gobierno Regional de Arequipa, a través del COER Arequipa, la DIRESA Arequipa, DRE Arequipa y DRA Arequipa, cuya información disponible, conocimiento y experiencia contribuyó en la determinación del nivel de riesgo a nivel distrital.

Cabe precisar que, el presente documento contribuirá en el desarrollo de instrumentos para la planificación oportuna de las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres, así como de preparación y respuesta, ante la ocurrencia de las heladas en ámbitos priorizados del departamento de Arequipa, según el nivel de riesgo obtenido.



1. MARCO GENERAL

1.1 Objetivos del estudio

A. Objetivo General

Desarrollar el escenario de riesgo por heladas a nivel distrital, con enfoque sectorial, en el departamento de Arequipa.

B. Objetivos específicos

- Elaborar los mapas de susceptibilidad a heladas con base en la información climática del departamento de Arequipa.
- Identificar los indicadores socioeconómicos para el análisis de los elementos expuestos en los sectores salud, agrario y educación en el departamento de Arequipa.
- Cuantificar los elementos expuestos por heladas, según el nivel de riesgo obtenido a nivel distrital en el departamento de Arequipa.

1.2 Finalidad del estudio

Contar con una herramienta técnica de apoyo para la toma de decisión por parte de las autoridades competentes del departamento de Arequipa, durante la temporada de bajas temperaturas.

1.3 Alcance del estudio

El presente documento está destinado al Gobierno Regional de Arequipa, a sus Direcciones Regionales de Salud, Educación y Agrario, y a las entidades que se encuentran involucradas, directa o indirectamente, en la ejecución de intervenciones orientadas a prevenir y reducir el riesgo de desastres por heladas, a través de un diseño de estrategias y accionar articulado.



2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la elaboración de los escenarios de riesgo por heladas ha considerado cuatro etapas, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Flujograma de la metodología para la elaboración de escenarios de riesgo por heladas.

1 Etapa	Recopilación de información	Información de entidades científicas y técnicas SENAMHI: Información climática Ministerios y Direcciones Regionales: Información estadística sectorial INEI: Información estadística demográfica, económica, social, entre otros.
2 Etapa	Análisis de susceptibilidad	Factor condicionante Condiciones territoriales que favorecen o no a la ocurrencia de las heladas Factor desencadenante Parámetros que desencadenan las heladas en un ámbito específico.
3 Etapa	Análisis de elementos expuestos	Identificación y características de los elementos expuestos Dimensión social Dimensión económica Dimensión ambiental
4 Etapa	Escenario de riesgos	Elaboración del escenario de riesgos por heladas Nivel de riesgo a nivel distrital como base para la focalización de ámbitos de intervención por parte del sector

Fuente: CENEPRED, 2021.

La primera etapa corresponde a la recopilación de información que disponen las entidades científicas y técnicas, consideradas como fuentes oficiales del país. En la elaboración del presente estudio se contó con información climatológica proporcionada por el SENAMHI. Asimismo, se obtuvo información sobre registros históricos y datos estadísticos procedente del MINSA, MINEDU, MIDAGRI e INEI.

La segunda etapa está referida al análisis de susceptibilidad, en la cual se construyó el mapa de susceptibilidad a heladas con base a la información climática y características de altitud y relieve del territorio, cuyo resultado muestra las zonas con mayor y menor predisposición a la ocurrencia de heladas en el departamento de Arequipa. Para la integración de estas capas de información fue necesario estandarizarlas a formato raster, y luego generalizar el nivel de susceptibilidad al ámbito distrital basado en el área de susceptibilidad predominante en el distrito, presentada en formato vectorial.

La tercera etapa comprende el análisis de los elementos expuestos a nivel distrital, con un enfoque sectorial, identificando en primer lugar a la población, seguido de la infraestructura de servicios básicos como son los establecimientos de salud y locales educativos, así como de la actividad



pecuaria por ser el principal medio de vida de la población. En esta etapa se elaboran los indicadores de evaluación basado en las características de los elementos expuestos identificados.

Finalmente, la cuarta etapa consiste en la integración de los valores obtenidos del análisis de susceptibilidad y del análisis de elementos expuestos, dando como resultado el escenario de riesgo por heladas, a nivel distrital. El resultado se presenta en cuatro niveles de riesgo (muy alto, alto, medio y bajo), identificando el total de población, viviendas, ganado e infraestructura de servicios básicos expuestos, de acuerdo al nivel de riesgo obtenido.

3. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la construcción de la cartografía temática (capas de información georreferenciada) de los escenarios de riesgo por heladas se ha tomado como referencia la siguiente información:

3.1 Información climatológica

- Mapa de temperaturas mínimas extremas del percentil 10, correspondiente al mes de julio del periodo 1965 – 2020 (SENAMHI, 2021).
- Mapa de frecuencia de heladas, correspondiente al mes de julio del Periodo 1970 – 2010 (SENAMHI, 2010).

3.2 Información territorial

- Mapa de altitud del departamento de Arequipa. (CENEPRED, 2022).
- Mapa de pendiente del terreno del departamento de Arequipa. (CENEPRED, 2022).

3.3 Información estadística

- Población por grupos de edades según distritos (Fuente: INEI, Censo Nacional 2017).
- Número de viviendas particulares con personas presentes según distritos (Fuente: INEI, Censo Nacional 2017).
- Locales educativos de servicio público según distrito (Fuente: MINEDU, Censo Educativo 2019).



- Superficie agrícola nacional en hectáreas según distritos (Fuente: MIDAGRI, Mapa Nacional de Superficie Agrícola del Perú, 2018).
- Población pecuaria por tipo de ganado según Sector de Enumeración Agropecuario - SEA (Fuente: INEI, IV Censo Nacional Agrario - CENAGRO 2012).
- Características socioeconómicas de los productores agropecuarios según SEA (Fuente: INEI, IV Censo Nacional Agrario - CENAGRO 2012).
- Desnutrición crónica en menores de cinco años según distrito (CENAN - INS – MINSA, 2019).
- Anemia en menores de tres años según distrito (CENAN - INS – MINSA, 2019).
- Capacidad resolutive de los establecimientos de salud según distrito, del año 2021 (RENIPRESS - MINSA, 2021).
- Coberturas de inmunizaciones contra neumonía e influenza en menores de 5 años (CDC MINSA, Periodo 2019 – 2020).

3.4 Información epidemiológica

- Tasa de letalidad por neumonías en menores de cinco años según distrito, durante las Semanas Epidemiológicas 16 a la 39, del departamento de Arequipa (CDC – MINSA, Periodo 2015 - 2019).
- Tasa de mortalidad por neumonías en menores de cinco años según distrito, durante las Semanas Epidemiológicas 16 a la 39, del departamento de Arequipa (CDC – MINSA, Periodo 2015 - 2019).
- Tasa de incidencia de neumonías en menores de cinco años según distrito, durante las Semanas Epidemiológicas 16 a la 39, del departamento de Arequipa (CDC – MINSA, Periodo 2015 - 2019).
- Tasa de infecciones respiratorias agudas (IRAs) en menores de cinco años según distrito, durante las Semanas Epidemiológicas 16 a la 39, del departamento de Arequipa (CDC – MINSA, Periodo 2015 - 2019).

3.5 Información de cartografía base

- Límites políticos referenciales según departamento, provincia y distrito (INEI, 2017).
- Centros poblados (Fuente: INEI, 2017).



4. ASPECTOS GENERALES

El departamento de Arequipa se encuentra expuesto a las heladas meteorológicas en más de la mitad de su territorio, afectando principalmente a la salud poblacional y a la actividad agropecuaria. En esta región, la actividad agropecuaria contribuyó con el 6.7 % al valor agregado bruto (VAB) departamental, siendo la sexta actividad por su aporte en el departamento (BCRP 2022). La alfalfa es el cultivo más importante en la agricultura del departamento, en 2020 representó el 24.2 % del VAB del subsector agrícola y 1.6 % del VAB de la actividad agropecuaria departamental, y constituyó el 5.9 % de la producción nacional. En este capítulo se mostrará brevemente sus principales aspectos geográficos y socioeconómicos.

4.1 Ubicación geográfica

El departamento de Arequipa tiene una extensión de 63 176 km², equivalente al 4.9 % del territorio nacional y está conformada por 8 provincias y 109 distritos los cuales se detallan en la Tabla 1. Su capital es Arequipa, ubicado frente al volcán Misti y a ambas orillas del valle del río Chili, se sitúa al sureste de la región, tiene una altitud aproximada de 2.335 m.s.n.m. en la provincia del mismo nombre.

Tabla 1. Cantidad de distritos y superficie territorial por provincias del departamento de Arequipa.

N°	Provincia	Capital	Cantidad de distritos	Superficie	
				(Km2)	%
Total			109	63,175.9	100.0
1	Arequipa	Arequipa	29	9597.649	15.2
2	Camaná	Camaná	8	3996.591	6.3
3	Caraveli	Caraveli	13	13006.977	20.6
4	Castilla	Aplao	14	6920.464	11.0
5	Caylloma	Chivay	20	14074.974	22.3
6	Condesuyos	Chuquibamba	8	6848.164	10.8
7	Islay	Mollendo	6	3838.336	6.1
8	La Unión	Cotahuasi	11	4892.76	7.7

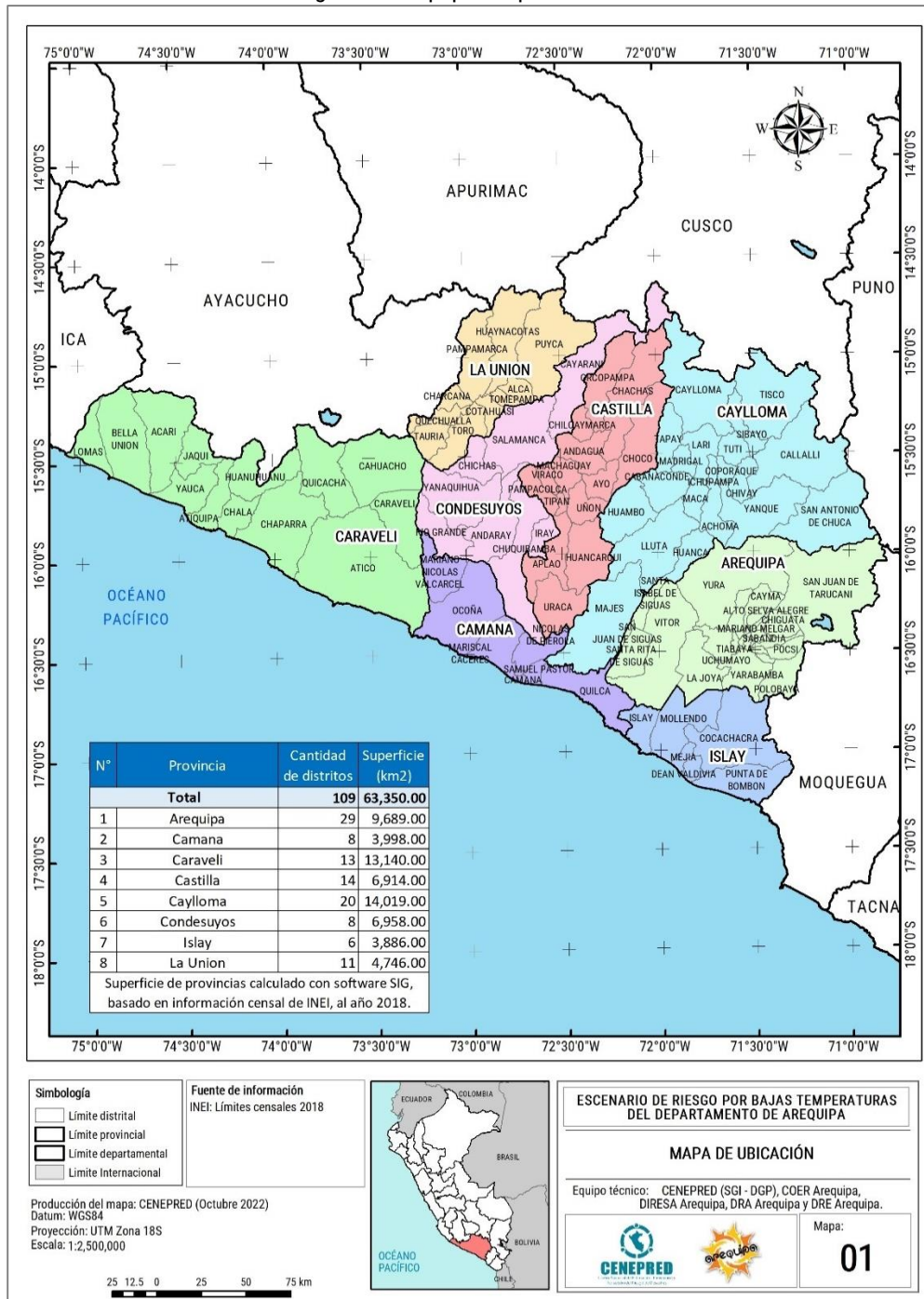
Elaborado por CENEPRED, con información del INEI - 2017.

Arequipa está situado en la región suroriental del territorio peruano, entre las coordenadas Norte (-14°37'57.8" y -71°59'19.2"), Este (-16°03'13.8" y -78°48'14.7"), Sur (-17°29'26.9" y -71°29'26.9") y Oeste (-15°26'34.7" y -75°04'23.9"), cuyos límites son: por el norte con los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cusco; por el este con el departamento de Puno y Moquegua, por el sur



con el Océano Pacífico y por el oeste con el departamento de Ica. (Figura 2). Su altitud abarca desde los 9 m.s.n.m. (distrito Punta de Bombón – provincia de Islay) hasta los 6288 m.s.n.m. del nevado Ampato (distrito de Lluta – provincia de Caylloma). (Figura 2).

Figura 2. Arequipa: Mapa de ubicación.



Elaborado por CENEPRED
 Fuente: INEI. Censos Nacionales 2017

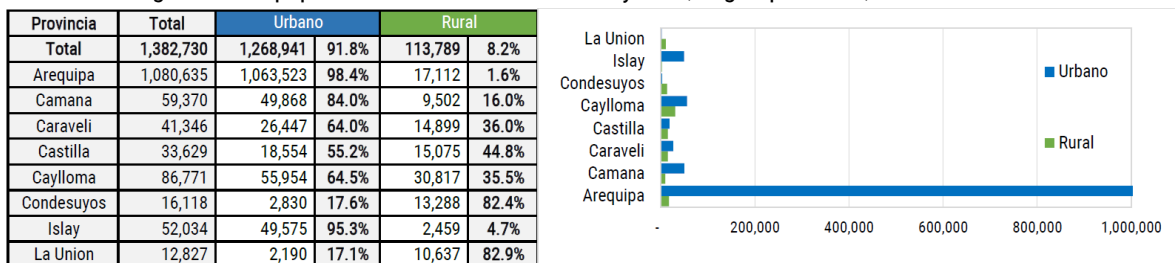


4.2 Población

Según el INEI, al 2017 la población censada en los centros poblados urbanos del departamento de Arequipa es de 1 268 941 habitantes, lo que representa el 91,8% de la población; mientras que, en los centros poblados rurales es de 113 789 habitantes, que representa el 8.2%.

Asimismo, la provincia que concentra el mayor número de habitantes es Arequipa, con 1 080 635 personas, agrupando poco más de la mitad de la población del departamento (78,2 %). Le sigue la provincia de Caylloma, que alberga 86 771 habitantes (6.3%), mientras que la provincia de La Unión es la menos poblada, con 12 827 habitantes (0,9 %). (Figura 3).

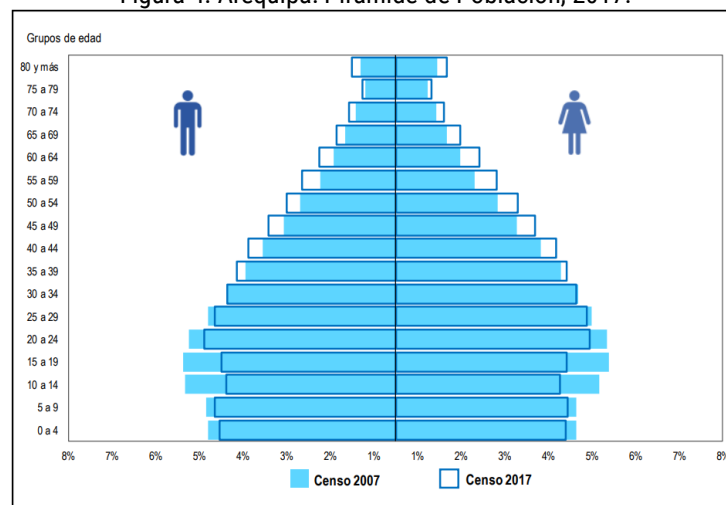
Figura 3. Arequipa: Población censada urbana y rural, según provincia, 2017.



Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017

La pirámide poblacional con base en el censo 2017 presenta una base más reducida y un ensanchamiento progresivo en los centros, que da cuenta de un menor número de nacimientos y mayor población en edad activa. Además, muestra un porcentaje similar de hombres y mujeres, con 677 551 (49,0 %) y 705 159 (51,0%), respectivamente (Figura 4).

Figura 4. Arequipa: Pirámide de Población, 2017.



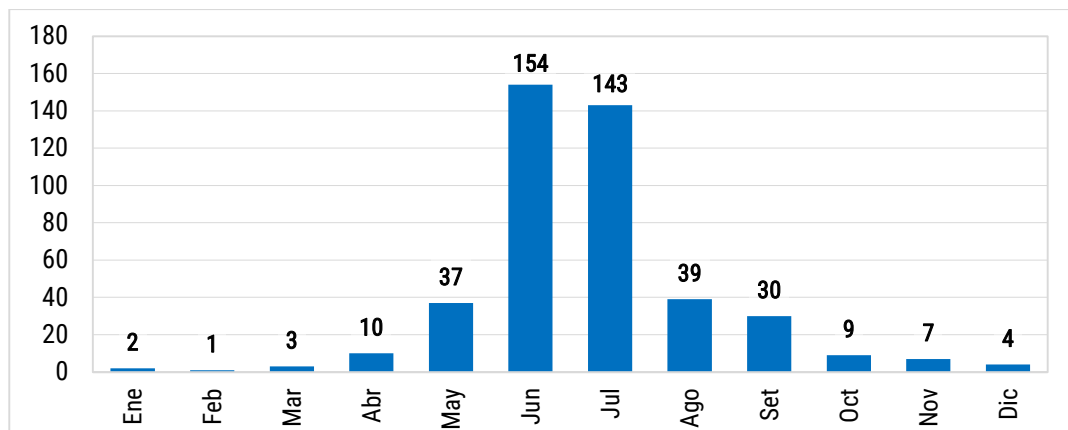
Fuente: INEI. Censos Nacionales 2017



4.3 Las heladas en el departamento de Arequipa

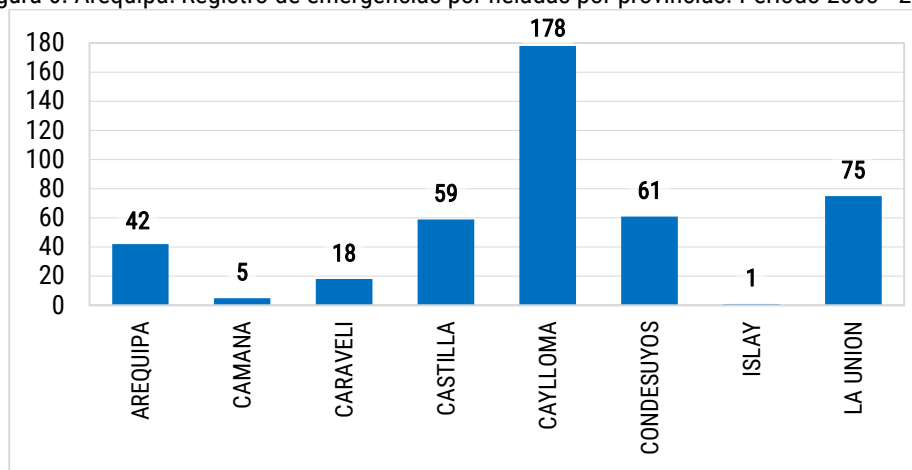
Las heladas en el Perú, por lo general se registran a mayores altitudes y en la estación de invierno (SENAMHI, 2010). Según el INDECI, entre los años 2003 - 2022 se registraron 439 eventos de heladas, presentando el mayor número de eventos durante los meses de invierno, cuyo valor más alto corresponde al mes de junio (154 heladas) (Figura 5). Además, muestra que el mayor número de eventos de heladas se presentaron en las provincias de Caylloma (178), La Unión (75) y Condesuyos (61) (Figura 6).

Figura 5. Arequipa: Registro mensual de emergencias por heladas. Periodo 2003 - 2022.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: INDECI 2022.

Figura 6. Arequipa: Registro de emergencias por heladas por provincias. Periodo 2003 - 2022.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: INDECI 2022.



5. ELABORACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO POR HELADAS

El escenario de riesgo es un instrumento técnico orientado a la toma de decisiones sobre la gestión del riesgo de desastres, en los tres niveles de gobierno. En ese sentido, el CENEPRED elaboró el escenario de riesgos por bajas temperaturas para el departamento de Arequipa con la participación del Gobierno Regional de Arequipa, a través de su Oficina Regional de Gestión del Riesgo de Desastres y Seguridad, DIRESA Arequipa, DRE Arequipa y DRA Arequipa, priorizando aspectos relacionados a la salud y educación poblacional, así como al sector agrario por ser uno de sus principales medios de vida, contribuyendo con información estadística disponible, además de su conocimiento y experiencia en la determinación del riesgo frente a las heladas.

En el presente estudio se ha considerado el ámbito distrital como unidad territorial de análisis, debido a que la información disponible, en su mayoría, se encuentra recopilada por distrito. Asimismo, mencionar que el área de estudio corresponde a la región andina, por ser el ámbito donde se presentan las heladas. Además, fue necesario identificar la susceptibilidad al peligro; y el análisis de los elementos expuestos (con base en características generales de exposición y fragilidad). Luego, se procedió a la integración de ambos factores dando como resultado el nivel de riesgo. Es importante mencionar que, para mayor confiabilidad del resultado se ha empleado información de fuentes oficiales.

En general, el presente documento permite conocer el nivel de riesgo por heladas de los distritos del departamento de Arequipa, basado en información georreferenciada relacionada a las características intrínsecas del peligro, así como de los elementos expuestos a este peligro.

5.1 Análisis de susceptibilidad

El análisis de susceptibilidad a la ocurrencia de heladas está basado en las características intrínsecas de este fenómeno meteorológico (factores desencadenantes), así como en las condiciones del territorio donde se presenta (factores condicionantes).

5.1.1 Factores desencadenantes

Para identificar la distribución de los ámbitos con mayor y menor predisposición a la ocurrencia de heladas, se utilizó la información climática de temperaturas mínimas del percentil 10 y la frecuencia de heladas, ambos basados en registros de 30 años a más.



A. Temperatura mínima del percentil 10 (TMP10)

La temperatura mínima del aire, es una variable meteorológica que se presenta durante las horas de la madrugada, coincidiendo muchas veces con la salida del sol. Su comportamiento está sujeto a diversos factores, como la altitud, latitud, transparencia atmosférica, estacionalidad, entre otras; por lo que sus valores difieren significativamente desde valores positivos a valores por debajo de los 0°C. Desde el punto de vista meteorológico, se produce una helada cuando la temperatura ambiente desciende a 0°C o menos, observación que usualmente se hace con el termómetro de mínimas instalado en la caseta meteorológica (SENAMHI, 2010).

La distribución espacial de los percentiles 1, 5 y 10 de temperatura mínima a nivel mensual (Tabla 2), permite caracterizar los valores extremos de esta variable (umbrales) para determinar los ámbitos más fríos del departamento de Arequipa, principalmente durante temporada más fría del año (mayo a agosto).

De acuerdo a la Tabla 2, los valores entre el percentil 10 y el percentil 5 corresponden a una “noche fría”, representando temperaturas nocturnas severas; por esta razón, se utilizó para el análisis el mapa de temperaturas mínimas del percentil 10 (TMP10) del mes de julio, por ser el mes más frío del año, a fin de conocer su distribución espacial en el departamento de Arequipa (Figura 7).

Tabla 2. Umbrales de temperatura mínima del aire y sus categorías.

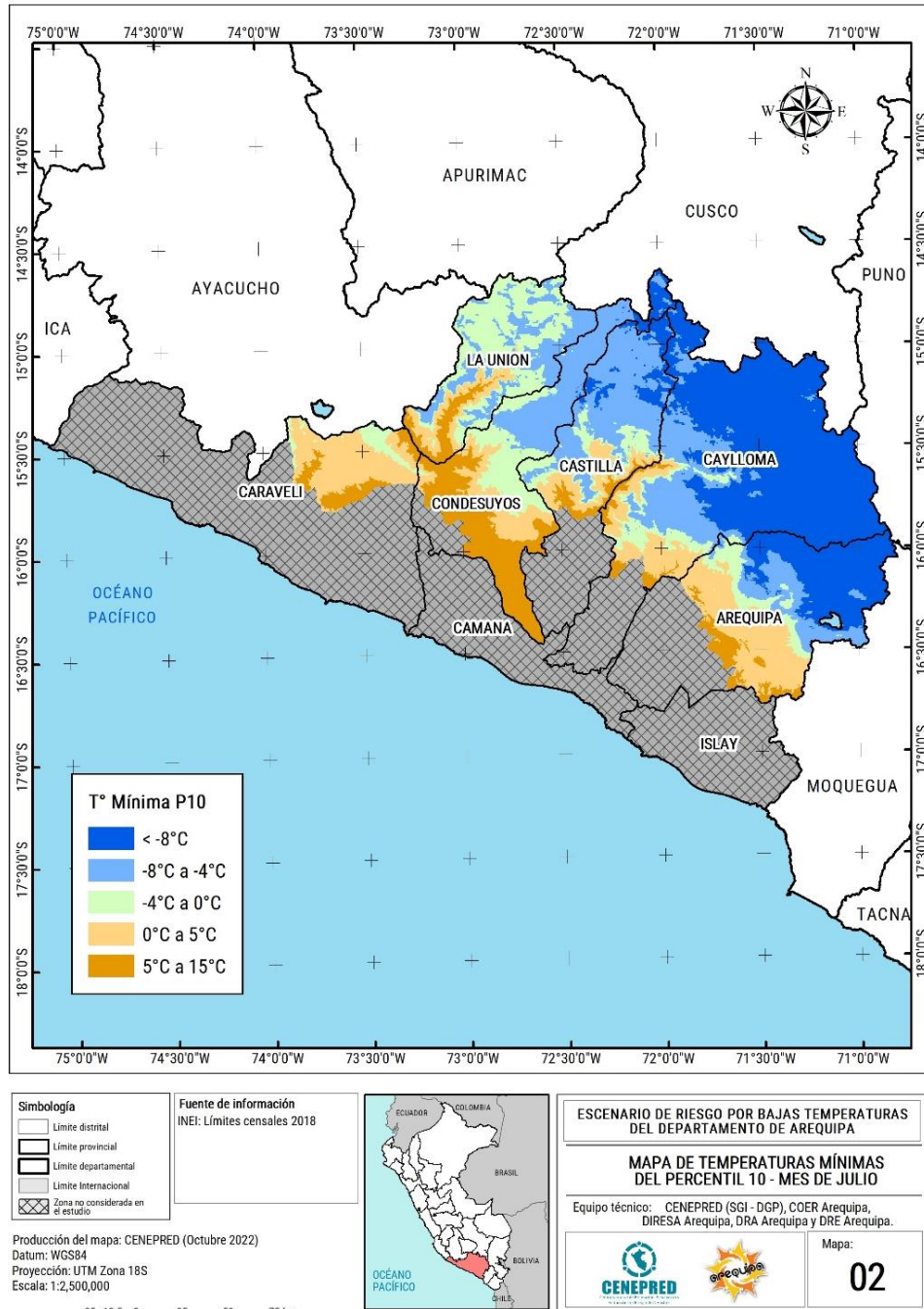
PERCENTIL	CARACTERIZACIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA
Temperatura mínima \leq Percentil 01	Noche extremadamente fría
Percentil 01 < temperatura mínima \leq Percentil 05	Noche muy fría
Percentil 05 < temperatura mínima \leq Percentil 10	Noche fría

Fuente: SENAMHI 2021

En las zonas con mayor altitud del departamento de Arequipa, durante el mes de julio, se registran valores de temperatura mínima inferiores a los -8°C, que predominan principalmente en las provincias de Caylloma y Arequipa. En tanto, en las zonas de valle de las provincias de Condesuyos, Caravelí, La Unión y Castilla las temperaturas mínimas alcanzan rangos entre 5°C a 15°C, mientras que, en las zonas de valles de las provincias de Caravelí, Castilla y Arequipa estas alcanzan valores hasta 5°C.



Figura 7. Arequipa: Mapa de temperatura mínima extrema del percentil 10 - Mes de julio.



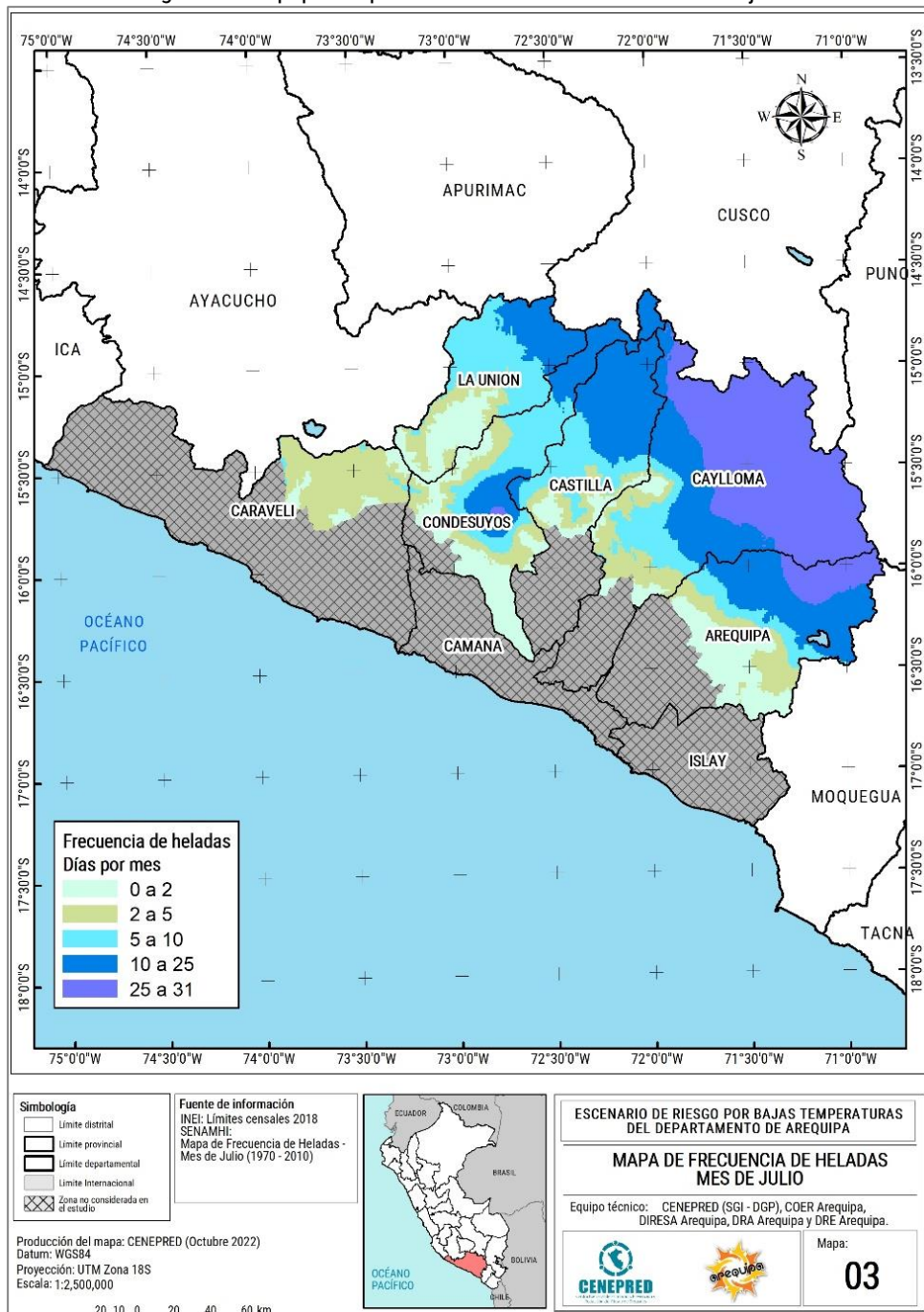
B. Frecuencia de heladas

El departamento de Arequipa presenta un gran contraste espacial en el número de días con heladas meteorológicas al año, siendo más frecuentes e intensas durante el otoño e invierno, principalmente en el mes de julio. La Figura 8, representa en promedio, la distribución de los días



de heladas presentados en el mes de julio, durante el periodo 1970 – 2010, donde las provincias de Caylloma y Arequipa, se ubican las áreas que en promedio presentarían la mayor frecuencia de días de heladas, 25 a 31 días, durante el mes de julio. (SENAMHI 2021). Cabe precisar que, este mapa será actualizado por el SENAMHI con un nuevo periodo de referencia y nuevas técnicas de interpolación espacial.

Figura 8. Arequipa: Mapa de frecuencia de heladas - Mes de julio.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: SENAMHI 2021



5.1.2 Factores condicionantes

Existen factores territoriales que favorecen o no a la ocurrencia de las heladas, a los que se denominan factores condicionantes. En el presente análisis los factores condicionantes analizados son: la altitud y la pendiente del terreno.

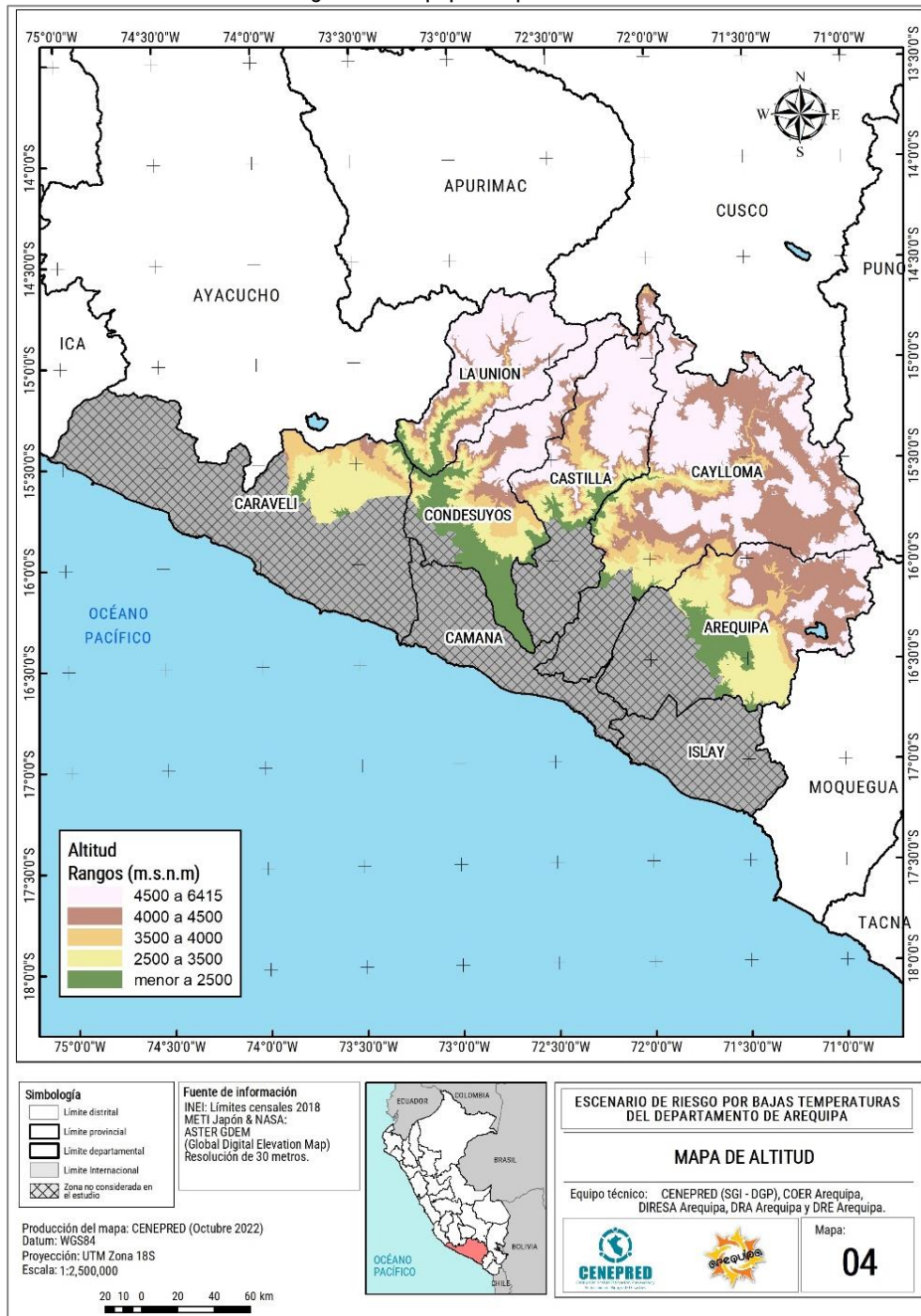
A. Altitud

La Figura 9, muestra la distribución altitudinal del departamento de Arequipa, el cual presenta un territorio accidentado, con valles profundos y agrestes cumbres, alternan con altas mesetas o punas y picos nevados, entre estos últimos pueden mencionarse: El Coropuna (6 425 m.s.n.m.), en la provincia de Condesuyos, El Ampato (6 290 m.s.n.m.) y El Sabancaya (5 975 m.s.n.m.), en la provincia de Caylloma. La altitud de la región oscila entre 23 m.s.n.m. (Chacharruca - Valle del Tambo, distrito de Tambo – provincia de Islay) y los 6 425 m.s.n.m. (Volcán Coropuna, distrito Viraco – provincia de Castilla).

Se ha determinado, desde el punto de vista morfoclimático, tres zonas bien definidas, bajoandina hasta una altitud de 2 600 m s.n.m. donde las actividades productivas son muy reducidas por su extremada aridez, la zona mesoandina desde los 2 600 m s.n.m. hasta 3 800 m s.n.m. donde se desarrolla la actividad agrícola; y, zona altoandina ubicada a altitudes mayores de 3 800 m s.n.m. utilizadas intensamente para el desarrollo de la actividad pecuaria aunque en las partes más abrigadas permite la implantación de especies tolerantes al frío diferentes del pasto (INRENA 1999).



Figura 9. Arequipa: Mapa de altitud.



Elaborado por CENEPRED

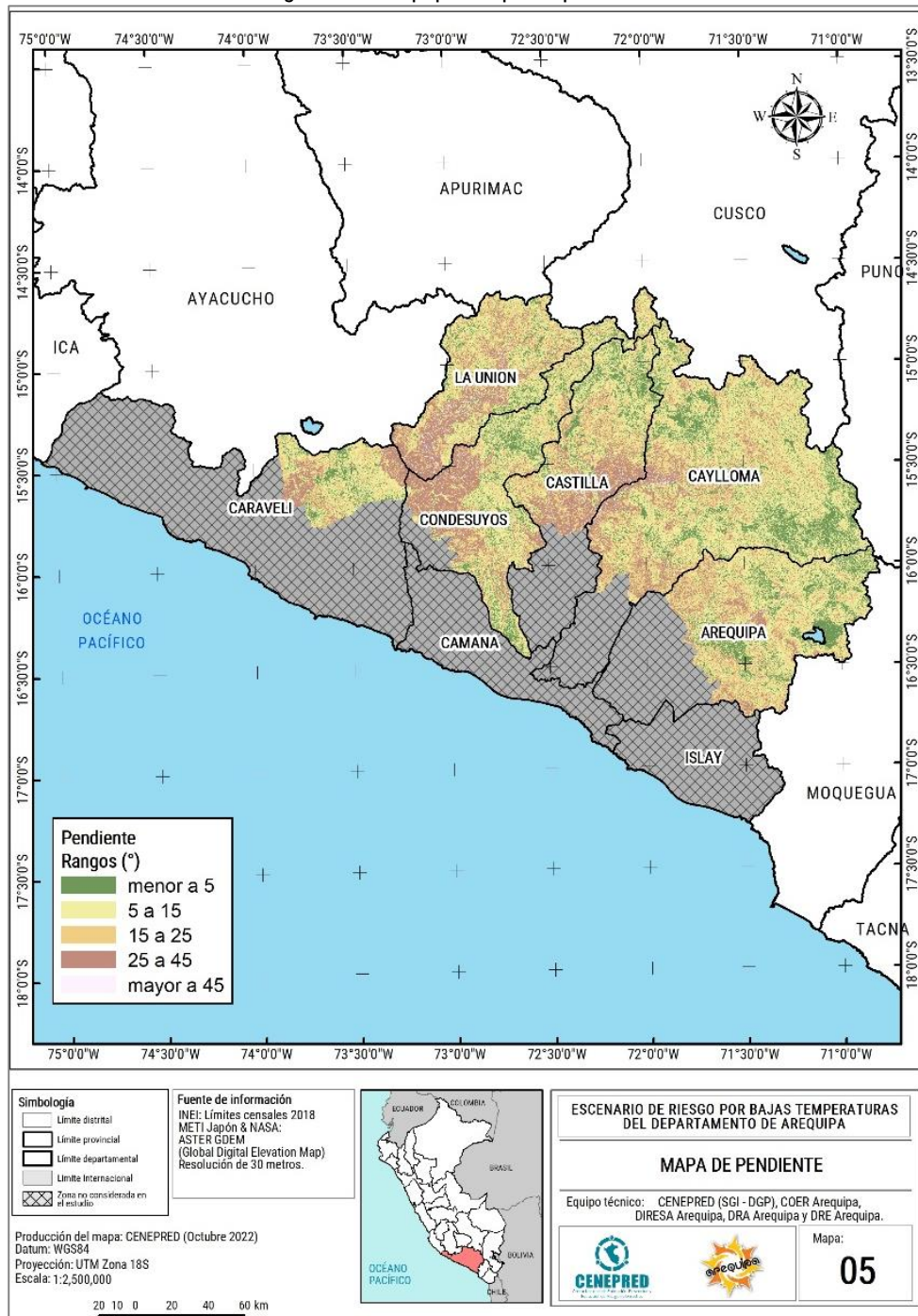
Fuente: METI Japón & NASA: ASTER GDEM 30m



B. Pendiente

La Figura 10 muestra una clasificación basada en las características predominantes de la pendiente, en el que los valores menores presentarían una configuración que facilita la acumulación del aire frío durante las noches de heladas.

Figura 10. Arequipa: Mapa de pendiente.





La región sierra del departamento de Arequipa posee afloramientos rocosos, suelos muy delgados y pendientes abruptas (mayores a 25°), por lo que se les relega como áreas de protección. En la superficie restante, se encuentra, aunque incipientemente en la mayoría de los casos la actividad agrícola y actividad pecuaria fundamentalmente.

La Figura 10 muestra una clasificación basada en las características predominantes de la pendiente, en el que los valores menores presentarían una configuración que facilita la acumulación del aire frío, donde la temperatura puede ser entre 4 y 8 grados más baja que las temperaturas en las pendientes elevadas y partes altas de las montañas durante las noches de heladas.

5.1.3 Mapa de susceptibilidad a heladas

Para determinar los niveles de susceptibilidad a la ocurrencia de heladas, se aplicó el método multicriterio (proceso de análisis jerárquico), asignándose un peso a cada indicador de evaluación determinado y cada rango clasificado en relación a su magnitud. Este procedimiento se realizó aplicando el álgebra de mapas, a través del análisis con sistema de información geográfica (Tabla 3).

Tabla 3. Susceptibilidad a heladas: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.

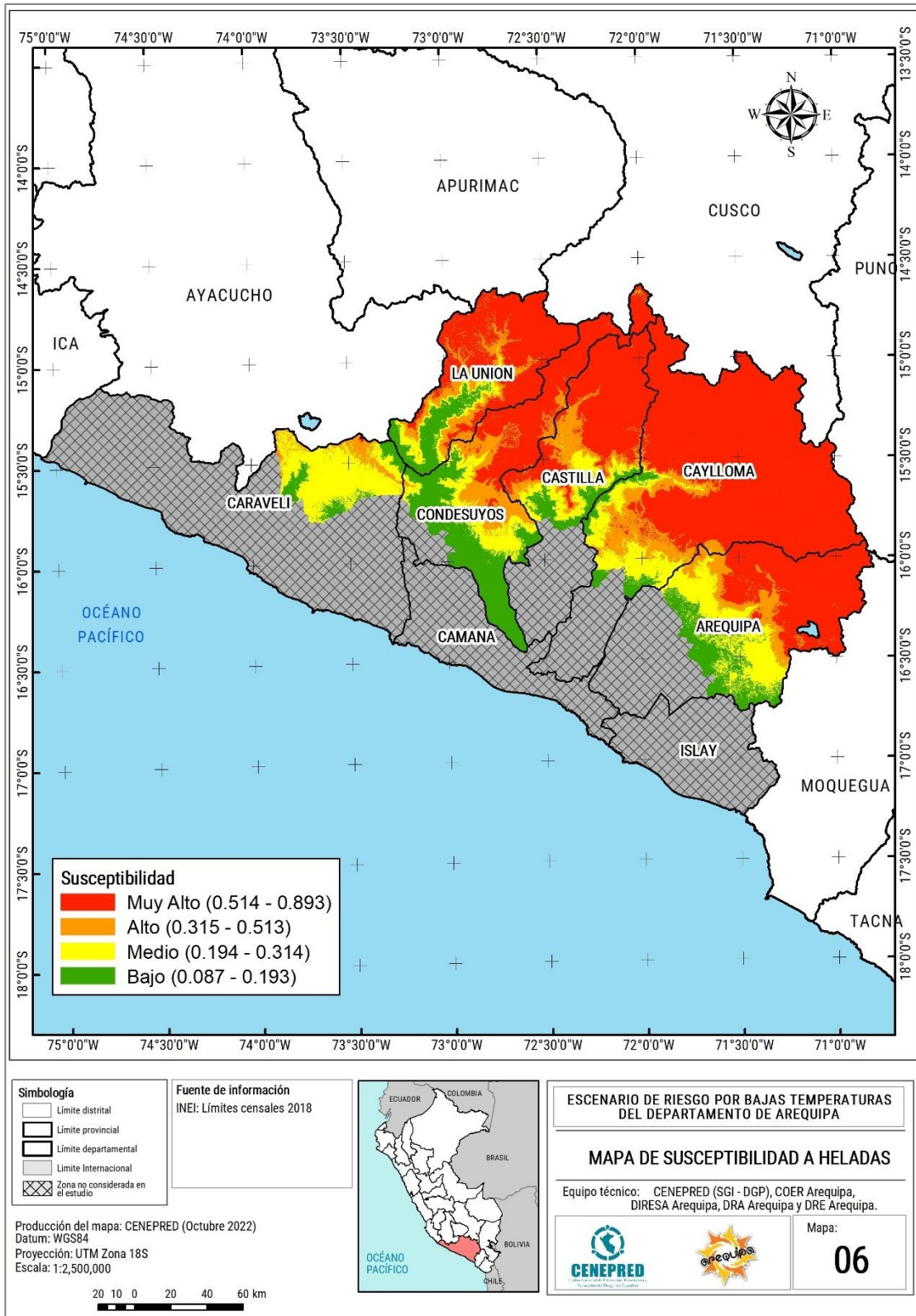
Indicadores de evaluación para la susceptibilidad a heladas											
Factores Condicionantes						Factores desencadenantes					
Altitud (msnm)	Valor	Peso Indicador	Pendiente (°)	Valor	Peso Indicador	Temperaturas mínimas (°C)	Valor	Peso Indicador	Frecuencia de heladas (días/mes)	Valor	Peso Indicador
mayor a 4500	0.44	0.75	menor a 5	0.42	0.25	Menor a -8°C	0.45	0.6	25 a 31	0.47	0.4
4000 a 4500	0.27		5 a 15	0.25		-8°C a -4°C	0.26		10 a 25	0.23	
3500 a 4000	0.16		15 a 25	0.16		-4°C a 0°C	0.15		5 a 10	0.16	
2500 a 3500	0.09		25 a 45	0.11		0°C a 5°C	0.09		2 a 5	0.11	
menor a 2500	0.04		mayor a 45	0.06		5°C a 15°C	0.05		0 a 2	0.03	

Fuente: CENEPRED 2022

El resultado del análisis de susceptibilidad se ha clasificado en cuatro niveles: muy alto, alto, medio y bajo, el cual se encuentra representado en la Figura 11. Asimismo, este resultado ha sido generalizado a nivel distrital, por ser la unidad de análisis del presente estudio, tal como muestra en la Figura 12.



Figura 11. Arequipa: Niveles de susceptibilidad a heladas.

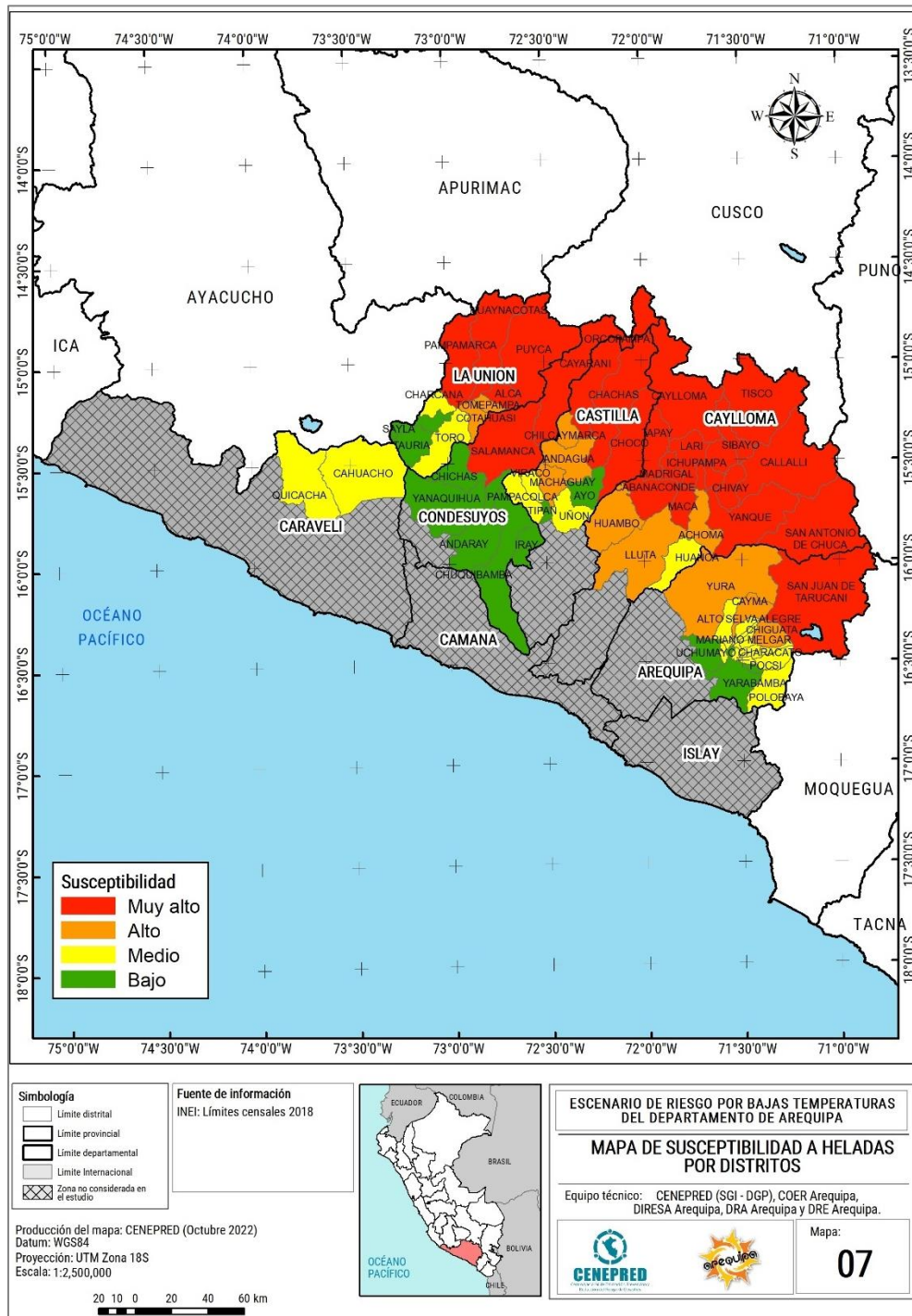


Fuente: CENEPRED



Según la Figura 12, de los 74 distritos analizados del departamento de Arequipa, 25 distritos tienen un nivel de muy alta susceptibilidad a heladas, 11 distritos a un nivel alto, 24 distritos a un nivel medio y 14 distritos a nivel bajo. Cabe mencionar que, el nivel de susceptibilidad de cada distrito analizado se detalla en el Anexo 01 del presente informe.

Figura 12. Arequipa: Niveles de susceptibilidad a heladas por distritos.



Fuente: CENEPRED



5.2 Análisis de elementos expuestos

Uno de los principios generales que rigen la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) menciona lo siguiente: La persona humana es el fin supremo de la GRD, por lo que debe protegerse su vida e integridad física, su estructura productiva, sus bienes y su medio ambiente frente a posibles desastres o eventos peligrosos que puedan ocurrir.

Los descensos de temperaturas que se producen durante el invierno pueden hacer que las condiciones climáticas consideradas confortables para el ser humano puedan sobrepasar los umbrales de adaptación, produciendo la pérdida de sensación de confort y pudiendo ocasionar principalmente daños a la salud, sobre todo si las condiciones de vida de las personas no presentan las características adecuadas para afrontarlas. Por otro lado, los cultivos y el ganado a menudo experimentan daños importantes por heladas cuando se exponen a temperaturas por debajo de 0°C. En ese contexto, es necesario considerar para este análisis características generales de los elementos expuestos a las heladas, pudiendo ser de dimensión social y/o económica.

Considerando que los efectos, tanto para la población como para sus medios de vida, se presentan de manera distinta, se elaboraron escenarios de riesgo con un enfoque sectorial priorizando a salud, educación y el sector agrario, quienes consideraron indicadores de evaluación propios de su sector.

Una vez elaborados los indicadores de evaluación a nivel de distrito, se aplicó el método multicriterio estableciendo una ponderación para cada uno, asignada con base a la opinión del experto, es decir de los equipos técnicos de los sectores participantes. Asimismo, cada indicador fue estratificado en cinco categorías o rangos, donde el rango superior comprende los mayores valores y el rango inferior los valores más bajos. Una manera de hacerlo es a partir de la estratificación por quintiles que divide en cinco grupos iguales el total de valores de cada indicador.

Una vez realizada la estratificación de los indicadores de evaluación se elabora la matriz de ponderación, utilizando sistemas de información geográfica (SIG) para la representación cartográfica del resultado.

La Tabla 4 muestra la matriz de ponderación para obtener el valor de exposición, este procedimiento se realizó aplicando el método multicriterio mediante un software de sistema de información geográfica. La representación cartográfica de este indicador se muestra en la Figura 13, y valor de exposición de cada distrito analizado se detalla en el Anexo 01 del presente informe.

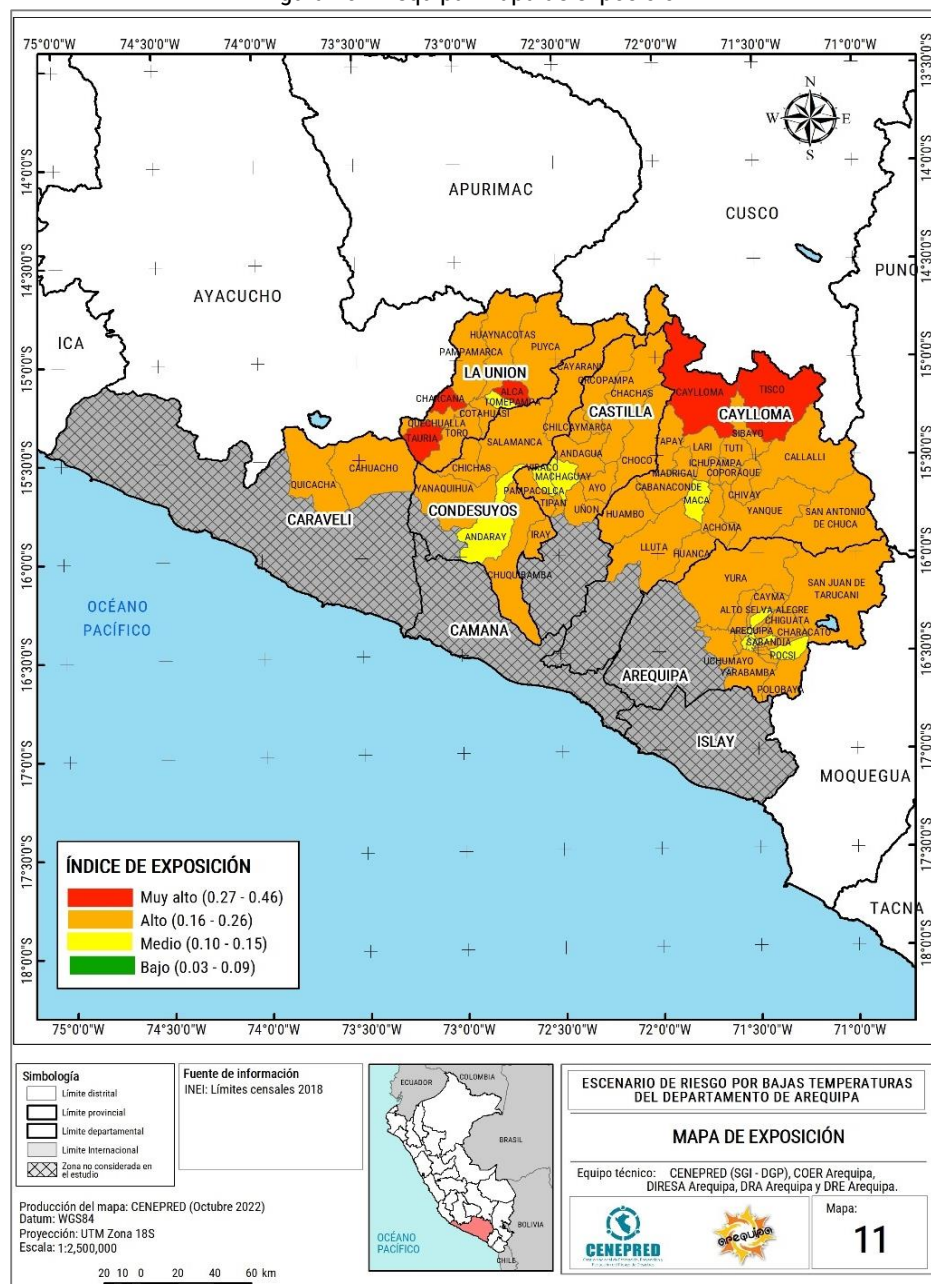


Tabla 4. Matriz de ponderación para el análisis de exposición.

Análisis de exposición								
Índice Sector Salud	Peso	Índice Sector Agrario	Peso	Índice Sector Educación	Peso	Valor de exposición	Rango de exposición	Nivel de exposición
0.49	0.45	0.45	0.35	0.43	0.2	0.46	0.27 - 0.46	Muy alto
0.25		0.29		0.24		0.26	0.16 - 0.26	Alto
0.16		0.15		0.16		0.15	0.10 - 0.15	Medio
0.09		0.09		0.10		0.09	0.03 - 0.09	Bajo
0.02		0.02		0.07		0.03		

Elaborado por CENEPRED

Figura 13. Arequipa: Mapa de exposición.



Elaborado por CENEPRED



5.2.1 Índice del Sector Salud

El equipo técnico de la DIRESA Arequipa, fue el encargado de identificar y asignar la ponderación de los indicadores de evaluación para la elaboración del Índice del Sector Salud de Arequipa.

Los indicadores de evaluación seleccionados son: Índice de Daños a la Salud (IDS), desnutrición crónica, anemia, capacidad resolutive de los establecimientos de salud, cobertura de inmunización e incidencia de la pobreza. La Tabla 5 muestra la matriz de ponderación desarrollada para obtener el valor del Índice del Sector Salud.

Tabla 5. Índice del Sector Salud: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DEL SECTOR SALUD																	
IDS en menores de 5 años	Valor	Peso Indicador	Desnutrición Crónica Infantil (%)	Valor	Peso Indicador	Anemia (%)	Valor	Peso Indicador	Cobertura de vacunación (%)	Valor	Peso Indicador	Capacidad resolutive de EESS	Valor	Peso Indicador	NBI (%)	Valor	Peso Indicador
Muy alto: 0.21 - 0.28	0.50	0.35	Quintil 5: 26.6 - 49.1	0.50	0.3	Quintil 5: 64.9 - 82.1	0.50	0.15	24.0 - 49.0	0.45	0.1	Muy baja: I-1	0.40	0.05	Muy alto: 54.3 - 81.5	0.40	0.05
Alto: 0.11 - 0.20	0.25		Quintil 4: 18.6 - 26.5	0.25		Quintil 4: 53.4 - 64.8	0.24		49.1 - 68.0	0.28		Baja: I-2	0.25		Alto: 44.7 - 54.2	0.25	
Medio: 0.07 - 0.10	0.15		Quintil 3: 13.6 - 18.5	0.15		Quintil 3: 45.9 - 53.3	0.15		68.1 - 92.0	0.15		Media: I-3	0.20		Medio: 31.8 - 44.6	0.20	
Bajo: 0.05 - 0.06	0.09		Quintil 2: 7.7 - 13.5	0.08		Quintil 2: 37.4 - 45.9	0.08		92.1 - 123.0	0.10		Alta: I-4	0.10		Bajo: 17.4 - 31.7	0.10	
Muy bajo: 0.03 - 0.04	0.01		Quintil 1: 5.0 - 7.6	0.02		Quintil 1: 8.8 - 37.3	0.03		123.1 - 255.0	0.02		Muy Alta: II-1, II-E, III-2	0.05		Muy bajo: 2.1 - 17.3	0.05	

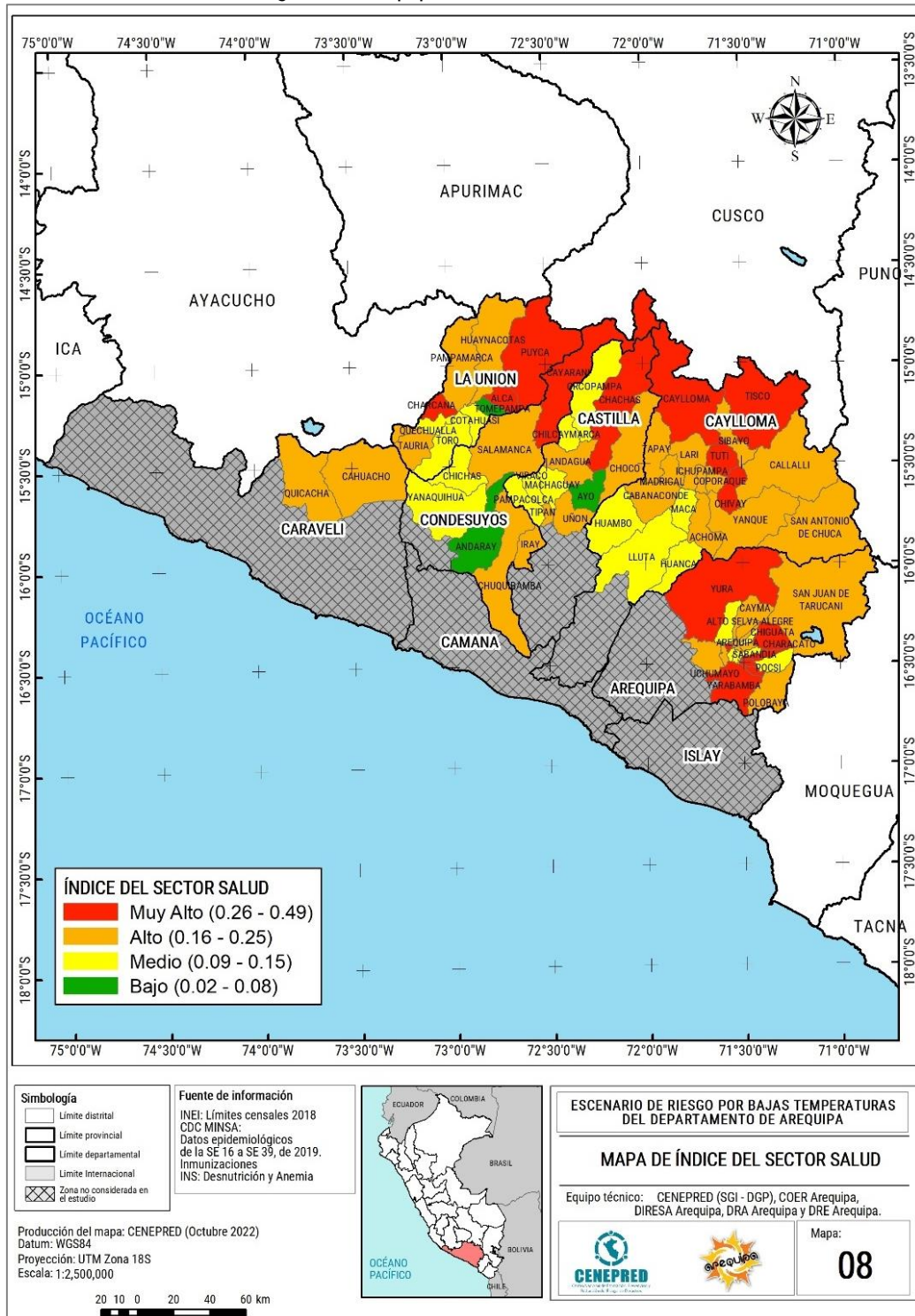
Elaborado por CENEPRED

Fuente: CDC MINSA, DIRESA Arequipa

La Figura 14 muestra la distribución espacial a nivel distrital del Índice del Sector Salud, los cuales han sido clasificados en cuatro niveles de acuerdo a los valores obtenidos, que van desde el nivel muy alto, representados por los valores 0.26 a 0.49; seguido del nivel alto (0.16 a 0.25) y nivel medio (0.09 a 0.15) hasta el nivel bajo, representado por valores menores a 0.08. Los valores del Índice del Sector Salud de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01 del presente informe.



Figura 14. Arequipa: Índice del Sector Salud.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DIRESA Arequipa & MINSA

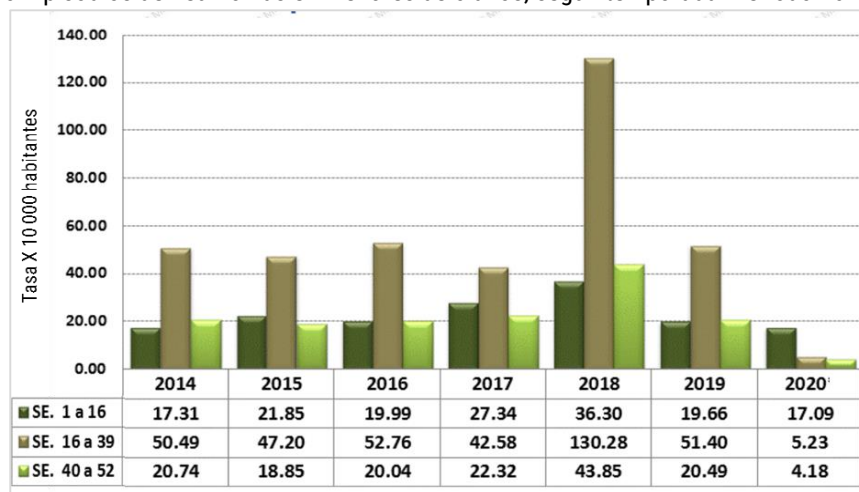
A continuación, se describe los indicadores de evaluación utilizados en el cálculo del Índice del Sector Salud:



A. Índice de Daños a la Salud en menores a cinco años (IDS_5).

Las estadísticas del CDC del MINSA, entre el 2014 y 2020 (Figura 15), muestran que el mayor número de registros de neumonías se presenta entre las semanas epidemiológicas de la 16 a la 39; por esta razón, se estableció como periodo de análisis en la construcción del IDS_5. Además, existe un incremento de los casos de neumonías en la población menor de cinco años, la cual es casi el doble de casos de neumonías en comparación con los meses cálidos.

Figura 15. Episodios de neumonías en menores de 5 años, según temporada. Periodo 2014 – 2020.



Fuente: MINSA - CDC / Sala Situacional de Salud 2020 - SE 53

Considerando lo antes mencionado, el equipo técnico del MINSA propuso la construcción del Índice de Daños a la Salud (IDS) basado en los siguientes datos epidemiológicos:

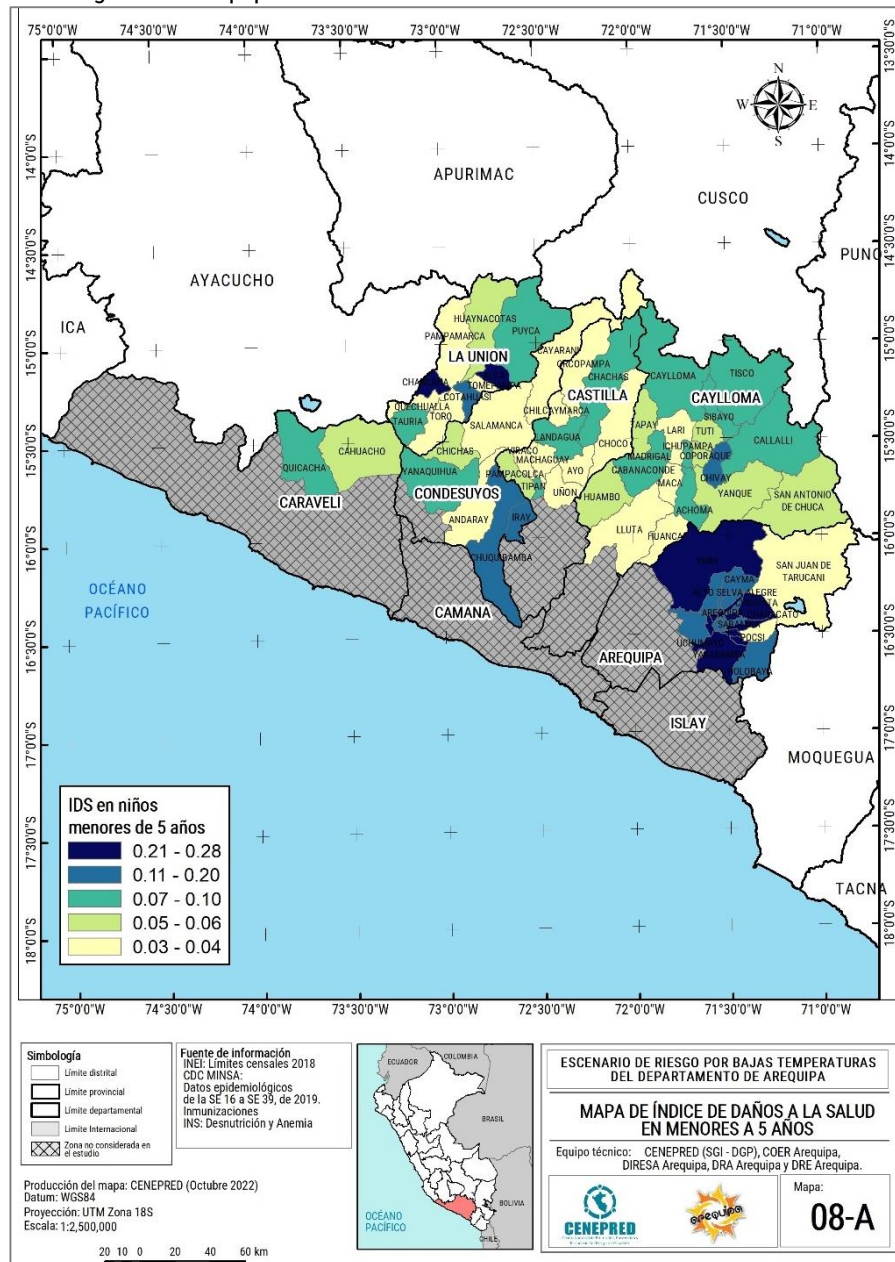
- Tasa de incidencia acumulada de neumonías en menores de 5 años, durante SE 16 a 39.
- Tasa de infecciones respiratorias agudas, en menores de 5 años, durante SE 16 a 39.
- Tasa de mortalidad por neumonías, en menores de 5 años, durante SE 16 a 39.
- Tasa de letalidad por neumonía, en menores de 5 años, durante SE 16 a 39.

Cabe mencionar que, debido a la pandemia de la COVID – 19 el CDC MINSA no logró identificar si los registros epidemiológicos de neumonías y letalidad por neumonías durante el periodo de invierno del año 2020 estuvieron relacionados a las bajas temperaturas o al COVID-19; por consiguiente, se utilizó para el análisis los datos correspondientes al periodo 2015 – 2019.

Los valores del IDS de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01 del presente informe.



Figura 16. Arequipa: Índice de Daños a la Salud en menores a cinco años.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: CDC - MINSa

B. Tasa de desnutrición crónica infantil

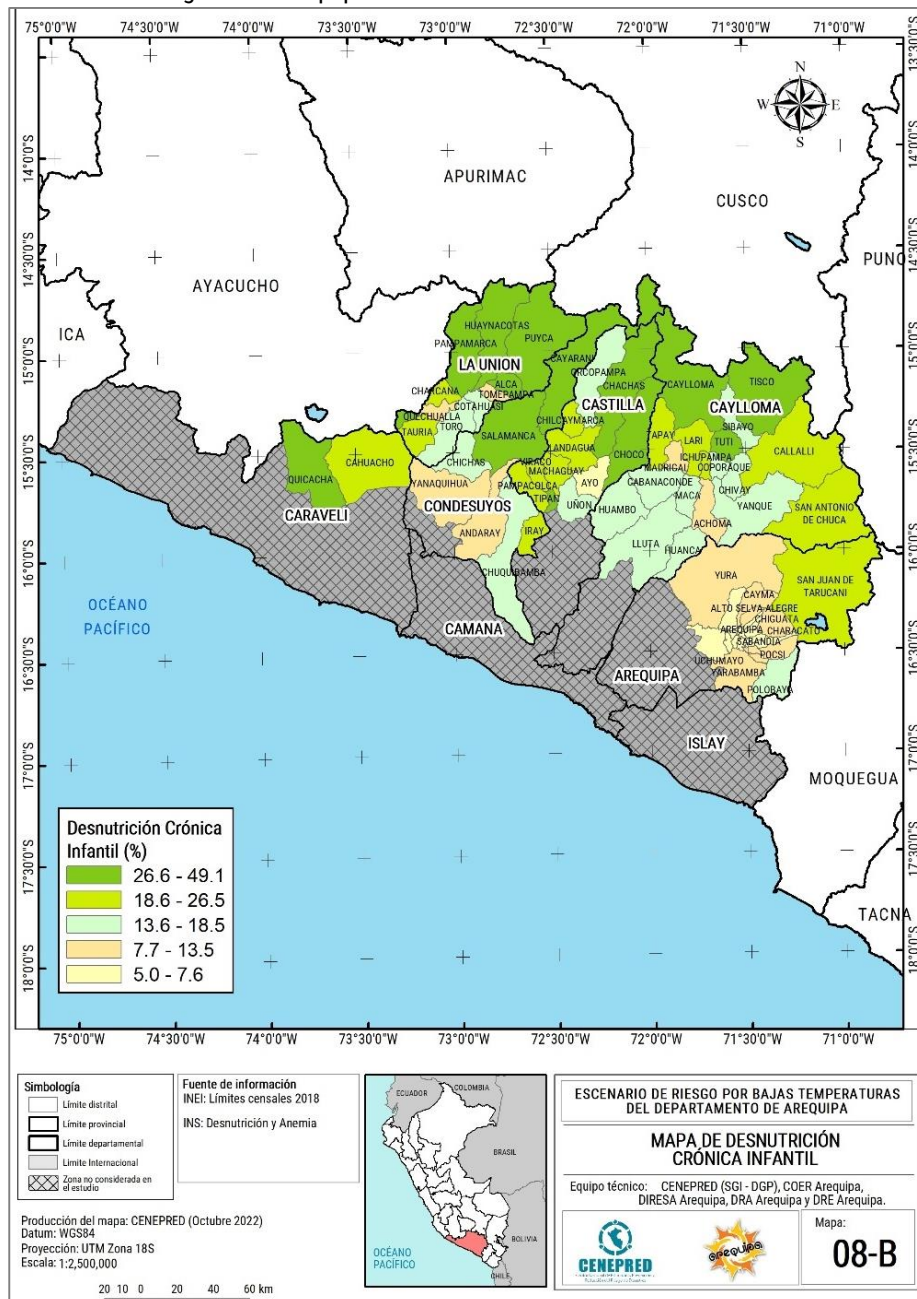
La desnutrición crónica es el retardo en el crecimiento en talla para la edad y se determina al comparar la talla del niño con la esperada para su edad y sexo. Se mide a través de la construcción de un indicador denominado Tasa de Desnutrición Crónica, aplicable a los menores de 5 años de edad, tomando en consideración estándares aceptados por la OMS. La población infantil con desnutrición crónica presenta un sistema inmunológico deficiente para defenderse de las



infecciones, entre las cuales se encuentran las infecciones respiratorias. Es por ello que, para el sector salud este indicador es relevante dentro del presente análisis.

La Figura 17 muestra la distribución espacial de este indicador, cuyos valores han clasificados utilizando el método de quintiles. Los valores de este indicador de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01 del presente informe.

Figura 17. Arequipa: Tasa de Desnutrición Crónica Infantil.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: INS - MINSA

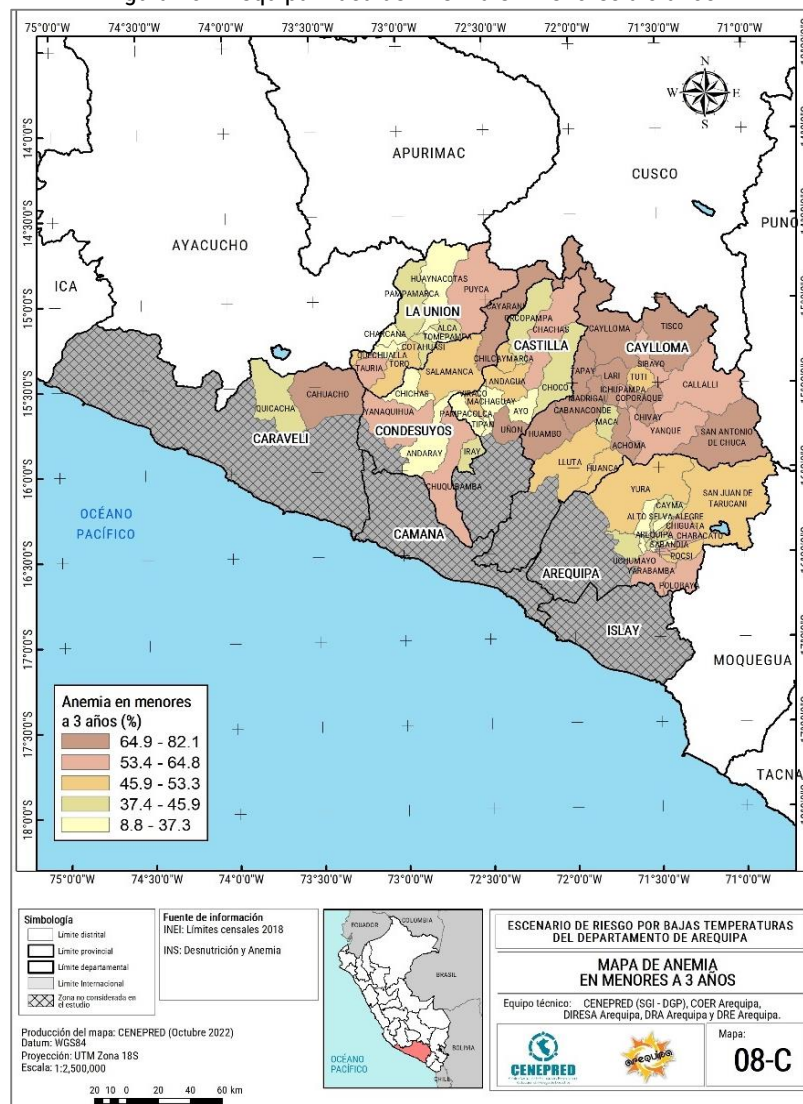


C. Tasa de anemia

La anemia motiva mucha preocupación en todos los ámbitos y niveles de salud, ya que sus consecuencias repercuten negativamente en el desarrollo de las niñas y niños a nivel cognitivo, motor, emocional y social. Según el MINSA, la anemia afecta al 43.6% de los niños y niñas de 6 a 36 meses de edad, siendo más prevalente entre los niños de 6 a los 18 meses. En el área rural este porcentaje fue mayor en comparación con el área urbana con un 53,3% y 40,0%, respectivamente (MINSA 2019).

La Figura 18 muestra la distribución espacial de este indicador, cuyos valores han clasificados utilizando el método de quintiles. Además, los valores obtenidos de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01 del presente informe.

Figura 18. Arequipa: Tasa de Anemia en menores a 3 años.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: INS – MINSA

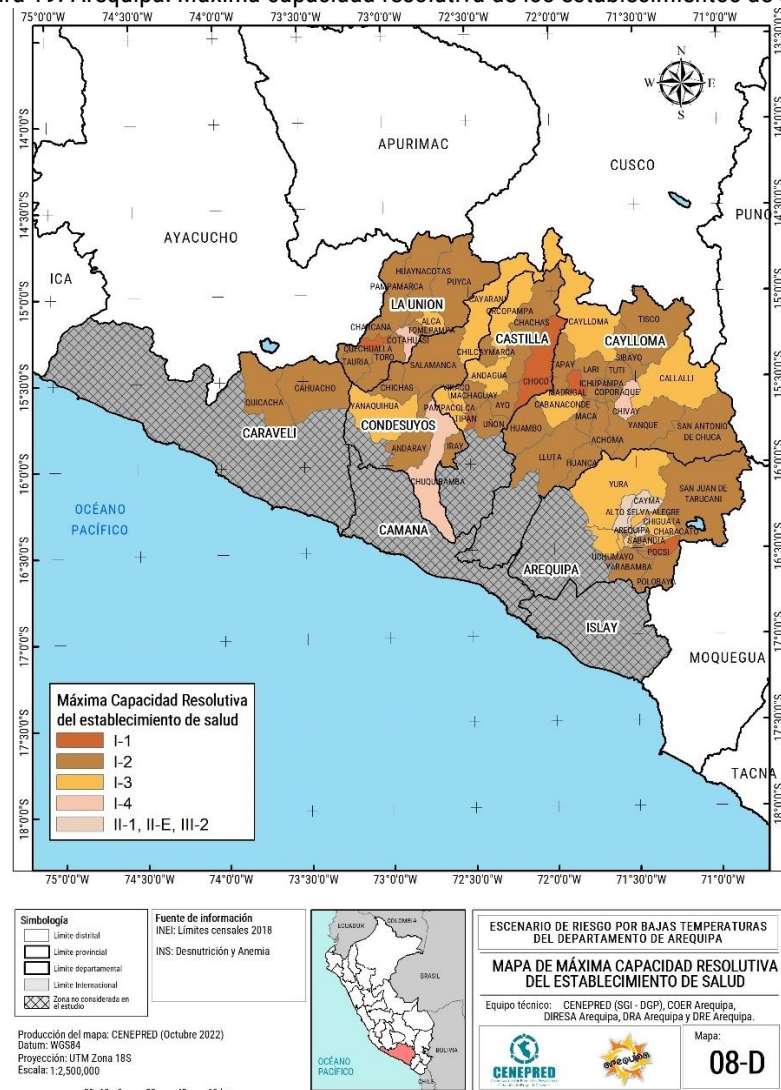


D. Capacidad Resolutiva de establecimientos de salud

La capacidad resolutiva, se define como la capacidad para producir el número de servicios suficientes, para atender el volumen de necesidades existentes en la población (depende de la cantidad de recursos disponibles); por consiguiente, es importante que la población cuente con acceso oportuno a establecimientos de salud de mayor capacidad resolutiva para la adecuada atención de su salud. Este indicador permitirá identificar las localidades que requieren fortalecer la capacidad resolutiva para la atención de sus necesidades.

La Figura 19 muestra la distribución distrital de este indicador basado en la máxima capacidad resolutiva de los establecimientos de salud en el distrito, los cuales que se detallan en el Anexo 01.

Figura 19. Arequipa: Máxima capacidad resolutiva de los establecimientos de salud.



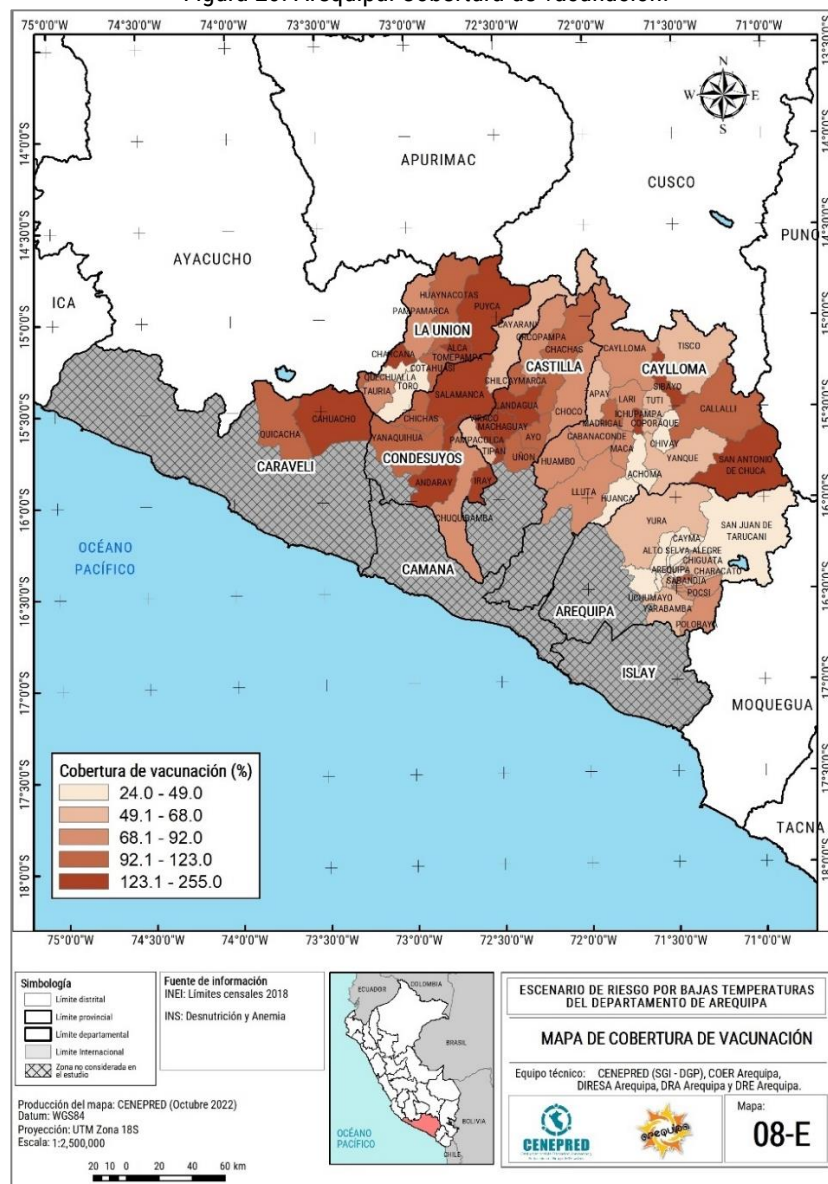
Elaborado por CENEPRED
Fuente: RENIPRESS – MINSA



E. Cobertura de vacunación

La vacunación tiene la finalidad de contribuir a mejorar la calidad de la salud de la población mediante el control de enfermedades inmunoprevenibles. Desde la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2000, los indicadores de vacunación se miden en la población que ha tenido la oportunidad de haber recibido el servicio. Este indicador calcula la cobertura de vacunación contra neumococo e influenza para el grupo poblacional menores de cinco años. La Figura 20 muestra la distribución espacial de este indicador basado en clasificación definida por la DIRESA Arequipa. Los valores obtenidos de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01.

Figura 20. Arequipa: Cobertura de vacunación.



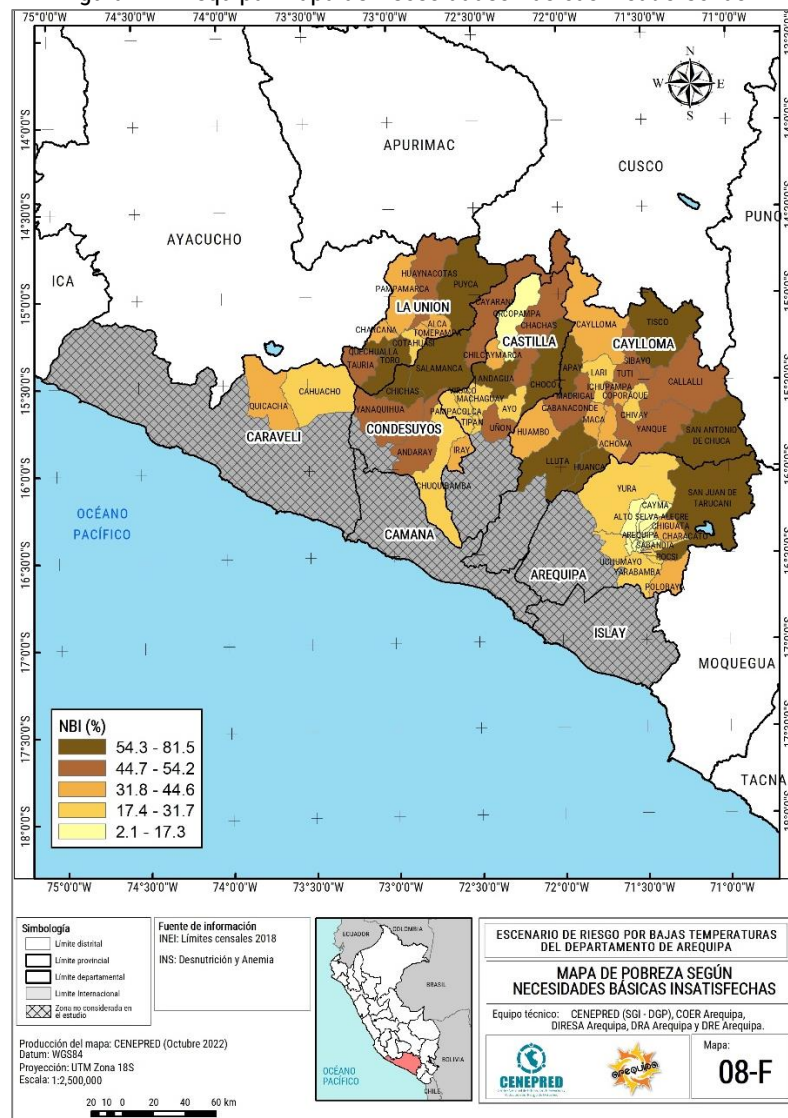
Elaborado por CENEPRED
Fuente: INS – MINSA



F. Incidencia de pobreza

Esta condición hace que la población aumente las probabilidades de enfermar y morir debido a la dificultad de acceder a los establecimientos de salud y a otros servicios, razón por la cual es considerada como uno indicador de evaluación relevante en el sector salud. La pobreza medida con las NBI define a la población pobre como aquella que no cumple con niveles mínimos de bienestar en: el acceso a la vivienda, el acceso a servicios sanitarios, el acceso a la educación y la capacidad económica, con base a la información censal 2017. El indicador seleccionado es el porcentaje de la población con al menos una NBI, cuya distribución espacial está representada en la Figura 21. Los valores obtenidos de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01.

Figura 21. Arequipa: Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: INEI 2018



5.2.2 Índice del Sector Educación

La ODENAGED del MINEDU y la Dirección Regional de Educación de Arequipa, estuvieron a cargo de la identificación de los indicadores de evaluación, basados en el tipo de servicio, nivel educativo e infraestructura de los locales educativos (LE), tomando como fuente de información la base de datos del MINEDU. Cabe mencionar que, la construcción de estos indicadores de evaluación se realizó sobre el total de los locales educativos de servicio público del departamento de Arequipa. Los indicadores de evaluación utilizados son:

- A. Locales educativos de nivel inicial
- B. Estado de conservación de los locales educativos
- C. Material predominante de muros y techos de los locales educativos
- D. Capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres

La Tabla 6 muestra los indicadores utilizados y su clasificación, así como los valores de ponderación asignados para el cálculo del índice del Sector Educación.

Tabla 6. Índice del Sector Educación: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.

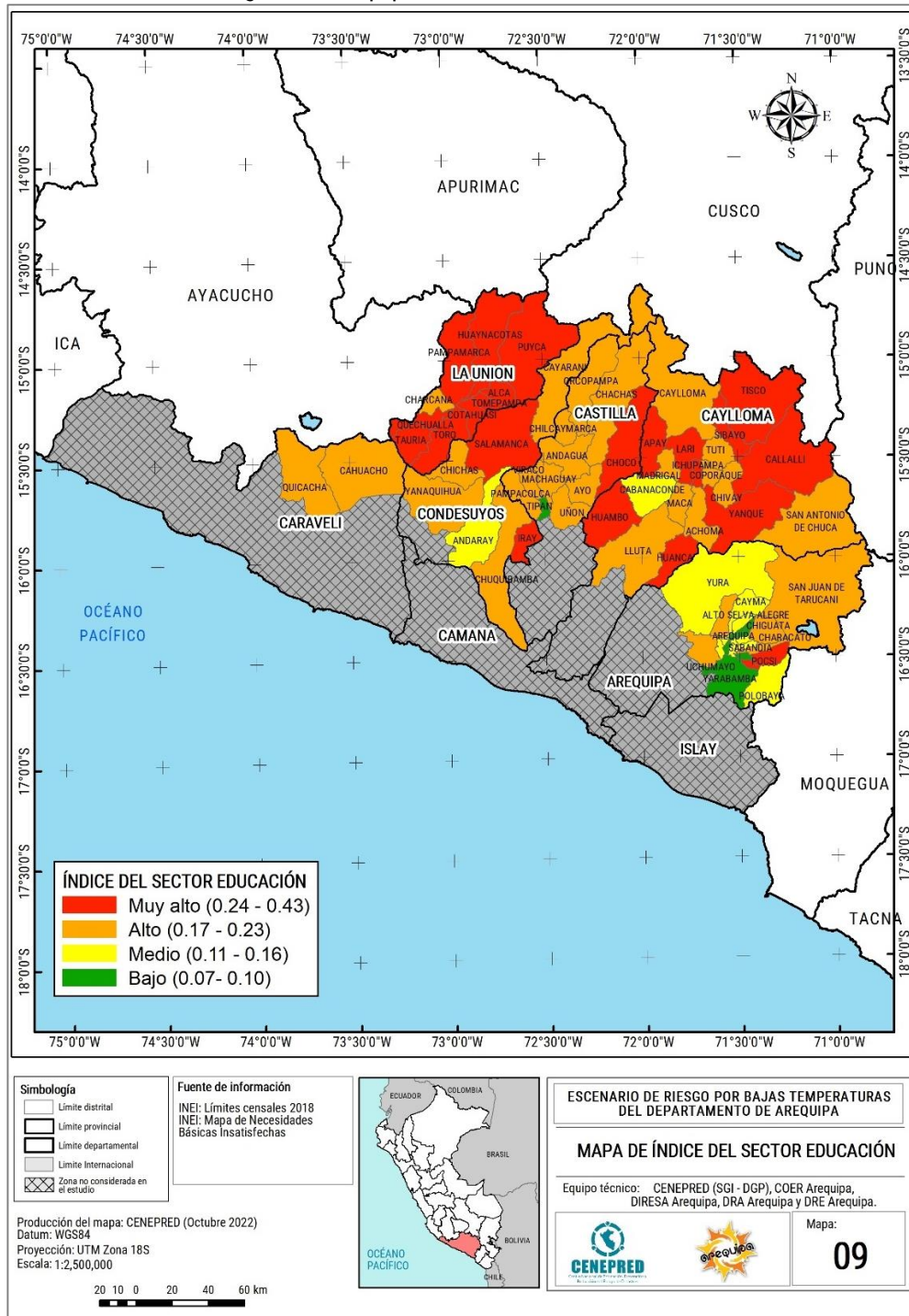
INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DEL SECTOR EDUCACIÓN														
LE con estado de conservación malo o precario (%)	Valor	Peso Indicador	LE con muros de material ligero o precario (%)	Valor	Peso Indicador	LE con techo de material ligero o precario (%)	Valor	Peso Indicador	LE de nivel de educación inicial (%)	Valor	Peso Indicador	LE con personal capacitado en GRD (%)	Valor	Peso Indicador
66.7 - 100	0.50	0.35	57.2 - 100	0.40	0.20	84.7 - 100	0.40	0.20	50.1 - 75.0	0.35	0.20	0.0 - 5.0	0.50	0.05
42.9 - 66.6	0.25		33.4 - 57.1	0.22		60.1 - 84.6	0.22		37.6 - 50.0	0.24		5.1 - 11.1	0.25	
31.9 - 42.8	0.12		20.1 - 33.3	0.18		40.1 - 60.0	0.18		28.6 - 37.5	0.20		11.2 - 25.0	0.15	
16.7 - 31.8	0.08		8.0 - 20.0	0.12		21.0 - 40.0	0.12		16.7 - 28.5	0.12		25.1 - 33.3	0.06	
0.00 - 16.6	0.05		0.0 - 8.0	0.08		0.0 - 20.9	0.08		0.0 - 16.6	0.09		33.4 - 80.0	0.04	

Elaborado por CENEPRED
Fuente: MINEDU, DRE Arequipa

La Figura 22 muestra la distribución espacial a nivel distrital del Índice del Sector Educación, los cuales han sido clasificados en cuatro niveles de acuerdo a los valores obtenidos, que van desde el nivel muy alto, representados por los valores 0.24 a 0.43; seguido del nivel alto (0.17 a 0.23) y nivel medio (0.11 a 0.16) hasta el nivel bajo, representado por valores menores o iguales a 0.1. Los valores del Índice del Sector Educación de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01 del presente informe.



Figura 22. Arequipa: Índice del Sector Educación.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRE Arequipa & MINEDU

Enseguida se describe los indicadores de evaluación mostrados en la Tabla 6, y el modo de cálculo:

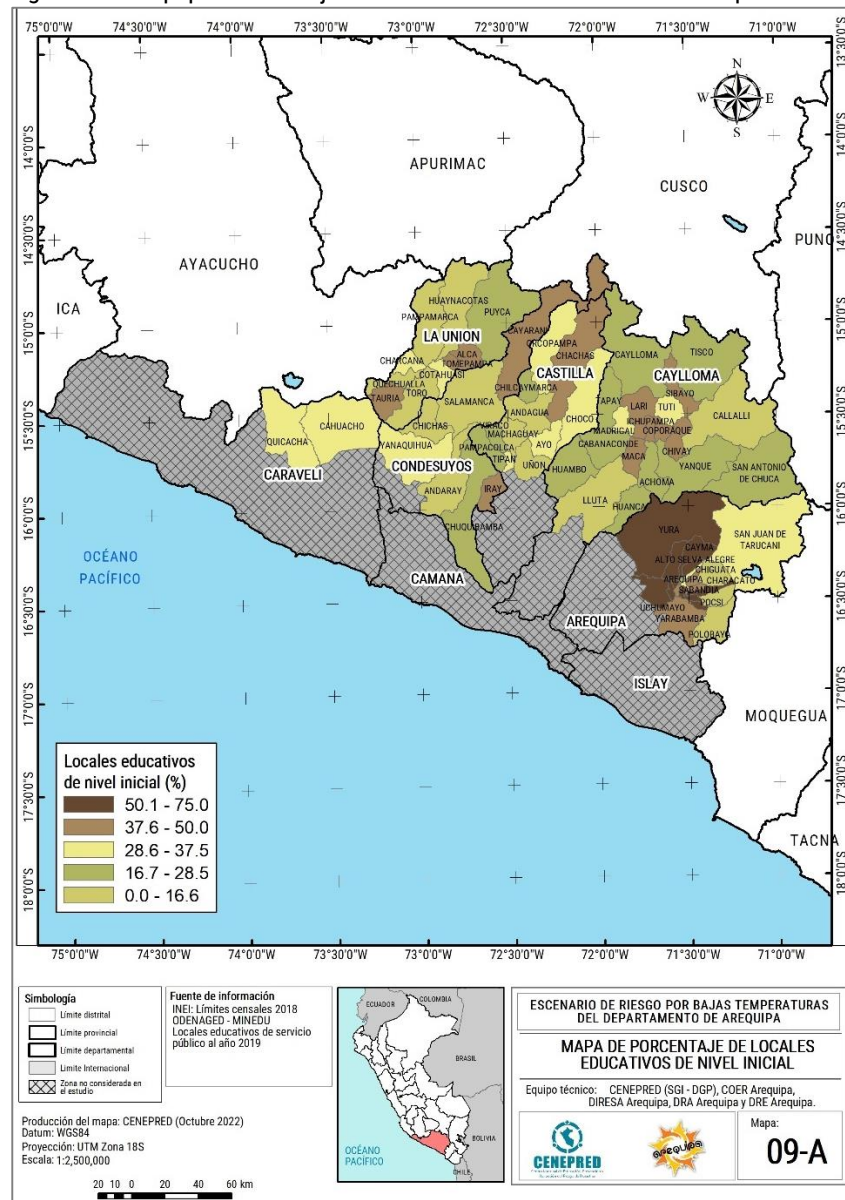


A. Locales educativos de nivel inicial

De acuerdo a las estadísticas del MINSA, el mayor registro de neumonías recae sobre la población menor a 5 años; siendo necesario evaluar la representatividad que tienen los locales escolares de nivel de educación inicial en los distritos.

El indicador generado corresponde al porcentaje de locales educativos de servicio público de nivel inicial, calculado respecto al total de locales educativos de servicio público, de un determinado distrito (Figura 23).

Figura 23. Arequipa: Porcentaje de locales educativos de nivel inicial por distrito.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRE Arequipa & MINEDU

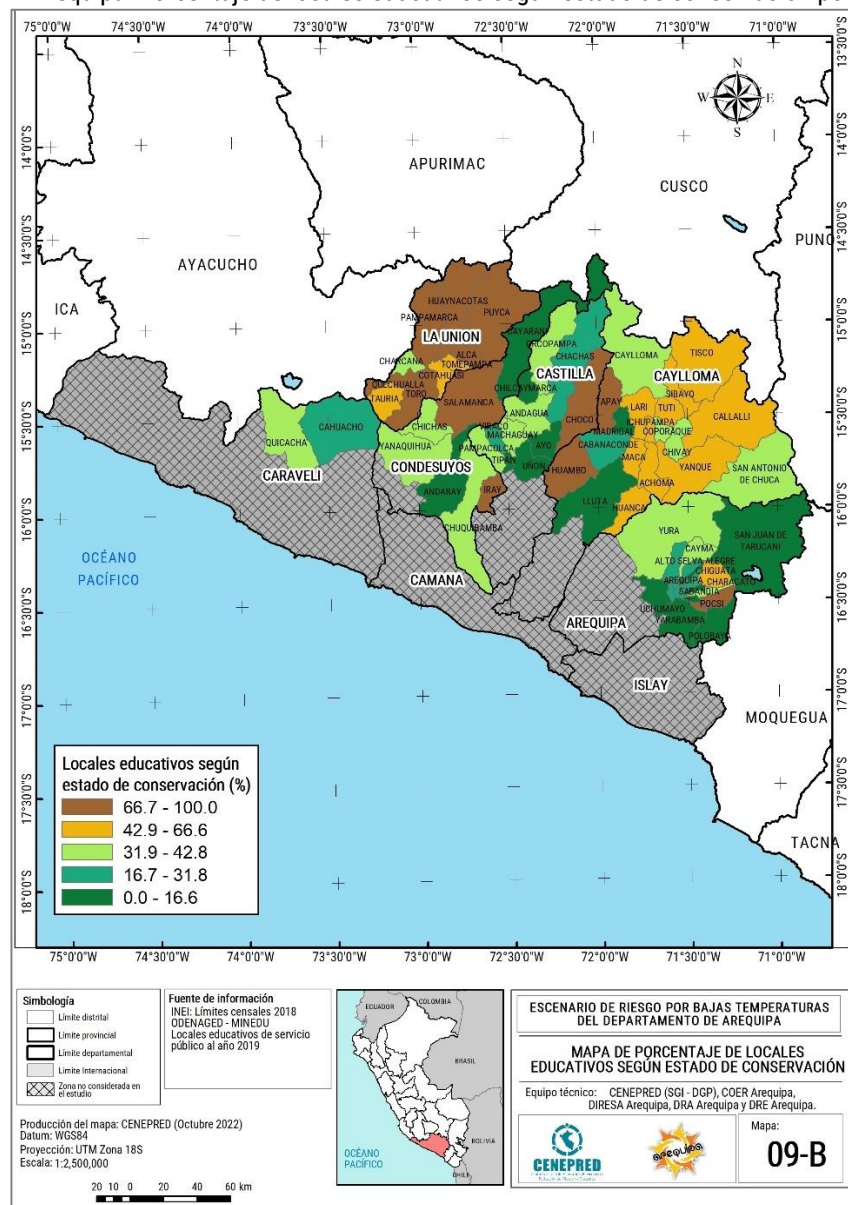


B. Estado de conservación de los locales educativos

El buen estado de los locales educativos es determinante para reducir la exposición de los alumnos frente a la ocurrencia de eventos meteorológicos como son las heladas, y puedan mantener la concentración en su aprendizaje.

El indicador generado corresponde al porcentaje de locales educativos de servicio público de con estado de conservación malo o precario, calculado respecto al total de locales educativos de servicio público, de un determinado distrito (Figura 24).

Figura 24. Arequipa: Porcentaje de locales educativos según estado de conservación por distritos.



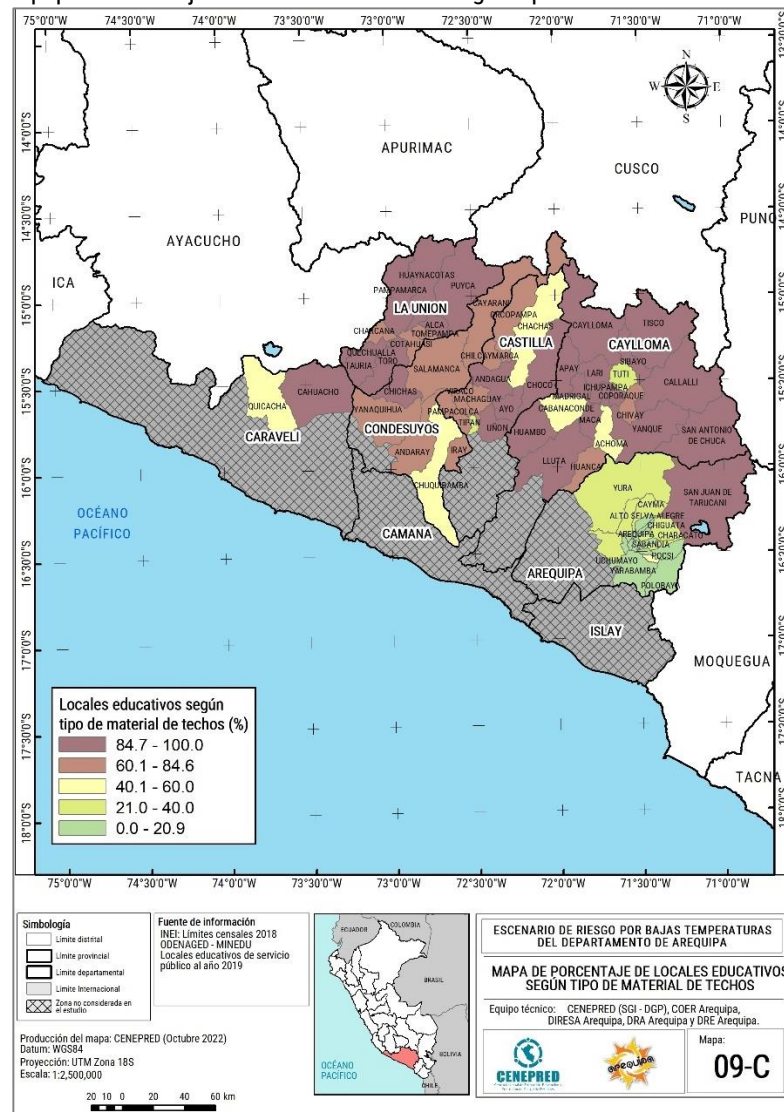


C. Material predominante de muros y techos de los locales educativos

En el "Anexo 05 de la RD N° 094-2017/MINEDU/VGMI-PRONIED, Acciones de mantenimiento para mitigar los efectos de las heladas en los LE", se priorizan características de la infraestructura como muros y techos del local educativo para la intervención de acciones de mantenimiento que permitan su acondicionamiento térmico. En ese sentido, se elaboró dos indicadores de evaluación relacionados al tipo de material predominante de muros y techos de los locales educativos que no garantizan un acondicionamiento térmico frente a los eventos de heladas, estos son:

- Porcentaje de locales educativos de servicio público con techos de material ligero o precario, a nivel distrital (Figura 25).

Figura 25. Arequipa: Porcentaje de locales educativos según tipo de material de techos por distritos.

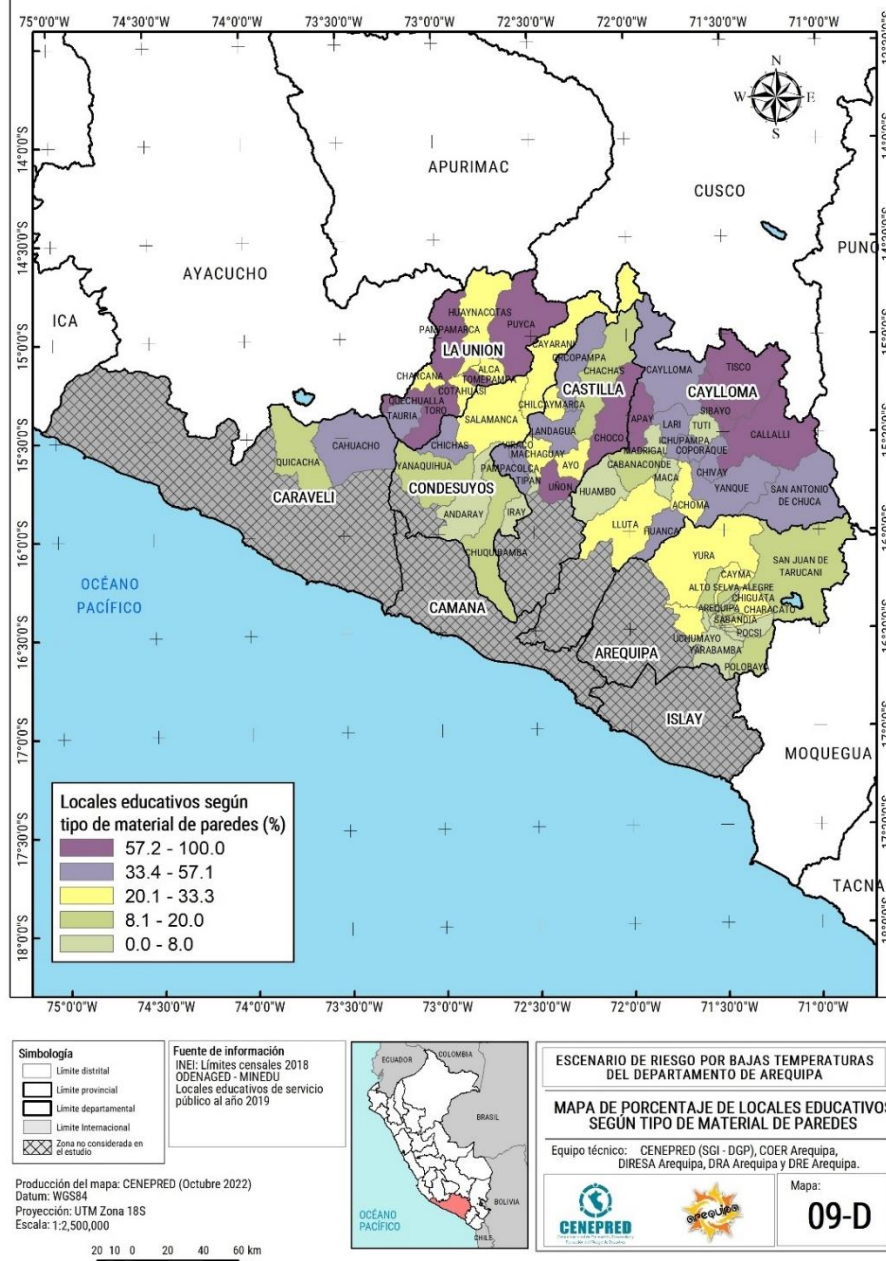


Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRE Arequipa & MINEDU



- Porcentaje de locales educativos de servicio público con muros de material ligero o precario, a nivel distrital (Figura 26).

Figura 26. Arequipa: Porcentaje de locales educativos según tipo de material de muros por distritos.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRE Arequipa & MINEDU

Cabe mencionar que, ambos indicadores fueron calculados respecto al total de locales educativos de servicio público de un determinado distrito.

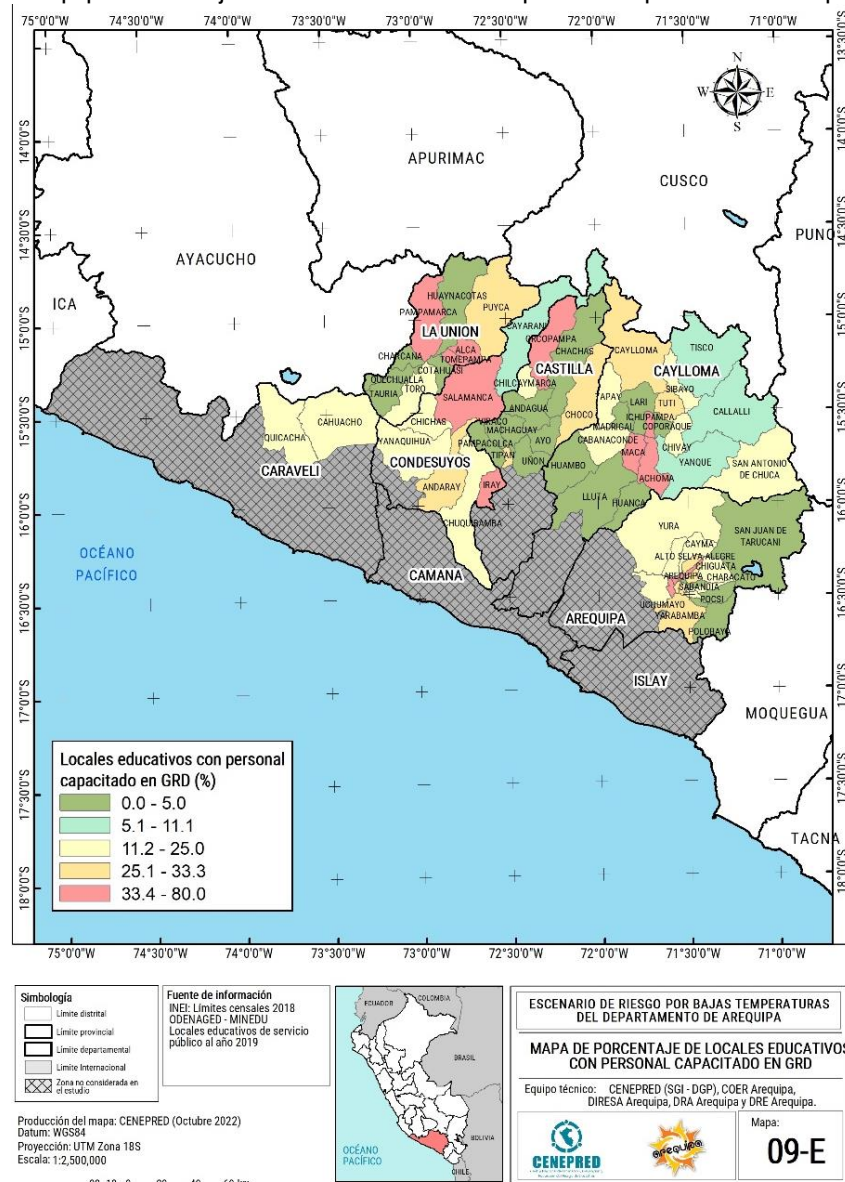


D. Capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres

Este indicador muestra el nivel de preparación del personal del local educativo en temas de gestión del riesgo de desastres; infiriendo que el personal capacitado podría desarrollar actividades de preparación o respuesta frente a los eventos asociados a las bajas temperaturas.

El indicador generado corresponde al porcentaje de locales educativos de servicio público con personal que ha recibido capacitación en gestión del riesgo de desastres, calculado respecto al total de locales educativos de servicio público, de un determinado distrito.

Figura 27. Arequipa: Porcentaje de locales educativos con personal capacitado en GRD por distritos.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRE Arequipa & MINEDU



5.2.3 Índice del Sector Agrario

La identificación de los indicadores para evaluar el sector agrario estuvo a cargo de la Dirección Regional de Agricultura de Arequipa, quien determinó considerar los indicadores que se describen a continuación.

- A. Superficie sembrada bajo riego
- B. Índice de carga animal
- C. Prácticas agrícolas en uso de insumos agrícolas
- D. Prácticas pecuarias en el uso de dosificación
- E. Superficie agrícola total

La Tabla 7 muestra los indicadores utilizados y su clasificación, así como los valores de ponderación asignados para el cálculo del índice del Sector Agrario.

Tabla 7. Índice del Sector Agrario: Matriz de ponderación de los indicadores de evaluación.

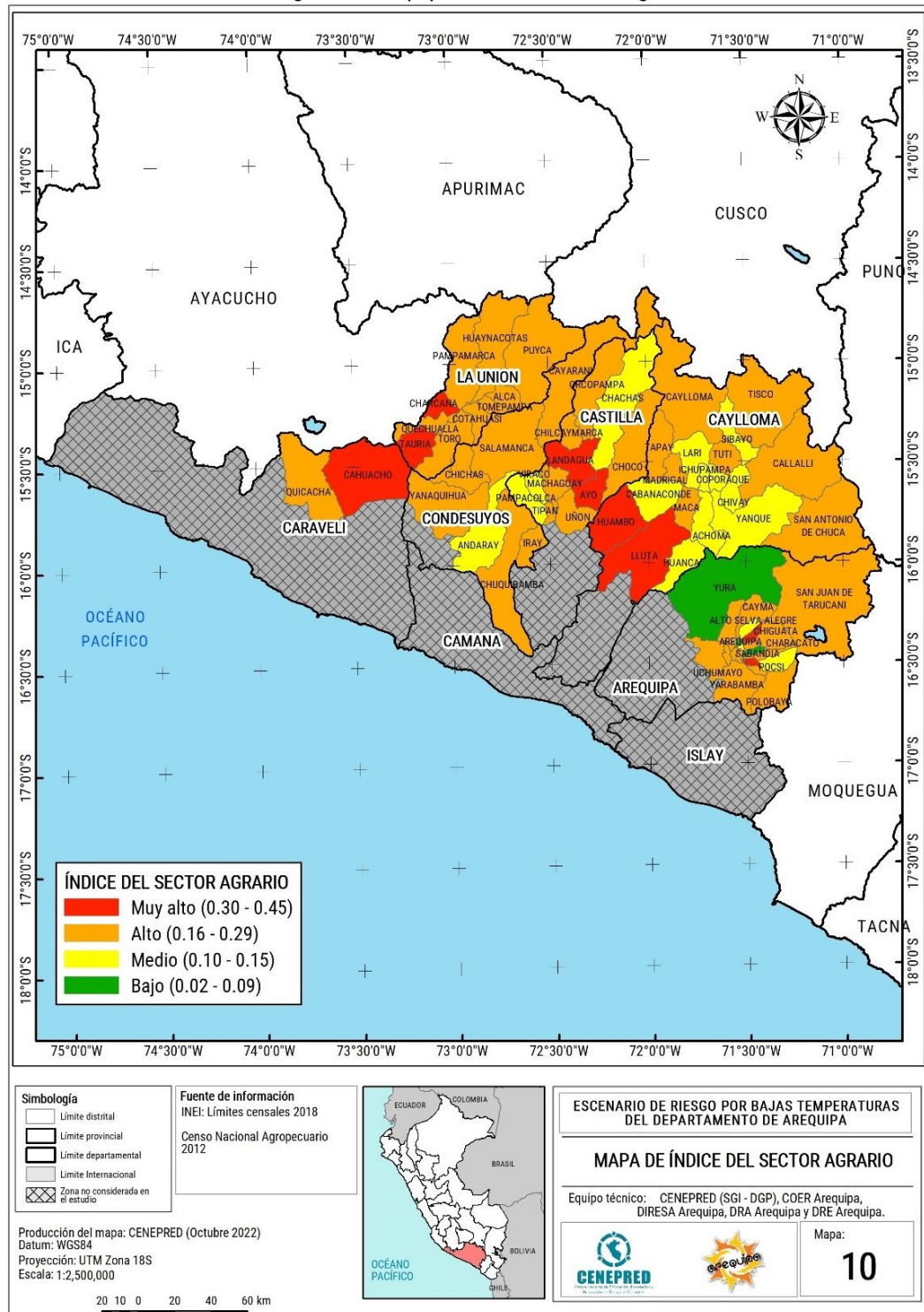
INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DEL SECTOR AGRARIO														
Superficie sembrada bajo riego (%)	Valor	Peso Indicador	Índice de Carga Animal	Valor	Peso Indicador	Prácticas Agrícolas en Uso de Insumos (%)	Valor	Peso Indicador	Prácticas Pecuarias en Dosificación (%)	Valor	Peso Indicador	Superficie Agrícola Total (Ha)	Valor	Peso Indicador
0.00 - 80.8	0.45	0.35	Mayor a 39.85	0.45	0.25	0.00 - 54.0	0.45	0.20	0.00 - 7.2	0.45	0.10	1608.5 - 4231.2	0.45	0.10
80.9 - 91.1	0.28		2.33 - 39.84	0.30		54.1 - 70.8	0.30		7.3 - 9.9	0.30		1098.7 - 1608.4	0.30	
91.2 - 97.0	0.15		0.42 - 2.32	0.15		70.9 - 80.5	0.15		10.0 - 17.7	0.15		743.6 - 1098.6	0.15	
97.1 - 99.0	0.10		0.16 - 0.41	0.08		80.6 - 93.4	0.08		17.8 - 28.2	0.08		363.5 - 743.5	0.08	
99.1 - 100.0	0.02		0.00 - 0.15	0.02		93.5 - 100.0	0.02		28.3 - 79.5	0.02		0.00 - 363.4	0.02	

Elaborado por CENEPRED
Fuente: MIDAGRI, DRA Arequipa

La Figura 28 muestra la distribución espacial a nivel distrital del Índice del Sector Agrario, los cuales han sido clasificados en cuatro niveles de acuerdo a los valores obtenidos, que van desde el nivel muy alto, representados por los valores 0.30 a 0.45; seguido del nivel alto (0.19 a 0.29) y nivel medio (0.10 a 0.15) hasta el nivel bajo, representado por valores menores o iguales a 0.09. Los valores del Índice del Sector Agrario de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01 del presente informe.



Figura 28. Arequipa: Índice del Sector Agrario.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRE Arequipa & MINEDU

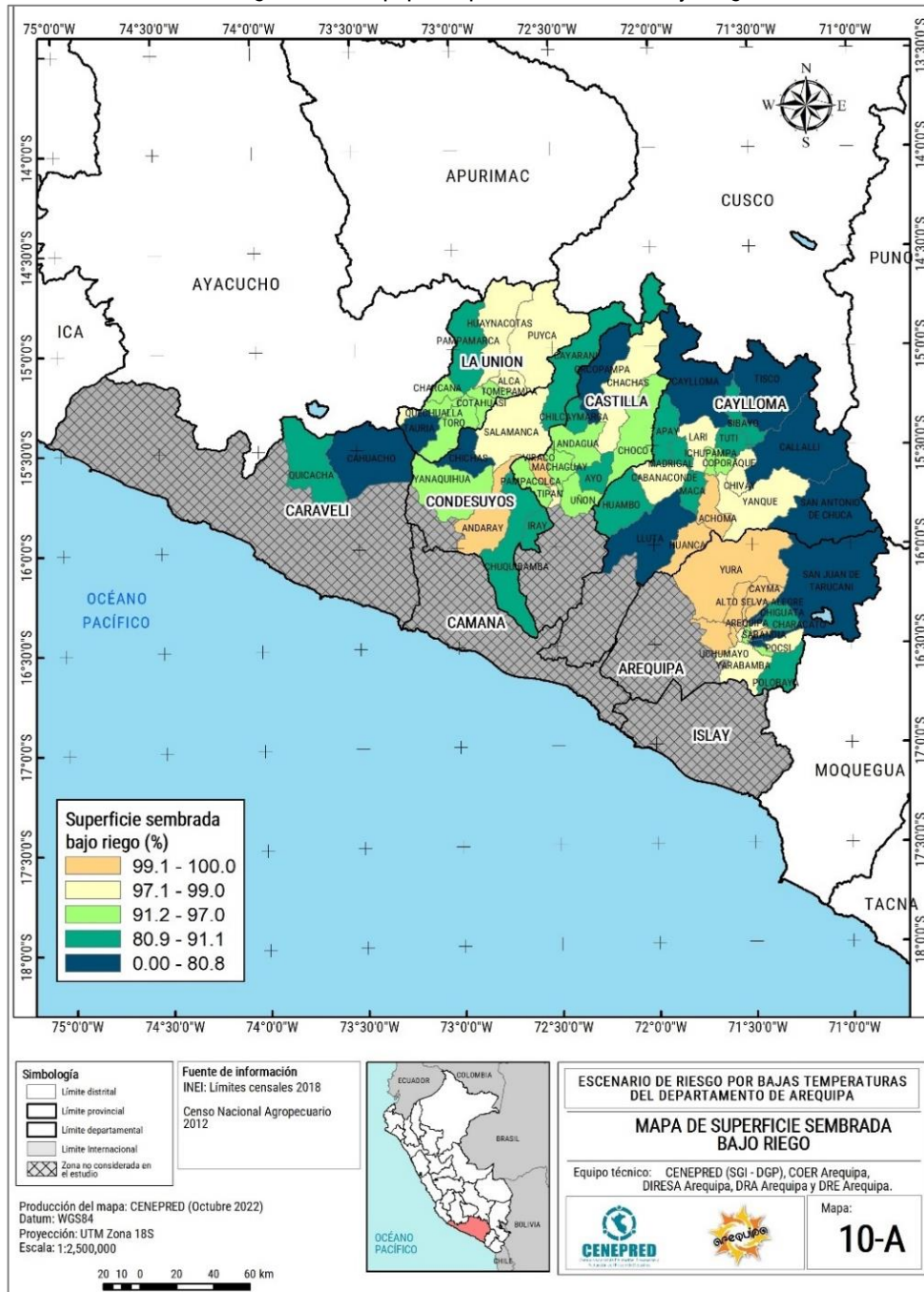
Enseguida se describe los índices de evaluación indicados en la Tablas 7, y el modo de cálculo:



A. Superficie sembrada bajo riego

La disponibilidad de un riego oportuno permite reducir los efectos adversos de las heladas, y por ende reduce la fragilidad del cultivo. Este indicador corresponde al porcentaje de superficie agrícola bajo riego en el distrito, respecto al total de superficie agrícola (IV CENAGRO, 2012).

Figura 29. Arequipa: Superficie sembrada bajo riego.



Elaborado por CENEPRED

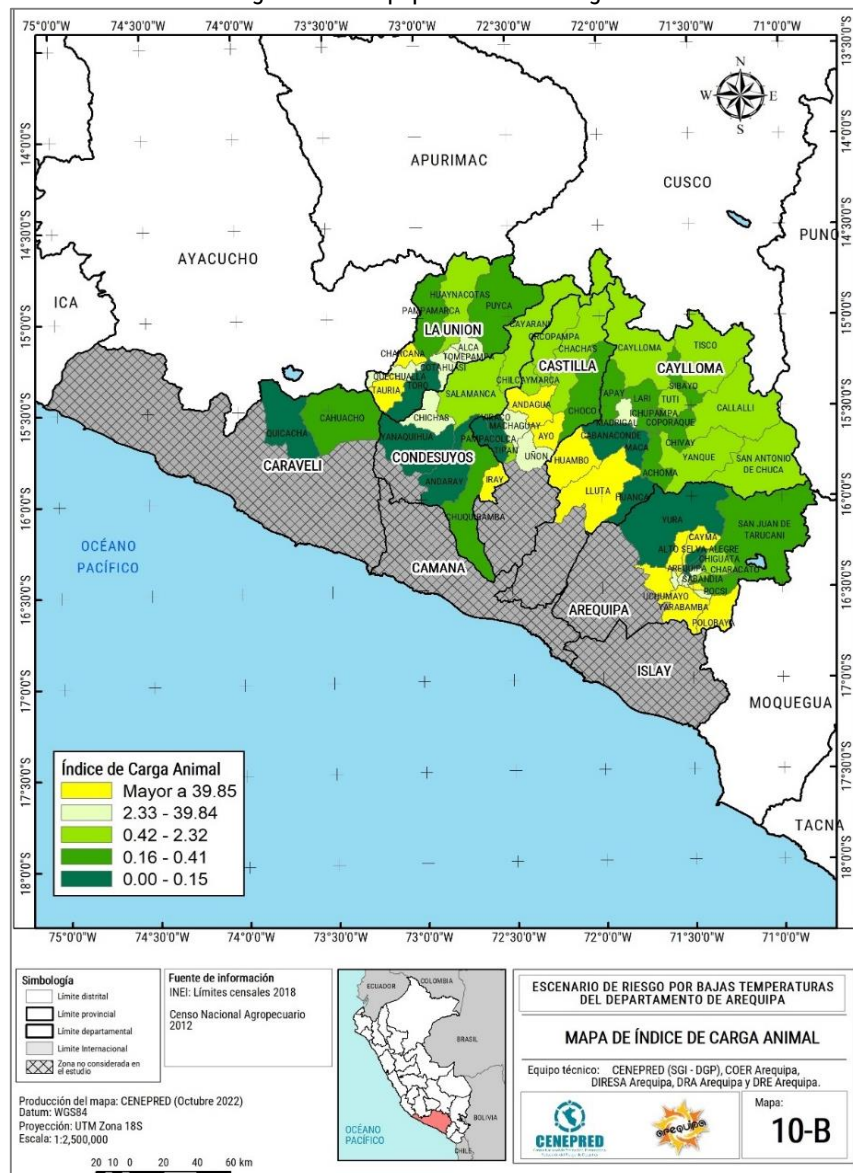
Fuente: DRA Arequipa



B. Índice de carga animal (ICA)

Es el número de alpacas y llamas que soporta la superficie de pastos naturales (recursos forrajeros) en hectáreas, en un determinado distrito, es decir identifica la superficie de pastos naturales donde existe mayor o menor carga animal, permitiendo identificar a los distritos con desarrollo pecuario deficiente relacionado con una densidad de carga animal alta.

Figura 30. Arequipa: Índice de Carga Animal.



Elaborado por CENEPRED

Fuente: DRA Arequipa

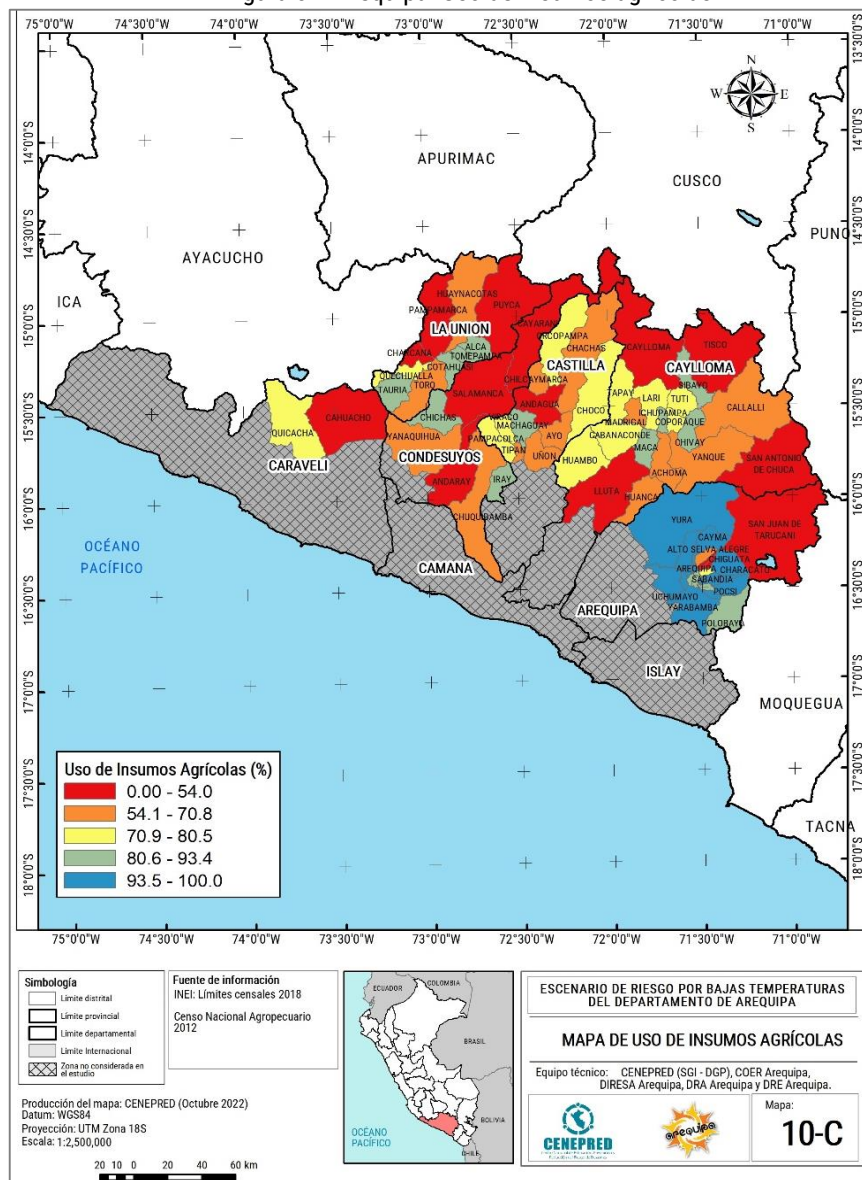
Se puede decir que, donde existe carga animal baja o media la exposición a las heladas sería menor; por el contrario, si existe alta carga animal la exposición sería mayor. Los valores del Índice del Sector Agrario de cada distrito analizado se detallan en el Anexo 01.



C. Uso de insumos agrícolas

Este indicador corresponde al porcentaje de productores que utilizan semillas insumos agrícolas, en relación al total de productores del distrito (Figura 31). Los insumos agrícolas que emplean los productores en el desarrollo de sus cultivos contribuyen con el aporte de nutrientes, así como el control de plagas y tratamiento de enfermedades, utilizando para ello abonos orgánicos, fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas, los mismos que proporcionan mayor tolerancia a los efectos de las bajas temperaturas (y granizadas) reduciendo su fragilidad.

Figura 31. Arequipa: Uso de insumos agrícolas.



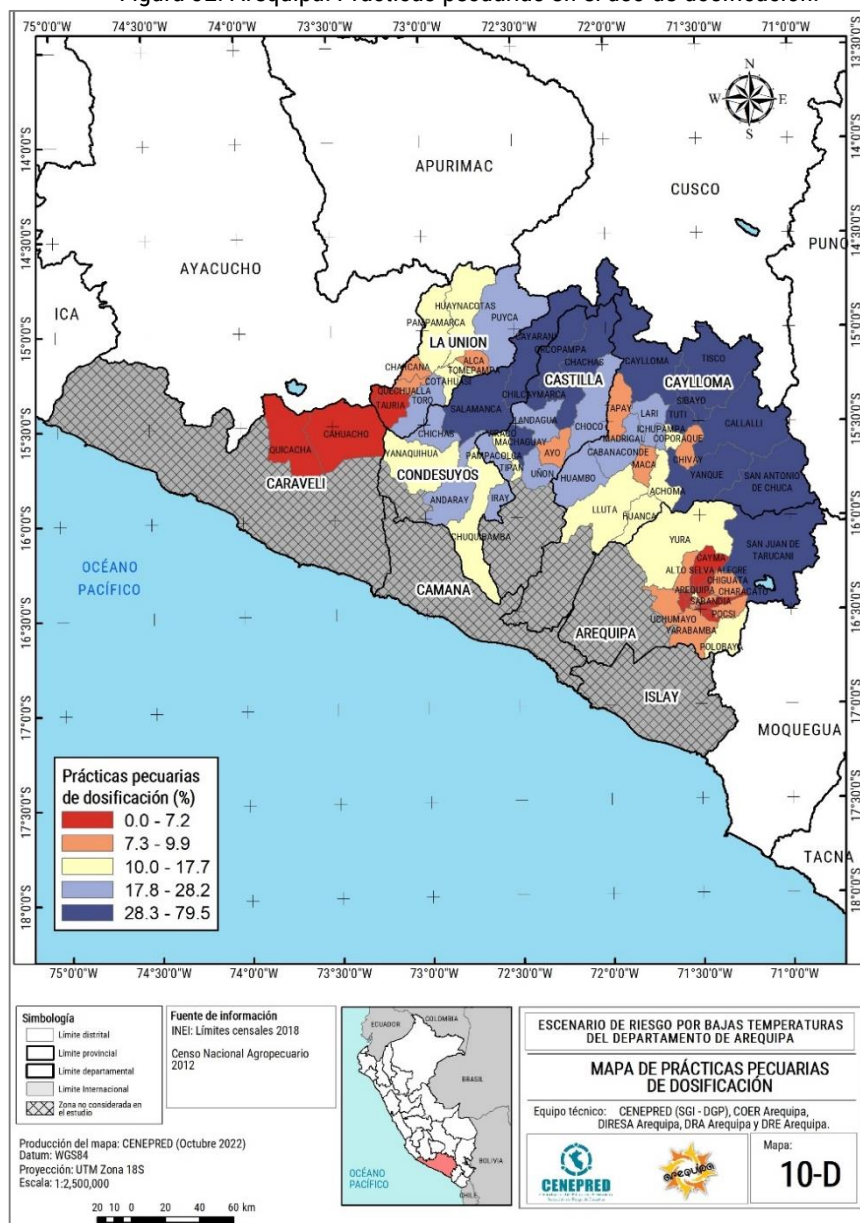
Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRA Arequipa



D. Prácticas pecuarias en el uso de dosificación

Este indicador corresponde al porcentaje de productores que utilizan prácticas pecuarias en el uso de dosificación respecto al total de productores del distrito (Figura 32). Estas buenas prácticas mejoran la condición sanitaria y corporal de los animales, disminuyendo el riesgo en la pérdida del ganado ante los eventos climáticos adversos como las heladas (y nevadas), generando beneficio para el productor.

Figura 32. Arequipa: Prácticas pecuarias en el uso de dosificación.



Elaborado por CENEPRED
Fuente: DRA Arequipa



5.3 Escenarios de riesgo por heladas

Con base en los modelos de susceptibilidad a heladas y de análisis de los elementos expuestos se determinó el escenario de riesgo probabilista que identifica el nivel de riesgo generalizado a nivel distrital para la intervención del Gobierno Regional de Arequipa y sus Direcciones Regionales, mediante acciones multisectoriales en prevención y reducción de riesgos frente a heladas, priorizando los sectores de salud, educación y agrario.

El modelamiento utilizado permitió estimar los niveles de riesgo por heladas para los distritos evaluados, clasificados en cuatro niveles: muy alto, alto, medio y bajo. El nivel de riesgo muy alto representa a los distritos donde existe mayor probabilidad de afectación ante la ocurrencia de heladas.

Tabla 8. Matriz para el cálculo del valor de riesgo.

Susceptibilidad	Valor	Peso	Exposición	Valor	Peso	Rango	Nivel de riesgo
Muy alta	0,4	0,5	Muy alta	0,4	0,50	0.30 - 0.48	Muy alto
Alta	0,3		Alta	0,3		0.18 - 0.29	Alto
Media	0,2		Media	0,2		0.13 - 0.17	Medio
Baja	0,1		Baja	0,1		0.10 - 0.12	Bajo

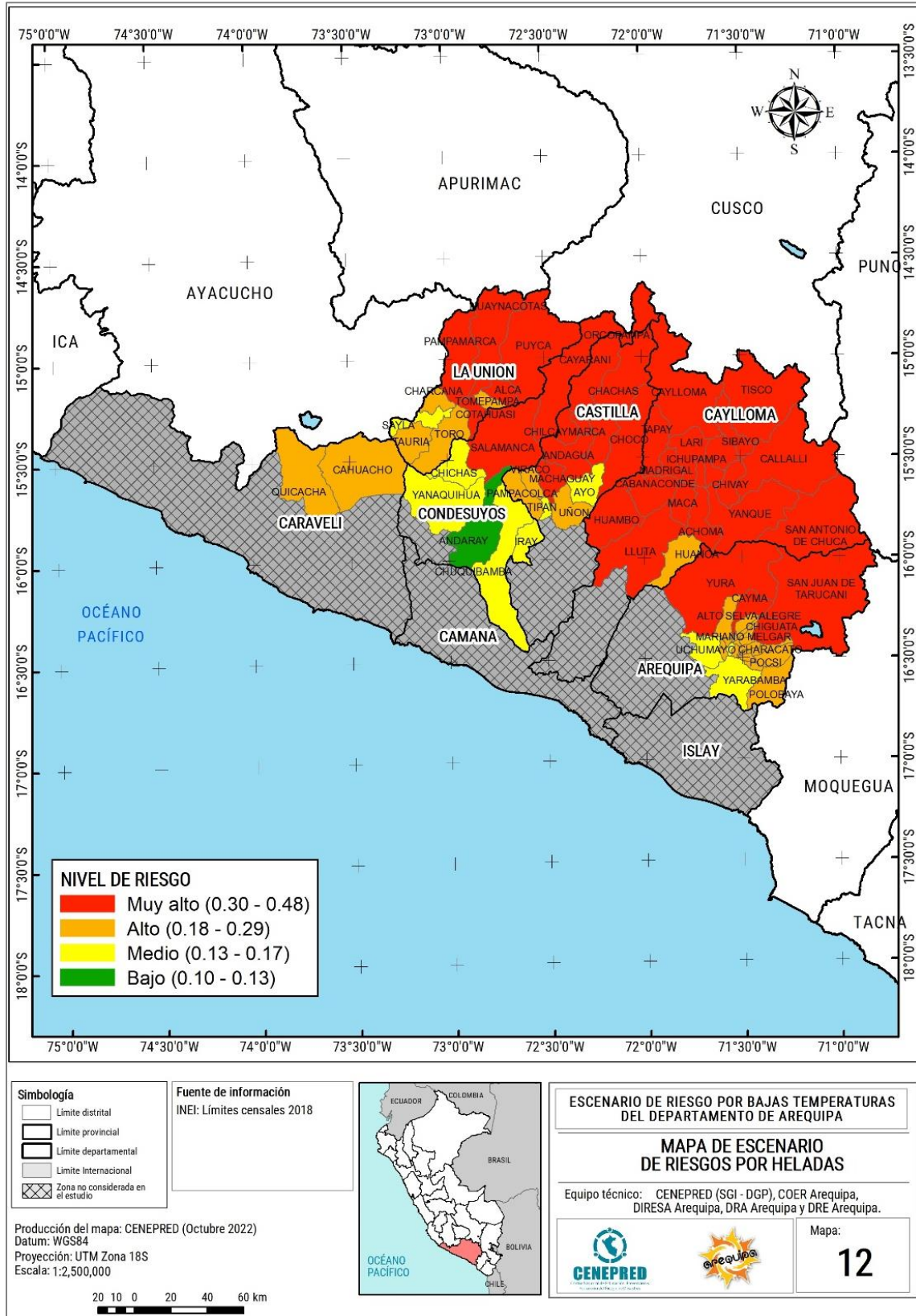
Fuente: CENEPRED

El resultado se representó cartográficamente (mapas) a fin de conocer su distribución sobre el territorio de Arequipa. Asimismo, se cuantificó los elementos expuestos tales como población, vivienda, áreas de cultivos, población pecuaria, establecimientos de salud e instituciones educativas para cada uno de los distritos.

El mapa del escenario de riesgo por heladas del departamento de Arequipa se muestra en la Figura 34, el cual va acompañado del listado de distritos según el nivel de riesgo obtenido y los indicadores de evaluación utilizados, adjunto en el Anexo 1.



Figura 33. Arequipa: Escenario de riesgo por heladas.



Elaborado por CENEPRED



De acuerdo a la Tabla 9, el escenario de riesgo por heladas muestra un total de 35 distritos en riesgo muy alto, distribuidos en las provincias de Arequipa, Castilla, Caylloma, Condesuyos y La Unión; que comprende un total de 190 229 personas; 54 898 viviendas; 102 establecimientos de salud; 351 locales educativos; 179 202 ovinos, 463 344 alpacas, 60 242 vacunos y 1 288 846 hectáreas de pastos naturales.

Tabla 9. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo muy alto, según provincias.

Nivel de riesgo		Muy alto										
Provincia	Cantidad de distritos	Población			Viviendas	Establec. de salud	Locales educativos de servicio público		Superficie de pastos naturales (Ha)	Población pecuaria		
		Total	Menor a 5 años	60 años a más			Total	Nivel Inicial		Ovino	Alpaca	Vacuno
Arequipa	4	129597	11083	14003	38570	43	95	47	161272.5	14190	20874	4252
Castilla	6	12998	1213	1389	3586	12	54	16	125293.9	12860	54764	11110
Caylloma	18	33793	1858	4290	8520	31	120	33	815483.8	127099	312487	28481
Condesuyos	2	3690	250	426	942	5	20	6	82429.9	12635	40015	3996
La Unión	5	10151	928	1616	3280	11	62	15	100366.2	12418	35204	12403
Total	35	190,229	15,332	21,724	54,898	102	351	117	1,284,846	179,202	463,344	60,242

Elaborado por CENEPRED

Según la Tabla 10, se identificó 31 distritos expuestos a un nivel de riesgo alto, ubicados en las provincias de Arequipa, Caravelí, Castilla, Caylloma y La Unión, considerando un total de 851 599 personas; 223 528 viviendas; 409 establecimientos de salud; 533 locales educativos, 112 196 hectáreas de pastos naturales; 20 374 ovinos, 4 687 alpacas y 38 066 vacunos.

Tabla 10. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo alto, según provincias.

Nivel de riesgo		Alto										
Provincia	Cantidad de distritos	Población			Viviendas	Establec. de salud	Locales educativos de servicio público		Superficie de pastos naturales (Ha)	Población pecuaria		
		Total	Menor a 5 años	60 años a más			Total	Nivel Inicial		Ovino	Alpaca	Vacuno
Arequipa	17	842266	64034	107547	220286	392	467	234	7112.3	9243	3916	17252
Caravelí	2	2447	216	360	816	4	21	7	33834.3	3703	1	3177
Castilla	3	3784	255	926	1291	6	19	4	19796.9	2917	152	11216
Caylloma	1	1010	64	295	400	1	8	2	22003.4	1559	15	2241
La Unión	4	2092	178	470	735	6	18	5	29449.3	2952	603	4180
Total	27	851,599	64,747	109,598	223,528	409	533	252	112,196.2	20,374	4,687	38,066

Elaborado por CENEPRED



Por otro lado, en la Tabla 11, se ha identificado 26 distritos en nivel de riesgo medio, distribuidos en las provincias de Arequipa, Castilla, Condesuyos y La Unión con un total de 75 278 personas, 19 036 viviendas, 33 establecimientos de salud, 103 locales educativos, 27 860 hectáreas de pastos naturales; 7 344 ovinos, 312 alpacas y 17 641 vacunos.

Tabla 11. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo medio, según provincias.

Nivel de riesgo		Medio										
Provincia	Cantidad de distritos	Población			Viviendas	Establec. de salud	Locales educativos de servicio público		Superficie de pastos naturales (Ha)	Población pecuaria		
		Total	Menor a 5 años	60 años a más			Total	Nivel Inicial		Ovino	Alpaca	Vacuno
AREQUIPA	3	65532	5238	7893	15769	20	40	21	38.7497	1793	7	5451
CASTILLA	2	674	39	223	285	3	9	3	128.829	391	1	2031
CONDESUYOS	4	8488	662	1446	2755	8	49	14	27656.407	4638	296	9152
LA UNION	2	584	42	152	227	2	5	0	35.9261	522	8	1007
Total	11	75,278	5,981	9,714	19,036	33	103	38	27,859.9	7,344	312	17,641

Elaborado por CENEPRED

Finalmente, se ha identificado 1 distrito en nivel de riesgo bajo, en la provincia de Condesuyos, con un total de 677 personas, 163 viviendas, 1 establecimientos de salud, 6 locales educativos, 45 417 hectáreas de pastos naturales; 828 ovinos, 1 alpaca y 1 082 vacunos.

Tabla 12. Arequipa: Elementos expuestos a riesgo bajo, según provincias.

Nivel de riesgo		Bajo										
Provincia	Cantidad de distritos	Población			Viviendas	Establec. de salud	Locales educativos de servicio público		Superficie de pastos naturales (Ha)	Población pecuaria		
		Total	Menor a 5 años	60 años a más			Total	Nivel Inicial		Ovino	Alpaca	Vacuno
CONDESUYOS	1	677	25	120	163	1	6	1	45417.045	828	1	1082
Total	1	677	25	120	163	1	6	1	45,417.0	828	1	1,082

Elaborado por CENEPRED



6. CONCLUSIONES

- En el departamento de Arequipa, existe un total de 74 distritos expuestos al peligro de heladas, de los cuales 25 distritos se encuentran en nivel de riesgo muy alto, 11 distritos en nivel de riesgo alto, 24 distritos en nivel de riesgo medio y 14 distrito en nivel de riesgo bajo, representando el 34%; 15%; 19% y 32% respectivamente.
- De la información territorial y climatológica correspondiente al mes de julio, se identificó que, las zonas de muy alta susceptibilidad a heladas comprenden los distritos de San Juan de Tarucani, (Provincia de Arequipa); Chachas, Choco, Orcopampa, (Provincia de Castilla); Cabanaconde, Callalli, Caylloma, Chivay, Coporaque, Ichupampa, Lari, Maca, Madrigal, San Antonio de Chuca, Sibayo, Tapay, Tisco, Tuti, Yanque (Provincia de Caylloma); Cayarani, Salamanca, (Provincia de Condesuyos) y Alca, Huaypacotas, Pampamarca, Puyca, (Provincia de La Unión).
- Del escenario de riesgo, los distritos con exposición muy alta a las heladas en el sector salud son Characato, Chiguata, Mollebaya, Quequeña, Sachaca, Yarabamba, Yura (Provincia de Arequipa); Chachas (Provincia de Castilla); Caylloma, Chivay, Tisco, Tuti (Provincia de Caylloma); Cayarani (Provincia de Condesuyos) y Charcana, Puyca, Alca (Provincia de La Unión). Por otra parte, los distritos con exposición muy alta a las heladas en el sector agrario son Mariano Melgar, Miraflores, Mollebaya (Provincia de Arequipa) ; Cahuacho (Provincia de Caraveli); Andagua, Ayo (Provincia de Castilla); Huambo, Lluta (Provincia de Caylloma) y Charcana, Tauria (Provincia de La Unión). Respecto al sector educación, los distritos con nivel de exposición muy alta son Pocsi, Quequeña (Provincia de Arequipa); Choco (Provincia de Castilla); Callalli, Huambo, Huanca, Ichupampa, Lari, Sibayo, Tapay, Tisco, Yanque (Provincia de Caylloma); Iray, Salamanca (Provincia de Condesuyos); Alca, Cotahuasi, Huaynacotas, Pampamarca, Puyca, Quechualla, Sayla, Tauria, Tomepampa, Toro (Provincia de La Unión)



7. RECOMENDACIONES

El presente estudio permitirá al Gobierno Regional de Arequipa, y a sus Direcciones Regionales de Salud, Educación y Agrario, conocer los distritos con mayor riesgo ante la ocurrencia de heladas, y de esta manera poder priorizar su intervención a través de medidas de prevención y reducción de riesgos de desastres, así como de preparación y respuesta frente a las emergencias.

Es importante que los sectores participantes mantengan actualizada la fuente de información de los indicadores de evaluación identificados para obtener resultados más cercanos a la realidad.

Difundir el presente estudio a las entidades relacionadas a la Gestión del Riesgo de Desastres frente a las heladas y de esta manera puedan contar con un instrumento técnico para una toma de decisiones oportuna con una intervención de manera articulada.

8. ANEXOS

Tabla A: Nivel de riesgo por heladas según distritos, indicadores de evaluación y elementos expuestos.

9. BIBLIOGRAFIA:

- BCRP. Caracterización del departamento de Arequipa. 2020.
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/arequipa-caracterizacion.pdf>
- SENAMHI. Atlas de heladas del Perú. 2010.
<https://ideseq.senamhi.gob.pe/portalideseq/files/tematica/atlas/helada/atlasheladas.pdf>
- INEI. IV Censo Nacional Agropecuario 2012
<http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/>
- INEI. Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017 – Arequipa. 2018.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1551/
- INEI. Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), 1993, 2007 y 2017. 2018.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1588/



Av. Del Parque Norte 313 - 319. San Isidro Lima - Perú
Central Telefónica: (051) 2013550

www.cenepred.gob.pe

 CENEPRED

 @CENEPRED

 CENEPRED

 CENEPRED PERU

 CENEPRED PERU