



**CENEPRED**

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

**ESCENARIOS DE RIESGO ANTE LA  
TEMPORADA DE LLUVIAS 2018 – 2019**

**(PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN PARA EL  
PERIODO ABRIL - JUNIO 2019)**

**ABRIL 2019**

## **1. INTRODUCCIÓN**

La temporada de lluvias o periodo lluvioso en nuestro país se desarrolla entre los meses de setiembre a mayo, presentándose la mayor cantidad de precipitaciones durante los meses de verano (diciembre a marzo). La intensidad de las lluvias estará sujeta al comportamiento del océano y la atmosfera en sus diferentes escalas, ocasionando cantidades superiores o inferiores a sus valores normales, pudiendo presentar situaciones extremas en un determinado espacio y tiempo.

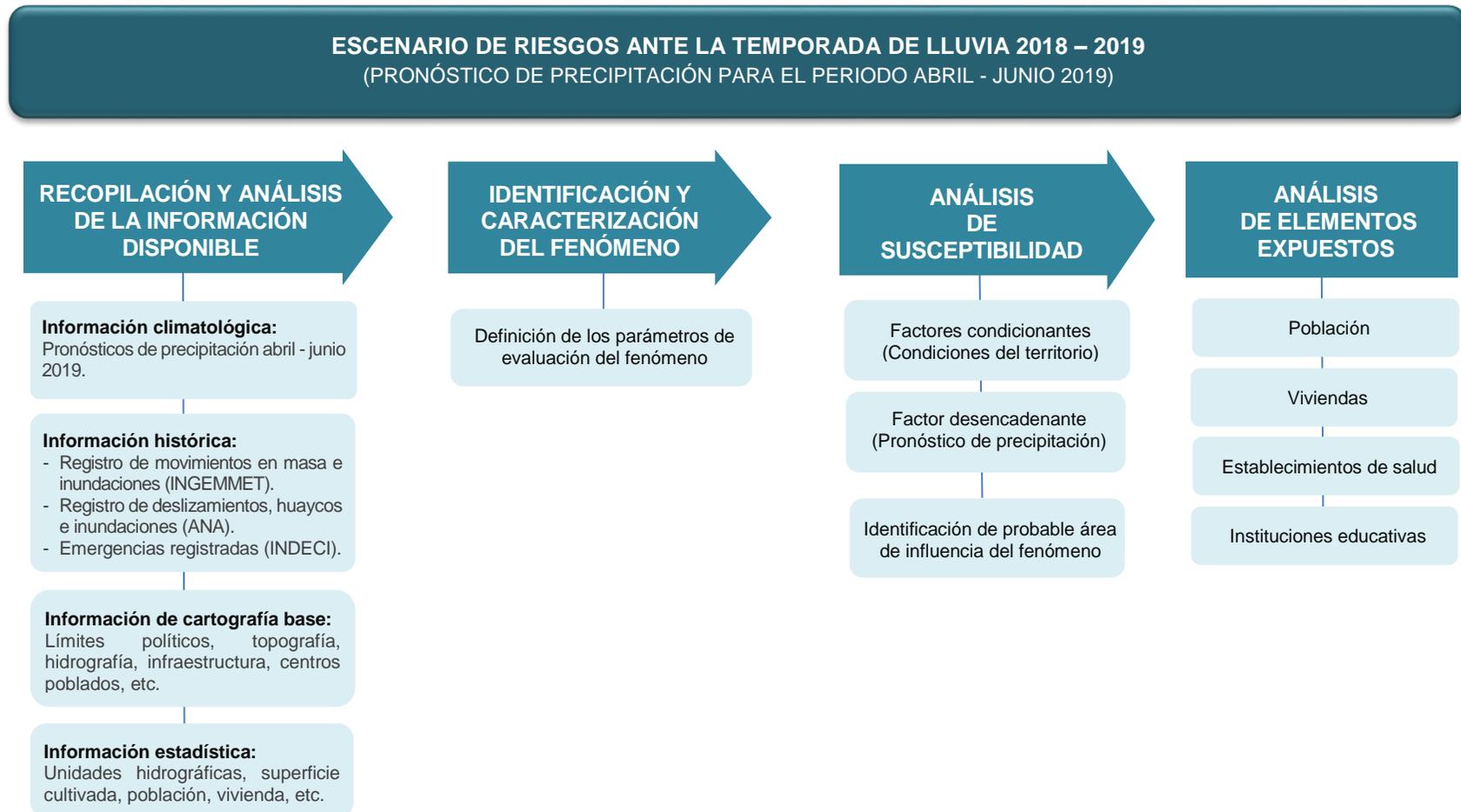
El SENAMHI, en el pronóstico de lluvias para el trimestre de abril a junio 2019 elaborado por el SENAMHI, prevé ámbitos con lluvias superiores a sus condiciones normales, lo que podría desencadenar eventos como inundaciones, deslizamientos, huaycos, u otros tipos de movimiento en masa, razón por la cual, surge la necesidad de elaborar el presente escenario de riesgo a fin de identificar aquellos distritos que presentarían situaciones de muy alto riesgo en el ámbito nacional.

El resultado obtenido muestra una aproximación al nivel de riesgo existente en cada distrito, a fin de que las autoridades regionales y/o locales puedan determinar las acciones correspondientes a la gestión prospectiva, correctiva y reactiva que permita proteger a la población expuesta.

## **2. OBJETIVO**

Zonificar el riesgo por movimientos en masa en el ámbito nacional, de acuerdo a lo previsto en el pronóstico de precipitación del trimestre abril - junio 2019.

### 3. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESCENARIO DE RIESGO



Fuente: CENEPRED

## 4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL FENÓMENO

### 4.1. Comportamiento de las lluvias durante la temporada de lluvias 2018 - 2019.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, entre sus publicaciones mensuales denominada “Boletín Climatológico Nacional<sup>1</sup>” describe el comportamiento de las lluvias en forma mensual a través de anomalías, así como el pronóstico de lluvias para el trimestre en curso.

#### **Anomalías de precipitación durante el periodo setiembre 2018 – marzo 2019<sup>2</sup>**

Las Figuras del 1 al 6, muestran la distribución de las anomalías mensuales de precipitación a nivel nacional, registradas en las estaciones del SENAMHI, de setiembre 2018 a febrero 2019. Las estaciones que registraron lluvias que superaron su valor normal en el mes (anomalías positivas) están representados con el color verde, y aquellas que registraron deficiencias (lluvias que no alcanzaron su valor normal) con color amarillo. Las estaciones que muestran un comportamiento normal de las lluvias están simbolizadas con color blanco.

La Figura 1, muestra la distribución de las lluvias durante el mes de setiembre (inicio del periodo lluvioso), aquí se observa superávit de lluvias no mayor al 90% en las zonas altas de Piura, Cajamarca y La Libertad; y de forma dispersa en la sierra central y Cusco. En la selva norte, las lluvias registradas fueron de moderada a fuerte intensidad. En tanto, en la sierra sur (Ayacucho, Arequipa, Tacna, Moquegua y Puno), norte (Lambayeque) y centro (Ancash, Lima, Junín y Huancavelica) las lluvias fueron deficientes hasta 90% respecto a su normal.

En octubre, se registró superávit de lluvias en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, entre los ámbitos de Huánuco, Pasco, Junín, Cusco y Puno. Además, se identificó un comportamiento similar en localidades de Cajamarca, Lambayeque, Lima, Huancavelica y Tacna. Respecto a las deficiencias de lluvias, destacan los registros de la sierra de Piura, La Libertad y Lambayeque, y en la zona alta de Arequipa (Figura 2).

---

<sup>1</sup> Boletín Climático Nacional: Setiembre 2018, Octubre 2018, noviembre 2018, Diciembre 2018, Enero 2019 y Febrero 2019.

<sup>2</sup> Los datos observados de precipitación de marzo 2019 corresponden a los boletines semanales emitidos por el SENAMHI.

Enlace web de los boletines: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=boletines>

Durante noviembre, la influencia de flujos húmedos de la Amazonia hacia la región Andina incentivó la ocurrencia de lluvias en la sierra norte (Piura, Lambayeque y La Libertad) y en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes (San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco y parte de Puno). En contraste, la deficiencia de lluvias se presentó en la sección occidental de la sierra centro y sur, específicamente en Lima, Arequipa, Moquegua y Tacna (Figura 3).

Diciembre mostró condiciones secas, predominantes en el territorio nacional, registrándose mayor déficit de lluvias en la zona occidental. Por tal motivo, regiones como Piura, Cajamarca, Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna; evidenciaron deficiencias por debajo del -60% de su normal y las localidades ubicadas entre Puno, Cusco, Huánuco y San Martín, presentaron déficit hasta -40%. Por el contrario, en zonas de la selva norte (Loreto), selva central (Pasco) y costa norte (Tumbes y Lambayeque), se registraron lluvias por encima de lo normal, con excesos que superaron el 70% respecto a su normal (Figura 4).

En enero, persisten los vientos con niveles altos desde el oeste, principalmente sobre la región norte, estos se caracterizaron por su deficiente transporte de humedad hacia la cuenca amazónica; por consiguiente, no se generaron las condiciones óptimas para la ocurrencia de lluvias sobre este ámbito, llegándose a reportar deficiencias de hasta -81%. Sin embargo, entre el 15 y el 31 de enero del presente, se fortalecieron los flujos de humedad sobre la sierra central y sur, lo cual incentivó la ocurrencia de episodios lluviosos inusuales con acumulados de hasta 34,3 mm/día en localidades como Caravelí (costa de Arequipa) y de 12 mm/día sobre Calana (costa de Tacna), convirtiéndose en los nuevos récords históricos del mes de enero de los últimos 30 años (Figura 5).

El mes de febrero inicio con precipitaciones intensas en la costa sur, reportando nuevos récords diarios. Entre los mecanismos que incentivaron este evento fue el ingreso anómalo de flujos de vientos del norte de niveles bajos hacia la costa sur, y el aporte de humedad de flujos del este, que sumado al continuo debilitamiento de Anticiclón del Pacífico Sur y a la característica escarpada de la topografía de esta región, permitió la formación de nubes de tormenta localizadas, y finalmente la ocurrencia de lluvias. A finales del mes, las lluvias se concentraron en el tercio norte del País, registrando acumulados de hasta 107,2 mm/día en Chulucanas (Piura) y 80,5 mm/día en Papayal (Tumbes); esto debido a que en este periodo se observó la predominancia de los flujos de vientos del oeste en alta atmósfera (12 000 msnm) hacia la línea ecuatorial, el aporte de humedad de la Amazonía

hacia la vertiente occidental y el debilitamiento de los flujos de vientos del sureste. Dicho comportamiento, anudado a las condiciones cálidas anómalas frente al litoral (Comunicado Oficial ENFEN N° 04-2019), influenciaron la ocurrencia de lluvias intensas sobre la región. Adicionalmente, en estas mismas fechas se presentó episodios lluviosos importantes en la parte media y alta de las cuencas de la sierra central (particularmente la cuenca del Rímac), debido principalmente a las altas concentraciones de humedad e inestabilidad atmosférica influenciado por el sistema de Alta de Bolivia (Figura 6).

Figura 1. Anomalía de precipitación - Setiembre 2018

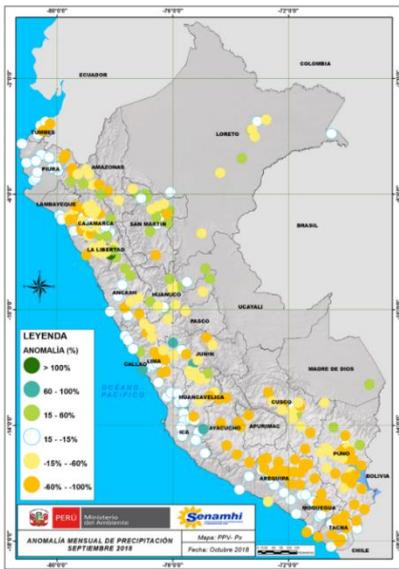


Figura 2. Anomalía de precipitación - Octubre 2018

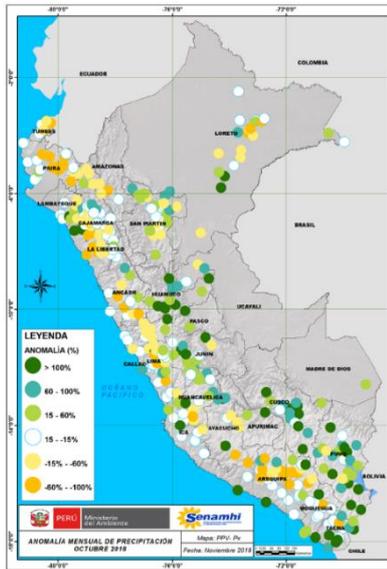


Figura 3. Anomalía de precipitación - Noviembre 2018

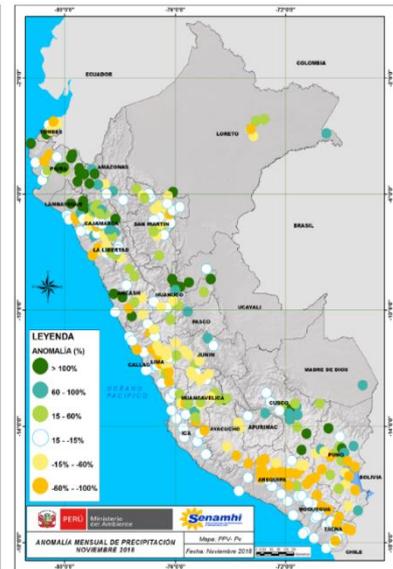


Figura 4. Anomalía de precipitación - Diciembre 2018

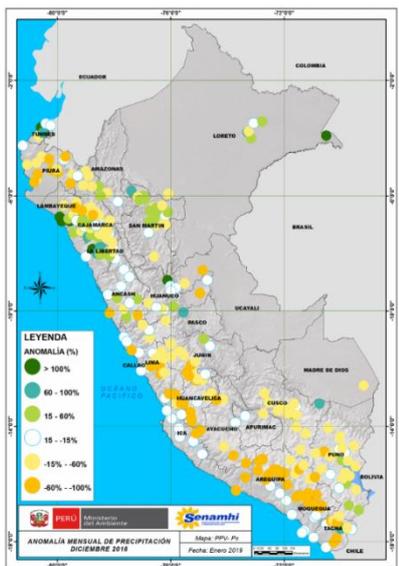


Figura 5. Anomalía de precipitación - Enero 2019

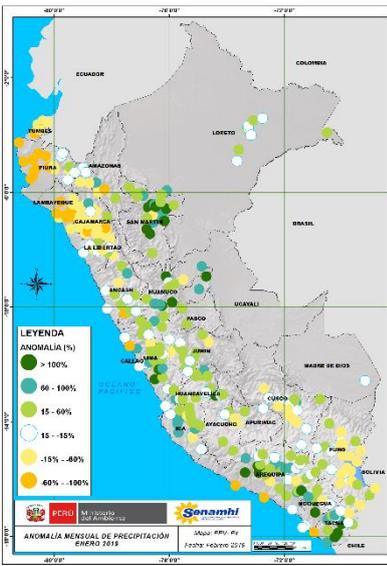
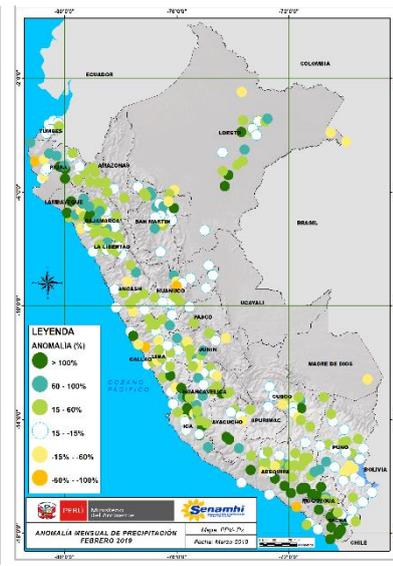


Figura 6. Anomalía de precipitación - Febrero 2019



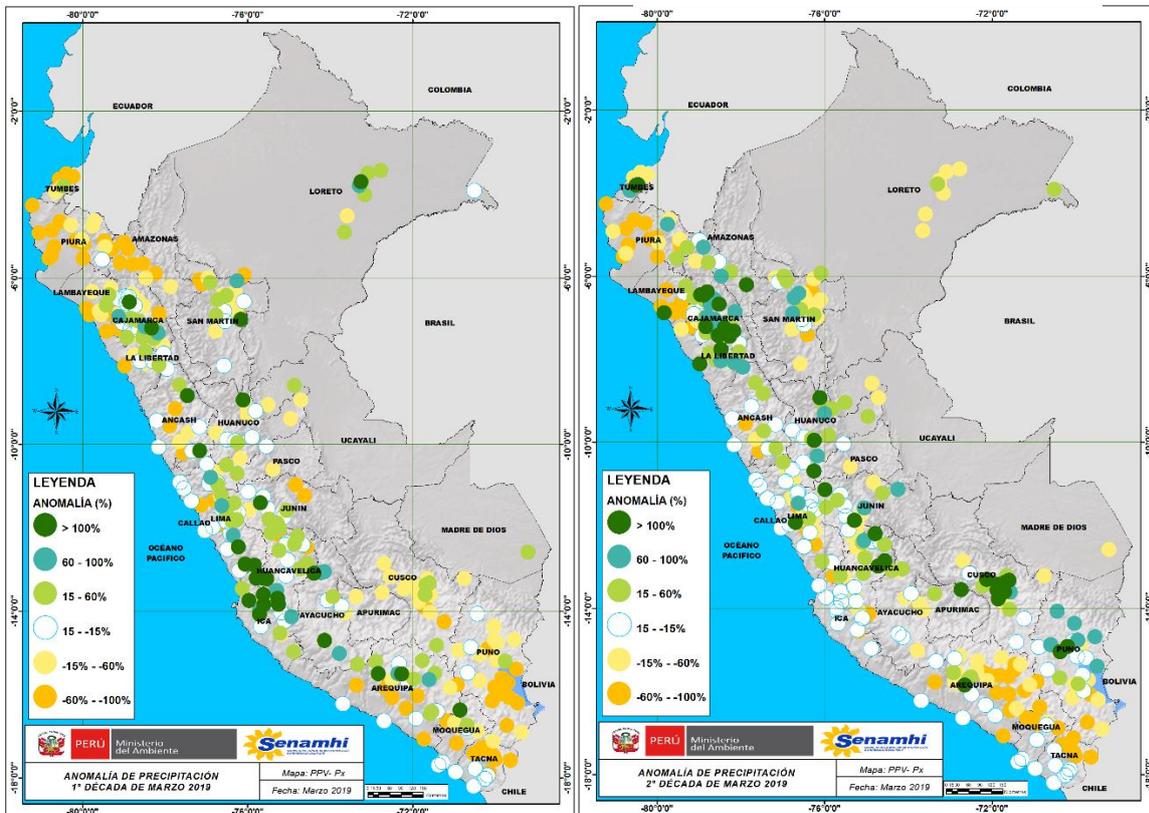
Fuente: SENAMHI

En el mes de marzo, durante los primeros diez días, se registró superávit de lluvias en la sierra central occidental, alcanzando anomalías por encima del 60% respecto a su normal, principalmente en la parte alta de Ica y el sur de Lima. En el norte, predominó el déficit de lluvias, a excepción de Tumbes, que presentó lluvias que superaron sus valores promedio entre el 15% a 60%. Este mismo comportamiento se registró en la sierra sur, en Moquegua, Tacna y Puno. La costa centro y sur presentaron lluvias dentro de lo normal; mientras que, en la selva, los registros estuvieron por encima de sus promedios (Figura 7).

Para el segundo decadiario de marzo, las lluvias incrementaron considerablemente en la sierra norte; del mismo modo que en la costa norte, pero de manera local (Tumbes, Lambayeque y La Libertad). En la sierra central occidental se observó una distribución usual; sin embargo, en la sierra central oriental se registró un incremento de intensidad de estas. En la sierra sur occidental predominó el déficit de lluvias; caso contrario de lo observado en la parte oriental, donde los registros mostraron un incremento de estas hasta un 100% por encima de su normal. En el caso de la selva, los valores muestran deficiencias de precipitación (Figura 8).

Figura 7. Anomalía de precipitación  
Primer Decadiario – Marzo 2019

Figura 8. Anomalía de precipitación  
Segundo Decadiario – Marzo 2019

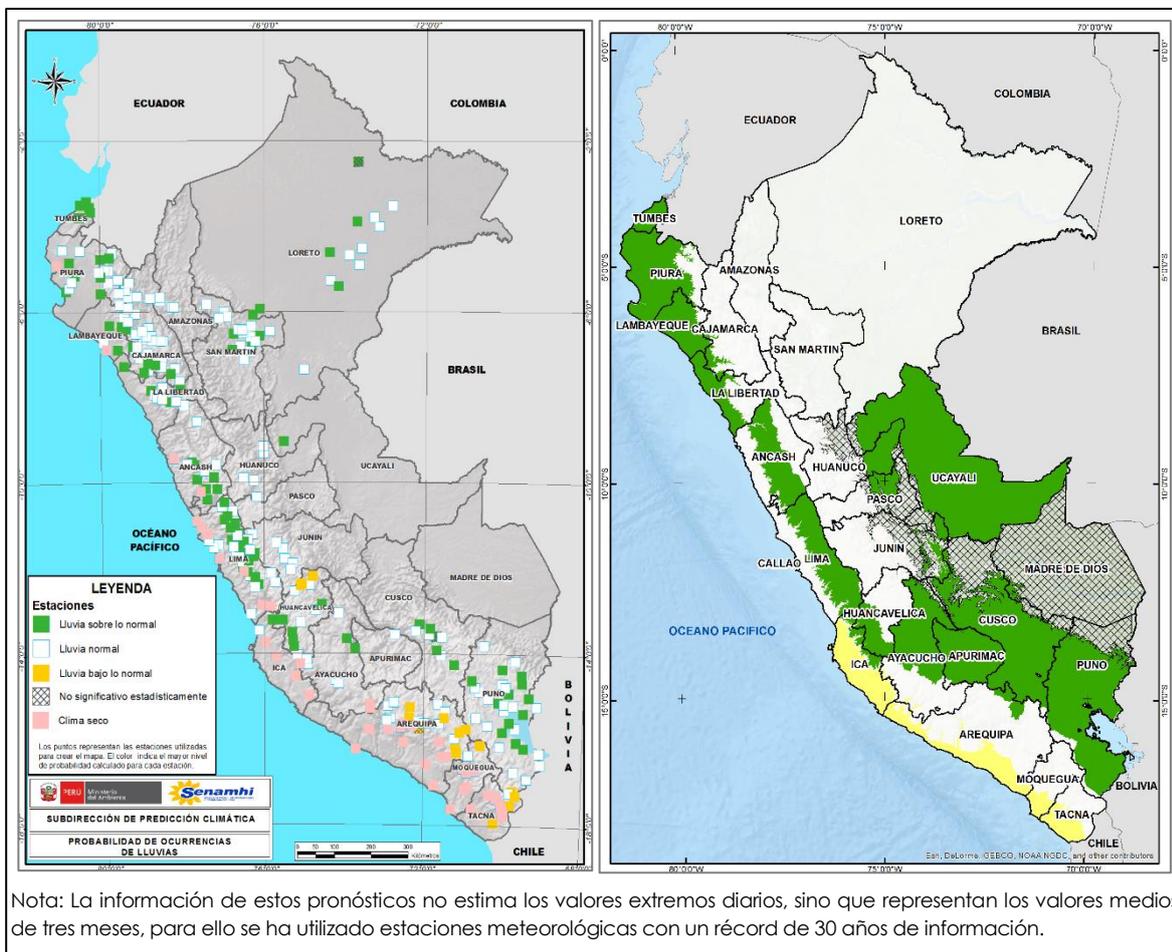


Fuente: SENAMHI

### Perspectivas de precipitación para el periodo abril - junio 2019

La Figura 9, muestra la distribución de estaciones meteorológicas en el ámbito nacional, según la probabilidad de lluvias para el periodo de abril - junio 2019<sup>3</sup>. Con base a esta información, se delimitó las zonas donde se prevé lluvias superiores a sus valores normales (color verde) y lluvias en condiciones normales (color blanco). El pronóstico estacional para el presente trimestre indica que las lluvias continuarán oscilando entre valores próximos por encima de su normal en gran parte del país, pero inferiores a los valores acumulados en el verano. Existe una alta probabilidad de presentar lluvias superiores al promedio en la costa norte, sierra centro occidental, sierra sur oriental y selva central baja.

Figura 9. Probabilidad de ocurrencia de lluvias (%) para el trimestre abril - junio 2019



Nota: La información de estos pronósticos no estima los valores extremos diarios, sino que representan los valores medios de tres meses, para ello se ha utilizado estaciones meteorológicas con un récord de 30 años de información.

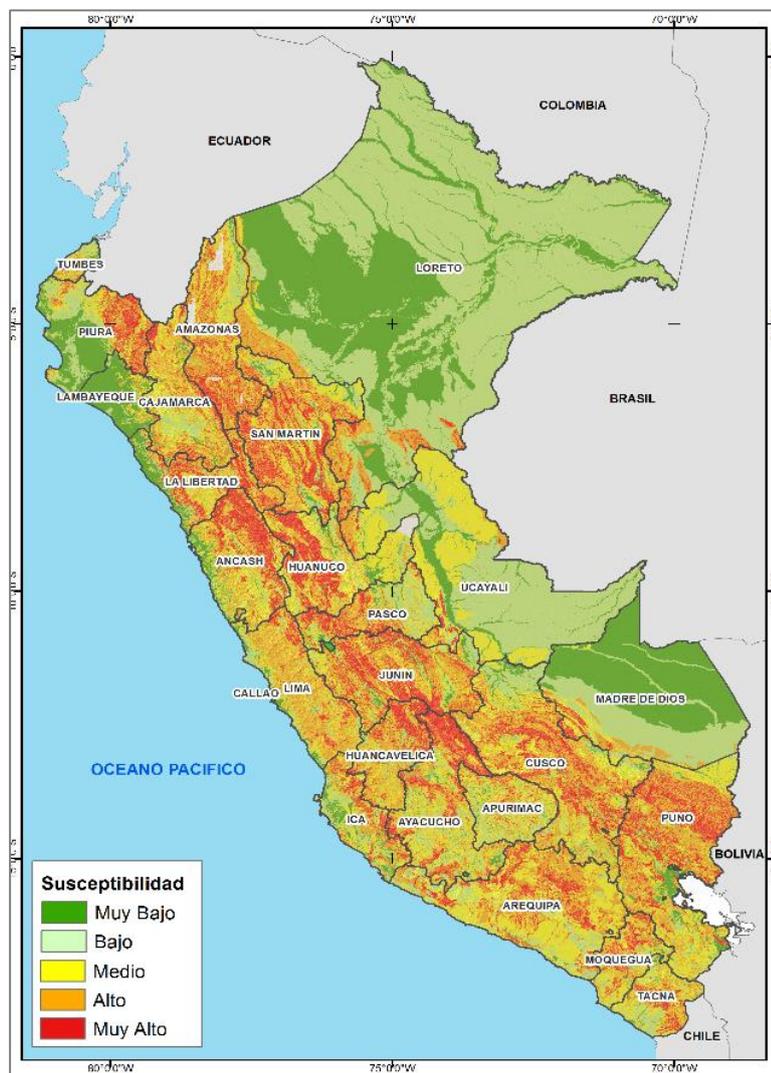
Fuente: SENAMHI / Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

<sup>3</sup> Informe Técnico N°06-2019/SENAMHI-DMA-SPC. Febrero 2019.

## 5. ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD

Para la identificación de los ámbitos con mayor predisposición a la ocurrencia de huaycos, deslizamientos, caída de rocas u otro tipo de movimientos en masa, es necesario conocer las características físicas del territorio. Para ello se contó con el Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa a nivel regional, elaborado por el INGEMMET, basado en los factores condicionantes del territorio tales como pendiente, geomorfología, litología, hidrogeología y cobertura vegetal (Ver Figura 10)

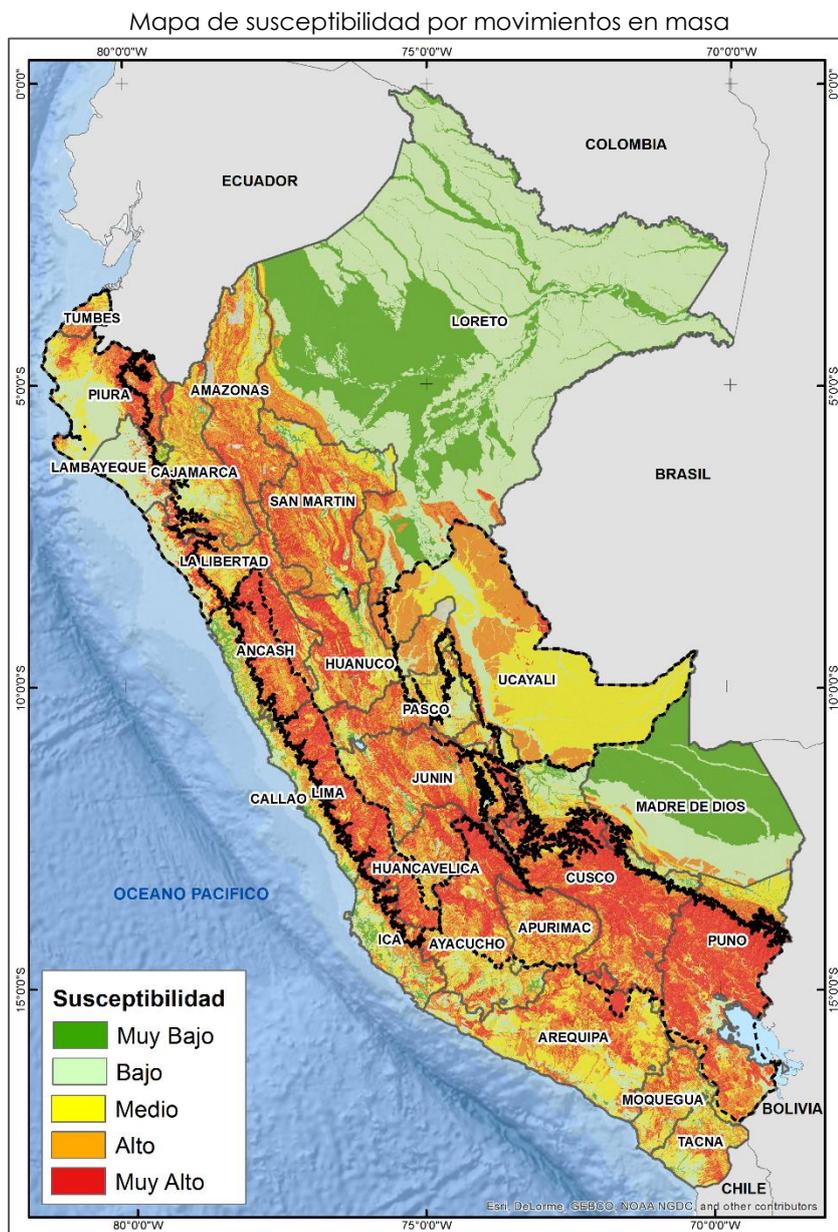
Figura 10. Mapa de Susceptibilidad por Movimientos a nivel regional



Fuente: INGEMMET

Cabe destacar que los mapas de susceptibilidad por movimientos en masa, si bien identifican áreas donde se pueden generar potencialmente tales eventos, en ellos no figura la totalidad de zonas a ser afectadas, ni predicen cuando ocurrirán los procesos analizados (Ayala-Carcedo y Olcinas 2002).

La presencia de lluvias por encima de sus promedios en ciertas zonas del país, anunciaría la posibilidad de que puedan ser de mayor intensidad (factor desencadenante), pudiendo generar eventos de movimientos en masa que traerían consigo situaciones de riesgo a la población y a sus medios de vida, razón por la cual, el presente escenario focaliza el análisis en las áreas donde se prevé lluvias superiores a su normal. No obstante, debido a la variabilidad de las lluvias, no se descarta la presencia de estas en zonas donde se estimó condiciones normales o déficit. El producto de ambos factores (condicionantes y desencadenante), ha dado como resultado el incremento en un nivel de susceptibilidad a movimientos en masa en aquellas zonas donde se prevé lluvias que puedan superar sus promedios. Estas zonas se encuentran delimitadas de color negro en la Figura 11.



Fuente: CENEPRED.

Una vez obtenido los niveles de susceptibilidad ante las condiciones de lluvias previstas para el trimestre abril - junio 2019, se generalizó el resultado según el ámbito jurisdiccional de cada distrito, basado en la superficie (área en Km<sup>2</sup>) ocupada por las diferentes condiciones que presenta el territorio a la ocurrencia de movimientos en masa. El cálculo de áreas se realizó a través del SIG, tomando como base los límites censales al 2017 del INEI.

El resultado de este análisis se contrastó con el inventario nacional de eventos de movimientos en masa elaborado por INGEMMET hasta diciembre del 2013. Los niveles de susceptibilidad por distrito se encuentran representado en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Niveles de susceptibilidad a movimientos en masa a nivel distrital

Nivel de susceptibilidad	Descripción	Valor	Peso	Ocurrencia de movimientos en masa	Valor	Peso	Valor de susceptibilidad
<b>Muy Alto</b>	Distritos que presentan la mayor superficie de su territorio con condiciones muy favorables a generar movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.503	0.70	De 23 a 569 eventos registrados	0.494	0.30	0.500
<b>Alto</b>	Distritos que presentan la mayor superficie de su territorio con condiciones favorables a generar movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.260	0.70	De 12 a 22 eventos registrados	0.250	0.30	0.257
<b>Medio</b>	Distritos que presentan la mayor superficie de su territorio donde no existe la certeza que no ocurran movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.134	0.70	De 6 a 12 eventos registrados	0.142	0.30	0.137
<b>Bajo</b>	Distritos que tienen la mayor superficie de su territorio con pocas condiciones para originar movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.068	0.70	De 2 a 5 eventos registrados	0.076	0.30	0.070
<b>Muy Bajo</b>	Distritos que tienen la mayor superficie de su territorio donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.035	0.70	No mayor a un evento registrado	0.038	0.30	0.036

Elaborado por: CENEPRED

## 6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

### 6.1 Categorización de los niveles de exposición

El valor de exposición socioeconómico (considerando que la unidad mínima de análisis es el distrito) se obtuvo mediante el análisis con sistemas de información geográfica (SIG), con la finalidad de poder representarlo cartográficamente.

Se estimó el valor de importancia (ponderación) de cada uno de los parámetros mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (método de Saaty). Posteriormente, se determinó para cada parámetro los respectivos descriptores, representados por sus quintiles, estimándose también para estos una ponderación mediante el mismo método. Este procedimiento se muestra en la Tabla 2, dando como resultado el valor de exposición para cada distrito.

**Tabla 2:** Matriz de ponderación utilizada para la evaluación de los niveles de exposición.

Descriptor	Parámetros de evaluación										Rango	Nivel de exposición
	Incidencia de pobreza	Valor	Peso	Tasa de Desnutrición Crónica	Valor	Peso	Tasa de Analfabetismo	Valor	Peso	Valor de exposición		
D5	Mayor a 63.8%	0.459	0.608	34.2% a 61.7%	0.416	0.272	20.8% a 45.5%	0.432	0.120	0.444	0.262 < R =< 0.444	<b>Muy Alto</b>
D4	50.7% a 63.7%	0.259	0.608	26.0% a 34.1%	0.262	0.272	14.1% a 20.7%	0.283	0.120	0.262	0.153 < R =< 0.262	<b>Alto</b>
D3	36.3% a 50.6%	0.150	0.608	19% a 25.9%	0.161	0.272	9.6% a 14.0%	0.152	0.120	0.153	0.089 < R =< 0.153	<b>Medio</b>
D2	21.8% a 36.2%	0.085	0.608	9.1% a 18.9%	0.099	0.272	5.4% a 9.5%	0.086	0.120	0.089	0.051 < R =< 0.089	<b>Bajo</b>
D1	Menor a 21.8%	0.047	0.608	Menor a 9.1%	0.062	0.272	Menor a 5.4%	0.048	0.120	0.051		

Fuente: CENEPRED

Una vez identificado los niveles de susceptibilidad a movimientos en masa y los niveles de exposición de la población, a nivel distrital, se procede a la conjunción de ambos factores, tal como se muestra en la Tabla 3.

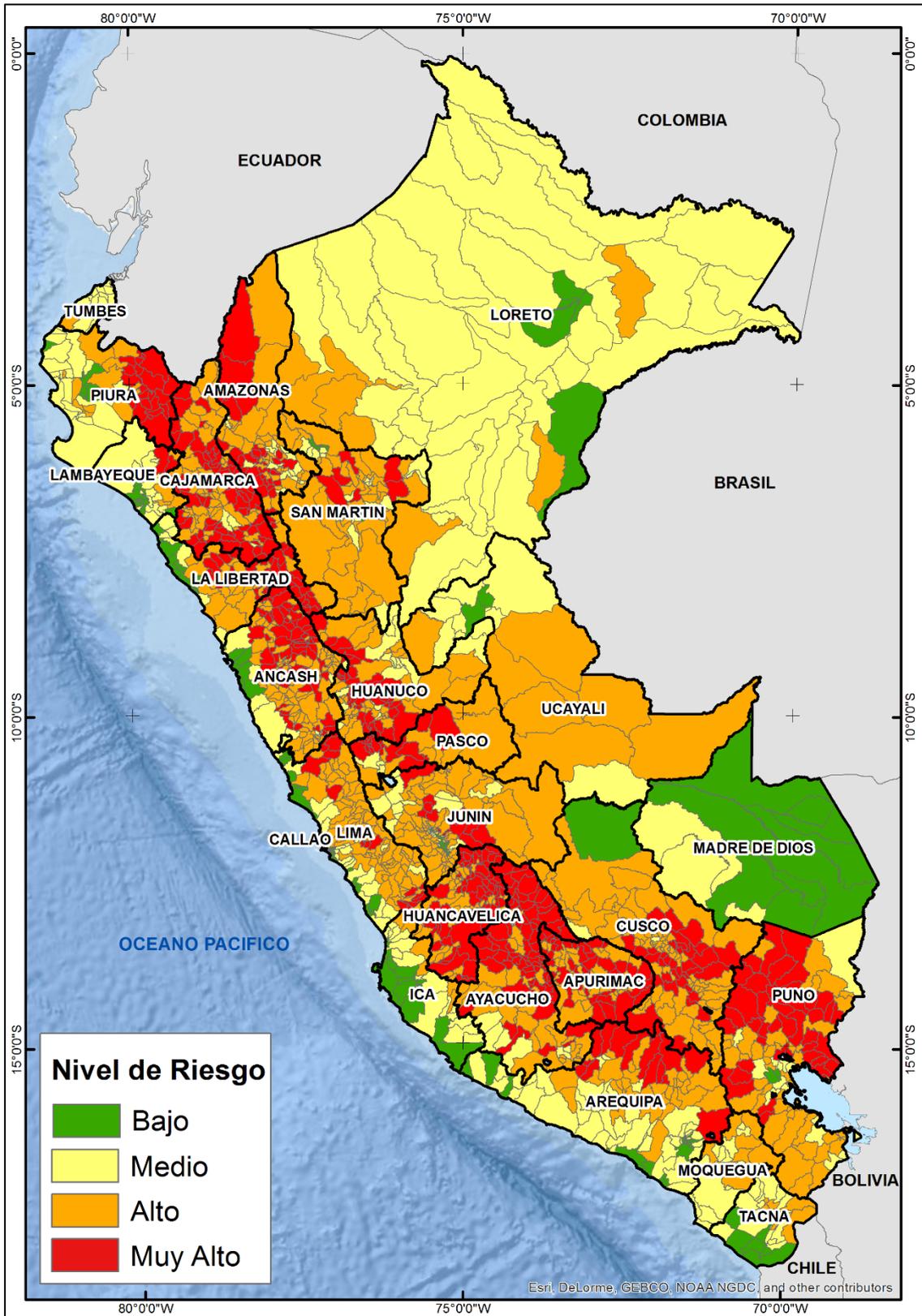
**Tabla 3:** Matriz de evaluación de los niveles de riesgo

Factor de Susceptibilidad	Factor de Exposición	Valor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Rango
0.500	0.444	0.222	<b>Muy Alto</b>	0.067 < R =< 0.222
0.257	0.262	0.067	<b>Alto</b>	0.021 < R =< 0.067
0.137	0.153	0.021	<b>Medio</b>	0.006 < R =< 0.021
0.070	0.089	0.006	<b>Bajo</b>	R =< 0.006
0.036	0.051	0.002		

Elaborado por: CENEPRED

Los niveles de riesgo por distritos se encuentran representados en la, y detallados en la Tabla 4 y Anexo.

Escenario de riesgo por movimientos en masa ante el pronóstico de precipitación para el periodo Abril - junio 2019



Elaborado por: CENEPRED

**Tabla 4.** Número de distritos y la población expuesta según su nivel de riesgo identificado

Nivel de Riesgo		Muy Alto					Alto					Medio					Bajo				
		Elementos expuestos																			
Departamento		Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas
1	AMAZONAS	29	104,477	28,009	193	859	40	201,096	55,582	245	1,097	15	73,811	18,816	84	180					
2	ANCASH	60	212,629	61,316	180	1,257	90	372,704	100,215	237	1,360	9	246,318	61,425	52	396	7	251,868	72,943	39	321
3	APURIMAC	41	143,745	44,978	216	1,120	42	260,781	75,161	206	1,035	1	1,233	409	1	6					
4	AREQUIPA	14	19,994	6,116	35	148	33	56,378	18,400	51	273	41	866,864	242,485	185	1,470	21	439,494	114,387	148	939
5	AYACUCHO	73	283,649	87,350	268	1,919	36	197,766	53,916	120	862	9	106,289	25,788	37	234	1	28,472	6,290	6	40
6	CAJAMARCA	70	528,987	155,520	430	3,483	54	544,471	156,865	506	2,818	3	267,554	63,838	68	537					
7	CALLAO											1	315,600	79,693	33	324	6	678,894	165,127	122	686
8	CUSCO	35	205,464	60,837	90	1,038	73	919,791	241,746	302	2,288	3	73,303	19,821	57	168	1	6,969	1,168	0	65
9	HUANCAVELICA	59	221,924	65,630	326	1,922	41	125,715	37,366	126	666										
10	HUANUCO	34	195,404	55,645	140	1,028	36	251,378	67,694	116	1,060	14	274,265	66,474	73	608					
11	ICA						7	15,560	4,629	18	71	16	322,585	84,717	75	514	20	512,620	132,333	95	664
12	JUNIN	14	43,252	13,236	74	422	66	692,301	180,535	355	2,589	25	328,815	85,610	114	754	19	181,670	44,694	38	342
13	LA LIBERTAD	35	195,339	51,521	118	905	25	375,131	96,904	154	1,104	9	401,188	100,783	55	490	14	806,422	192,654	161	986
14	LAMBAYEQUE	2	26,453	6,945	22	175	4	46,632	13,038	23	139	17	329,411	82,278	95	692	15	794,764	187,708	137	903
15	LIMA	16	17,587	5,811	30	153	84	1,884,666	470,209	362	2,194	30	2,927,500	718,773	393	3,087	41	4,655,652	1,223,254	886	4,889
16	LORETO						7	55,195	11,862	53	556	41	412,830	89,668	298	2,756	5	415,485	87,996	102	611
17	MADRE DE DIOS											3	12,332	3,755	24	69	8	128,738	35,626	98	314
18	MOQUEGUA						7	18,026	6,740	31	141	13	156,837	49,717	58	290					
19	PASCO	15	80,228	20,908	138	537	11	151,027	37,668	121	635	3	22,810	5,362	18	60					
20	PIURA	22	260,269	70,713	177	1,603	13	273,337	73,409	116	752	22	622,368	159,048	142	980	8	700,835	166,102	174	845
21	PUNO	41	247,981	88,376	155	1,424	49	506,621	174,322	246	1,849	18	126,906	50,848	72	570	2	291,189	73,125	31	409
22	SAN MARTIN	6	45,262	11,210	40	256	43	472,486	122,383	298	1,525	23	277,571	72,304	123	517	5	18,062	4,893	13	48
23	TACNA						6	7,238	2,204	16	55	16	73,602	21,967	35	151	6	248,492	73,374	54	335
24	TUMBES						1	6,336	1,584	3	16	12	218,527	59,318	74	404					
25	UCAYALI						7	96,444	23,580	84	700	8	280,015	65,303	112	555	2	120,000	28,893	53	226
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>566</b>	<b>2,832,644</b>	<b>834,121</b>	<b>2,632</b>	<b>18,249</b>	<b>775</b>	<b>7,531,080</b>	<b>2,026,012</b>	<b>3,789</b>	<b>23,785</b>	<b>352</b>	<b>8,738,534</b>	<b>2,228,200</b>	<b>2,278</b>	<b>15,812</b>	<b>181</b>	<b>10,279,626</b>	<b>2,610,567</b>	<b>2,157</b>	<b>12,623</b>

Fuente: CENEPRED, elaborado con la información del INEI, MINSA y MINEDU

INEI: Cálculo de población y vivienda según Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda / MINSA: Base RENIPRESS, Marzo 2019 / MINEDU: ESCALE, Marzo 2019.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ El modelo utilizado permitió estimar el nivel de riesgo por movimientos en masa (huaycos, deslizamientos, derrumbes, entre otros) para cada uno de los distritos del país. De un total de 1,874 distritos a nivel nacional, 566 distritos obtuvieron riesgo muy alto; y 775 nivel de riesgo alto.
- ✓ Los distritos con nivel de riesgo muy alto comprenden una población expuesta de 2'832,644 habitantes, 834,121 viviendas, 2,632 establecimientos de salud y 18,249 instituciones educativas.
- ✓ Los distritos con nivel de riesgo alto comprenden una población expuesta de 7,531,080 habitantes, 2'026,012 viviendas, 3,789 establecimientos de salud y 23,785 instituciones educativas.

San Isidro, 08 de abril de 2019.

*El CENEPRED actualizará esta información de acuerdo a los pronósticos trimestrales elaborados por del SENAMHI. El resultado de esta información se encuentra disponible para su descarga en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGRID <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/> y a través de la página web del CENEPRED <https://cenepred.gob.pe/web/escenario-riesgos/>*

## **ANEXO**

NIVEL DE RIESGO SEGÚN DISTRITOS, POBLACIÓN EXPUESTA Y  
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN