FOTO: MINAM

04 ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS IMPACTOS

El ambiente comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o antropogénico que, en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas y la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y el patrimonio cultural asociado a ellos, entre otros[61].

Al respecto, Calles (2013) define el estado y el impacto de la siguiente manera:

> *Estado:* se refiere a la condición del medio ambiente como resultado de la presión; por ejemplo, el nivel de contaminación atmosférica, erosión del suelo o deforestación. La información sobre el estado del medio ambiente responde a la pregunta: ¿Qué le está sucediendo al medio ambiente?
>
> *Impacto:* es el efecto producido por el estado del medio ambiente en aspectos como la calidad de vida y la salud humana, el mismo medio ambiente, el ambiente construido y la economía urbana local. Por ejemplo, el aumento en la erosión del suelo tendrá una o más consecuencias: disminución en la producción de alimento, aumento en su importación, incremento en el empleo de fertilizantes y desnutrición. La información sobre el impacto responde a la pregunta: ¿Cuáles son las consecuencias para el ambiente y la humanidad?

La medición de los impactos sobre el bienestar humano y los servicios de los ecosistemas causados por el cambio en el estado del medio ambiente es clave para identificar las respuestas políticas adecuadas.

[61] Ley n.° 28611, Ley General del Ambiente

4.1. Análisis de los componentes del ambiente

En el proceso en curso de actualización de la Política Nacional del Ambiente al 2030 (MINAM, 2020b), se identificó como problema público la *Disminución de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas que afectan el desarrollo de las personas y la sostenibilidad ambiental*, por lo que el análisis del estado del ambiente y sus impactos se desarrolla en correspondencia con las causas directas: (I) pérdida de la diversidad biológica, cuyas causas indirectas identificadas se centran en deforestación y degradación de bosques y otros ecosistemas, actividades ilegales e informales de aprovechamiento de la diversidad biológica (genes y especies), introducción de especies exóticas e invasoras y OVM y escasa eficiencia de los incentivos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, y (II) deterioro de la calidad ambiental, cuyas causas indirectas son las altas emisiones de gases contaminantes, los altos vertimientos de aguas residuales, la inadecuada gestión de residuos sólidos, el incumplimiento de las obligaciones ambientales, la inadecuada gestión de sustancias químicas y los pasivos ambientales con limitada atención.

4.1.1. Aire y atmósfera

4.1.1.1. Calidad del aire

Mediante Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM del 22 de junio del año 2001 (hoy derogada), se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (ECA). En esa misma norma se establecieron trece zonas de atención prioritaria (ZAP)[62]: Arequipa, Cerro de Pasco, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima-Callao, Pisco, Piura y Trujillo, de los cuales se derivaron los GESTA Zonales de aire (Grupo de Estudio Técnico Ambiental) encargados de la elaboración del Plan de Acción para la Mejora de la Calidad del Aire, orientados a atender la problemática relacionada con dicha ZAP.

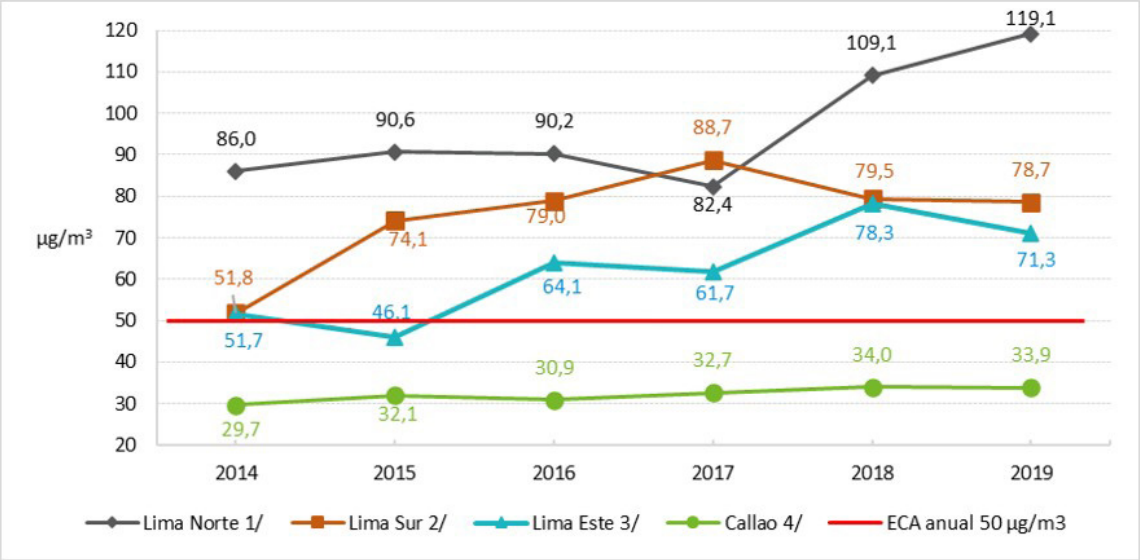
Mediante Resolución Ministerial n.° 339-2012-MINAM, se establecieron dieciocho nuevas zonas de atención prioritaria (ZAP) en el ámbito geográfico de las provincias de Abancay, Utcubamba, Cajamarca, Chachapoyas Huamanga, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Ica, San Román, Mariscal Nieto, Moyobamba, Tarapoto, Tumbes, Coronel Portillo, Tambopata, Puno y Tacna, para el diseño e implementación de planes de acción adicionales para la mejora de la calidad del aire, como consecuencia de ello, a la fecha se cuenta con un total de 31 ZAP en el país.

La Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (Digesa), en el marco de sus competencias establecidas, ejecuta las acciones de vigilancia, supervigilancia y fiscalización, en materia de salud ambiental e inocuidad alimentaria, en ese sentido, realiza la vigilancia sanitaria de la calidad del aire en Lima Metropolitana y Callao, a través de la red de monitoreo establecida en siete estaciones ubicadas en las zonas de Lima Norte, Lima Sur, Lima Este, Lima Cercado y Callao, midiendo los siguientes parámetros asociado a la contaminación del aire: material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10}), material particulado menor a 2,5 micrómetros ($PM_{2,5}$), dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2).

La calidad del aire en el Perú adquiere especial importancia debido a la creciente industrialización, la migración de la población hacia los centros urbanos, el crecimiento del parque automotor y su escasa renovación, el uso de combustibles fósiles, entre otras actividades generadoras de emisiones que se desarrollan en el país. Sin embargo, durante el periodo comprendido entre los años 2014 y 2019, se ha registrado una tendencia decreciente de los niveles de material particulado PM_{10}, tal como se aprecia en el siguiente gráfico.

[62] Las ZAP son aquellos centros poblados que cuentan con actividades económicas que planteen real o potencial afectación en la calidad del aire, que posean actividad vehicular ambientalmente relevante, o que cuenten con una dinámica urbana que implique un potencial incremento de emisiones atmosféricas. Decreto Supremo n.° 003-2017-MINAM.

Gráfico 4.0. **Concentración del material particulado PM_{10} en Lima Metropolitana y el Callao, 2014-2019**

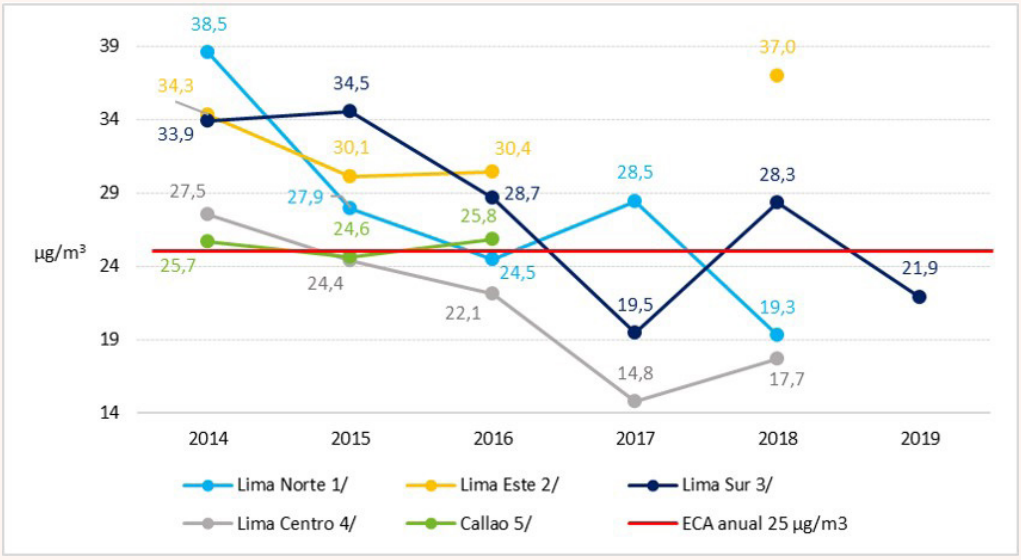


Nota: Valor estándar de calidad ambiental anual de 50,0 ug/m³, establecido en el Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM y Decreto Supremo n.° 003-2017-MINAM.
a/ El promedio anual reportado se considera de modo referencial, por no cumplir con el criterio de suficiencia de datos establecido en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, según Resolución Directoral n.° 1404/2005/DIGESA.
b/ A partir de agosto de 2016 la estación fue trasladada al centro materno infantil Laura Rodríguez.
1/ La estación de monitoreo para los años 2011 al 2016 fue el centro de salud Santa Luzmila, Av. Guillermo La Fuente, cuadra 3, Comas. A partir de agosto del año 2016 la estación es el centro materno infantil Laura Rodríguez.
2/ Estación de monitoreo: Hospital María Auxiliadora, Av. Miguel Iglesias 968, San Juan de Miraflores.
3/ Estación de monitoreo: Hospital Hipólito Unanue, Av. César Vallejo cuadra 13, El Agustino.
4/ Estación de monitoreo: Dirección de Salud I Callao, Jr. Colina 879, Bellavista-Callao.
Fuente: Minsa. (s.f.).

FOTO: MINAM

Asimismo, en lo concerniente al parámetro $PM_{2,5}$, durante el periodo 2014-2019, se registraron concentraciones decrecientes en la mayoría de las estaciones de monitoreo, como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico 4.1. **Concentración del material particulado $PM_{2,5}$ en Lima Metropolitana y el Callao, 2014-2019**

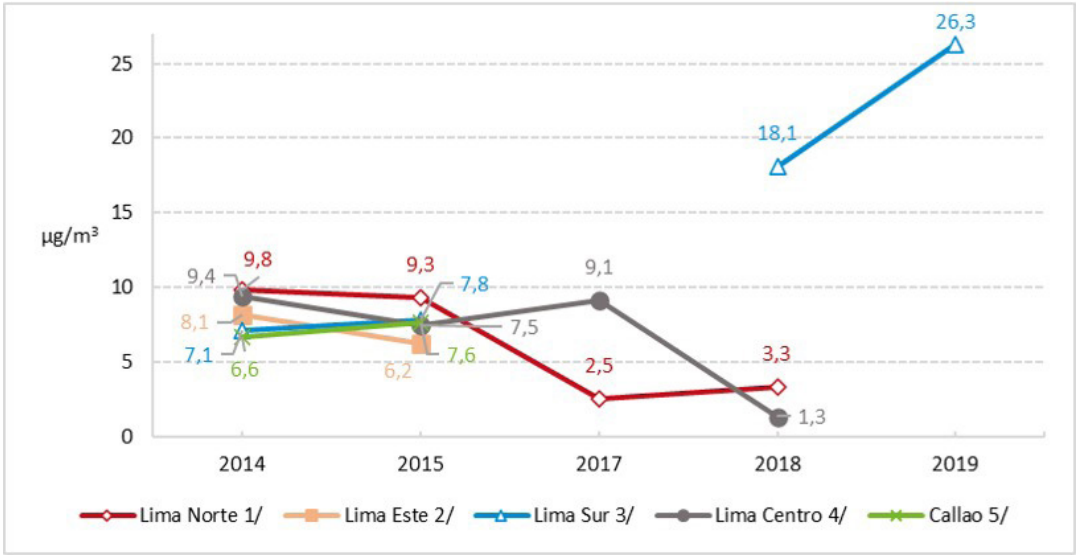


Nota: 1/ La estación de monitoreo para los años 2011 al 2016 fue el centro de salud Santa Luzmila, Av. Guillermo La Fuente, cuadra 3, Comas. A partir de agosto del año 2016 la estación es el centro materno infantil Laura Rodríguez.
2/ Estación de monitoreo: Hospital Hipólito Unanue, Av. César Vallejo cuadra 13, El Agustino.
3/ Estación de monitoreo: Hospital María Auxiliadora, Av. Miguel Iglesias 968, San Juan de Miraflores; Av. Surco 190-Santiago de Surco.
4/ Estación de monitoreo: Congreso de la República; Jr. Manuel Candamo-Lince.
5/ Estación de monitoreo: Dirección de Salud I Callao, Jr. Colina 879, Bellavista-Callao.

Fuente: Minsa. (s.f.).

Con relación al dióxido de azufre (SO_2), según los resultados correspondientes al periodo 2014-2019, los registros fueron intermitentes, mostrando en su mayoría una tendencia decreciente, según se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico 4.2. **Concentración de dióxido de azufre (SO_2) en Lima Metropolitana y el Callao, 2014-2019**

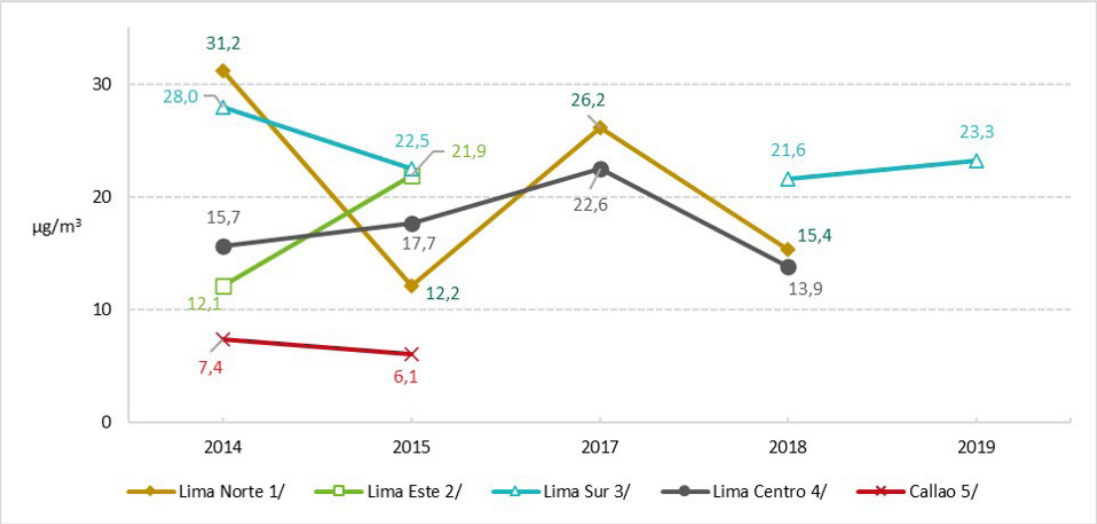


Nota: 1/ La estación de monitoreo para los años 2011 al 2016 fue el centro de salud Santa Luzmila, Av. Guillermo La Fuente, cuadra 3, Comas. A partir de agosto del año 2016 la estación es el centro materno infantil Laura Rodríguez.
2/ Estación de monitoreo: Hospital Hipólito Unanue, Av. César Vallejo cuadra 13, El Agustino.
3/ Estación de monitoreo: Hospital María Auxiliadora, Av. Miguel Iglesias 968, San Juan de Miraflores; Av. Surco 190-Santiago de Surco.
4/ Estación de monitoreo: Congreso de la República; Jr. Manuel Candamo-Lince.
5/ Estación de monitoreo: Dirección de Salud I Callao, Jr. Colina 879, Bellavista-Callao.

Fuente: Minsa. (s.f.).

En el caso del parámetro dióxido de nitrógeno (NO_2), cabe mencionar que los resultados obtenidos en las estaciones de monitoreo de la Digesa muestran en su mayoría una tendencia decreciente, como se muestra en el gráfico 4.3.

Gráfico 4.3. **Concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en Lima Metropolitana y el Callao, 2014-2019**



Nota: 1/ La estación de monitoreo para los años 2011 al 2016 fue el centro de salud Santa Luzmila, Av. Guillermo La Fuente, cuadra 3, Comas. A partir de agosto del año 2016 la estación es el centro materno infantil Laura Rodríguez.
2/ Estación de monitoreo: Hospital Hipólito Unanue, Av. César Vallejo cuadra 13, El Agustino.
3/ Estación de monitoreo: Hospital María Auxiliadora, Av. Miguel Iglesias 968, San Juan de Miraflores; Av. Surco 190-Santiago de Surco.
4/ Estación de monitoreo: Congreso de la República; Jr. Manuel Candamo-Lince.
5/ Estación de monitoreo: Dirección de Salud I Callao, Jr. Colina 879, Bellavista-Callao.
No se cuenta con información de 2016.
Estación Lima Centro para los años 2014-2015 corresponde al promedio
Estación Lima Sur para los años 2018-2019 corresponde al promedio

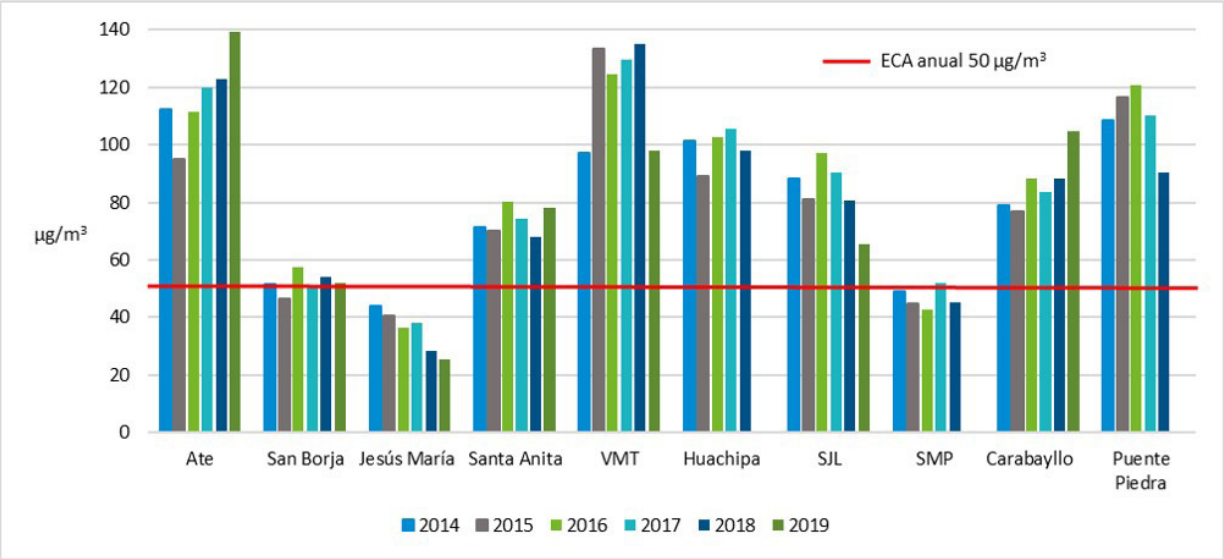
Fuente: Minsa. (s.f.)

Por su parte, en 2015 el Senamhi instaló cinco estaciones automáticas de monitoreo de la calidad del aire: en San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica (Santa María de Huachipa), San Martín de Porres, Puente Piedra y Carabayllo. Al respecto, resulta importante indicar que, a partir de ese año, tanto estas nuevas estaciones como las implementadas en 2010 (Campo de Marte, Santa Anita, Ate, San Borja y Villa María del Triunfo) monitorean material particulado (PM_{10}), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), material particulado ($PM_{2,5}$) y monóxido de carbono (CO)[63], a diferencia de años anteriores.

De acuerdo con los reportes emitidos por dichas estaciones de la Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire del área Metropolitana de Lima y Callao, las concentraciones de material particulado PM_{10} registran una tendencia decreciente para los distritos de Jesús María, San Martín y Santa Anita, mientras que, en el caso de los distritos de Ate, Carabayllo, Huachipa, Puente Piedra, San Borja, San Juan de Lurigancho y Villa María del Triunfo, estas presentan una tendencia creciente.

[63] En el análisis de la información generada en las estaciones de monitoreo no se está considerando al monóxido de carbono debido a que la información histórica con la que se cuenta es escasa y no permite analizar la tendencia de este parámetro.

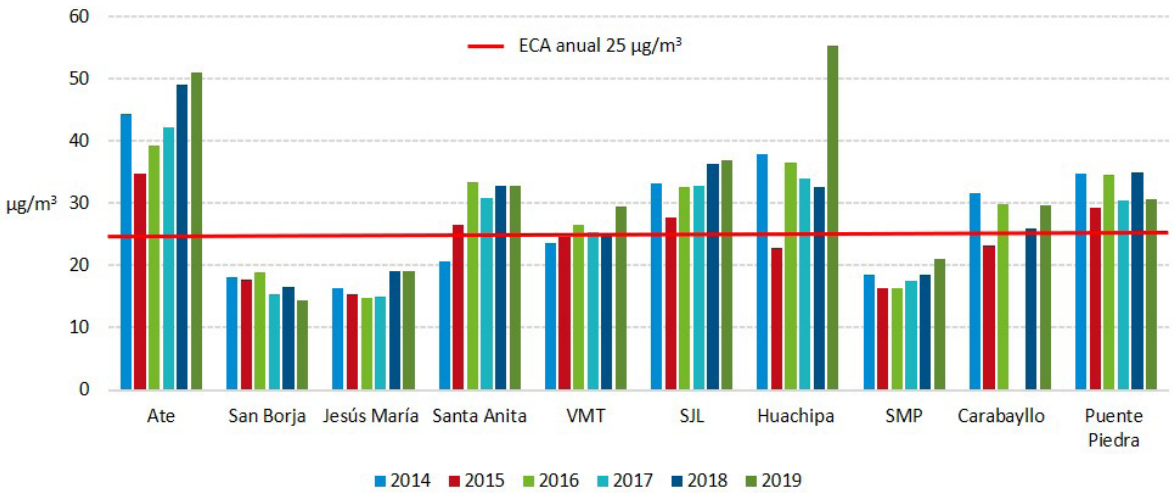
Gráfico 4.4. **Concentración del material particulado PM_{10} en Lima Metropolitana, 2014-2019**



Nota: Elaborado a partir de promedios anuales.
Fuente: Senamhi. (s.f.)

En lo concerniente al parámetro $PM_{2,5}$, entre 2014 y 2019, se registraron concentraciones decrecientes en la mayoría de las estaciones de monitoreo, tales como Ate, Carabayllo, Huachipa, Jesús María, San Borja, San Martín, Puente Piedra, San Juan de Lurigancho y Villa María del Triunfo. El único distrito que evidencia una tendencia creciente es Santa Anita, según se muestra en el gráfico 4.5.

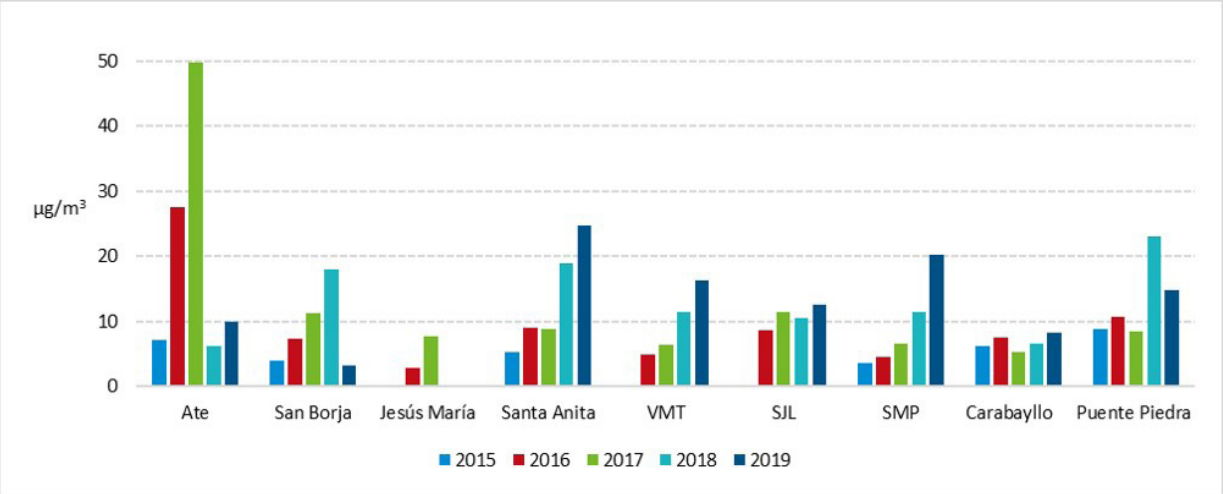
Gráfico 4.5. **Concentración del material particulado $PM_{2,5}$ en Lima Metropolitana, 2014-2019**



Nota: Elaborado a partir de promedios anuales.
Fuente: Senamhi. (s.f.).

Con relación al parámetro dióxido de azufre (SO_2), entre los años 2015 y 2019 no se ha registrado de manera permanente información en las diferentes estaciones ubicadas en Lima Metropolitana. De los registros obtenidos respecto del parámetro mencionado, se observa que este presenta una tendencia decreciente en el distrito Villa María del Triunfo. Sin embargo, en los distritos de Ate, Huachipa, Jesús María, San Borja, San Juan de Lurigancho y Santa Anita se advierte una tendencia creciente, tal como se muestra en el gráfico.

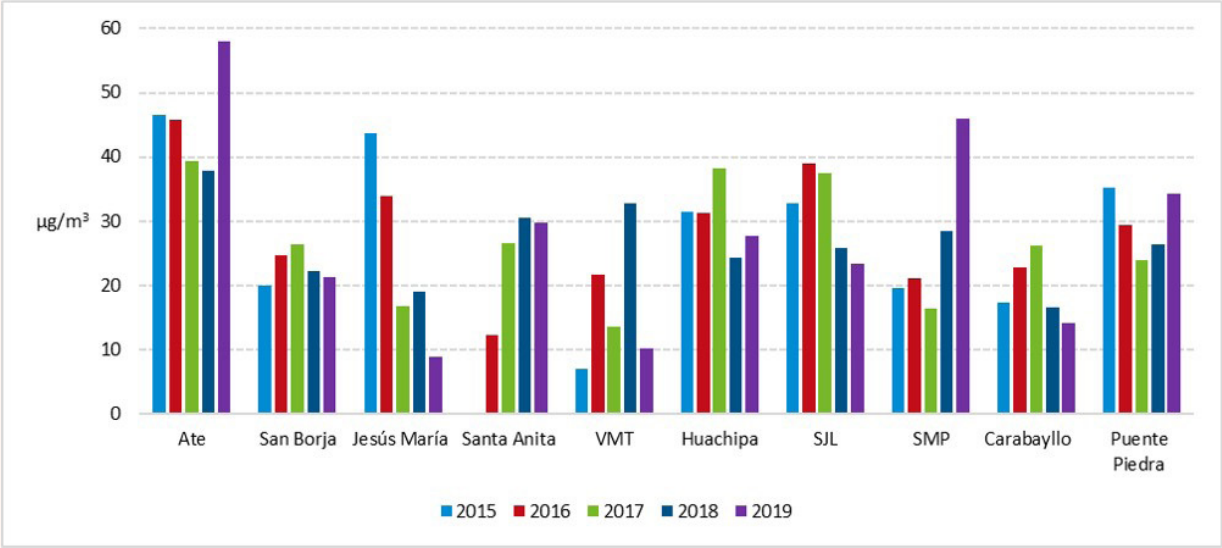
Gráfico 4.6. **Concentración de dióxido de azufre (SO_2) en Lima Metropolitana, 2015-2019**



Nota: Elaborado a partir de promedios anuales.
Fuente: Senamhi. (s.f.).

En el caso del dióxido de nitrógeno (NO_2) este parámetro registra una tendencia decreciente entre los años 2015-2019, conforme se observa en el gráfico.

Gráfico 4.7. **Concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en Lima Metropolitana, 2015-2019**



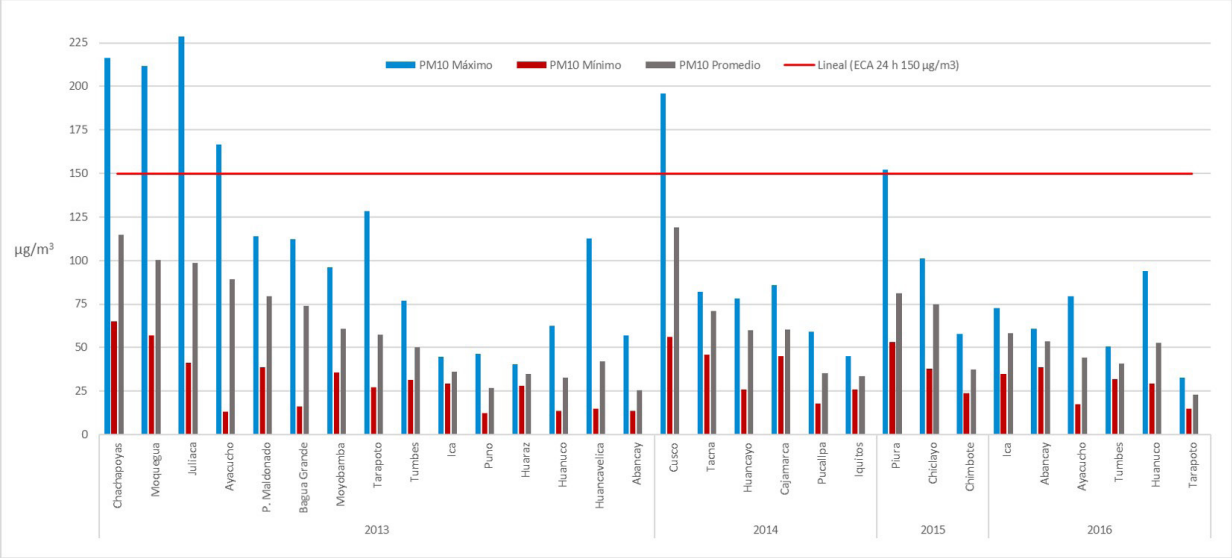
Nota: Elaborado a partir de promedios anuales.
Fuente: Senamhi. (s.f.).

Por otro lado, es preciso indicar que el MINAM, con el fin de contar con información acerca de la situación de la calidad del aire en el país, realizó diversas acciones de monitoreo en veinticuatro zonas de atención prioritaria durante el periodo 2013-2016.

Adicionalmente, se ejecutaron monitoreos en tres puntos de cada una de las zonas de atención prioritaria (ZAP)[64], por tres días consecutivos. Los parámetros monitoreados fueron material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$, dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2).

A partir de los resultados obtenidos en dichos monitoreos para el parámetro material particulado PM_{10}, se ha determinado que las ZAP de Juliaca, Moquegua, Cusco y Piura, reportan concentraciones máximas que superan los estándares de calidad ambiental (ECA) para aire vigente al 2016 (gráfico 4.8).

Gráfico 4.8. Resultados de monitoreo de material particulado PM_{10} en las ZAP, 2013-2016



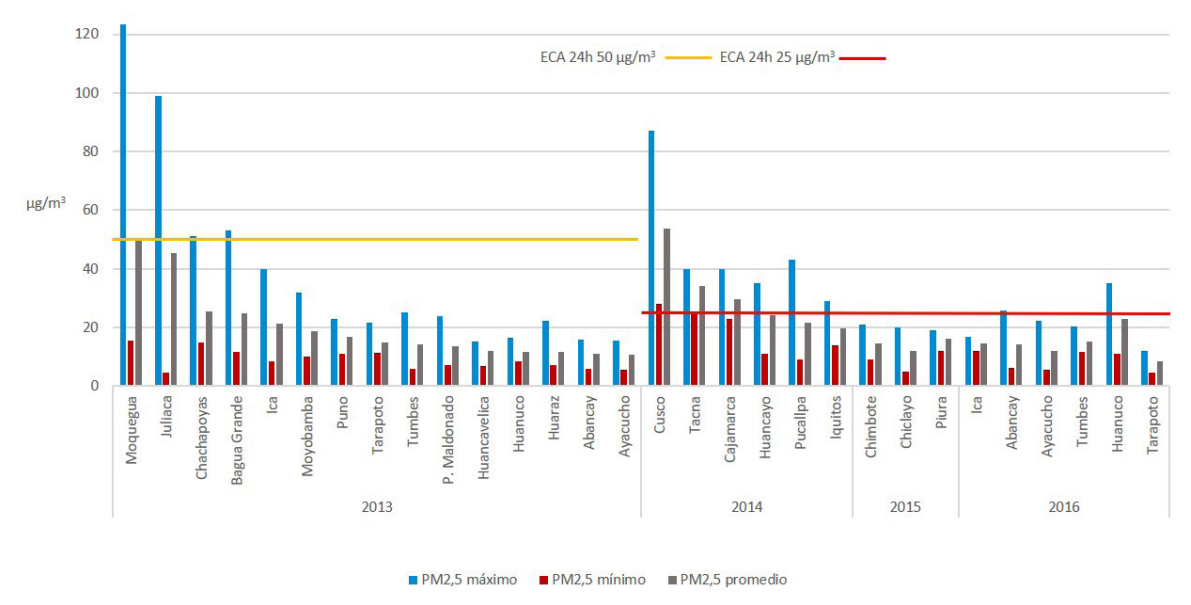
Nota: para el análisis estadístico se ha tomado en cuenta las concentraciones promedio, concentraciones mínimas y concentraciones máximas de los días monitoreados.
PM_{10} máximo: valor máximo reportado.
PM_{10} mínimo: valor mínimo reportado.
PM_{10} promedio: concentración promedio diario de PM_{10} por ZAP
Fuente: MINAM. (s.f.)

Según los datos analizados con relación a los resultados de material particulado PM2,5, en 2013 las concentraciones máximas que superaron el ECA para aire se registraron en las ciudades de Moquegua, Juliaca, Chachapoyas y Bagua Grande. Mientras que en el periodo 2014-2016, las concentraciones máximas que superaron el ECA para aire tuvieron lugar en las ciudades de Cusco, Tacna, Cajamarca, Huancayo, Pucallpa, Iquitos, Abancay y Huánuco.

En el análisis realizado, se dividieron las mediciones correspondientes al 2013 y el periodo 2014-2016, debido a que a partir del año 2014 se cambió el valor ECA del parámetro $PM_{2,5}$, tal como se advierte en el gráfico 4.9.

[64] Las zonas de atención prioritaria para la implementación de planes de acción de mejora de la calidad del aire son establecidas considerando características que justifiquen su priorización como: una alta densidad poblacional por hectárea, poblaciones mayores a 250 000, presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire, como la actividad industrial, la actividad comercial y el tamaño del parque automotor, también se toma en cuenta la incidencia de enfermedades respiratorias con respecto al promedio nacional. https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/zonas-priorizadas-de-calidad-del-aire/

Gráfico 4.9. **Resultados de monitoreo de material particulado $PM_{2,5}$ en las ZAP, 2013-2016**

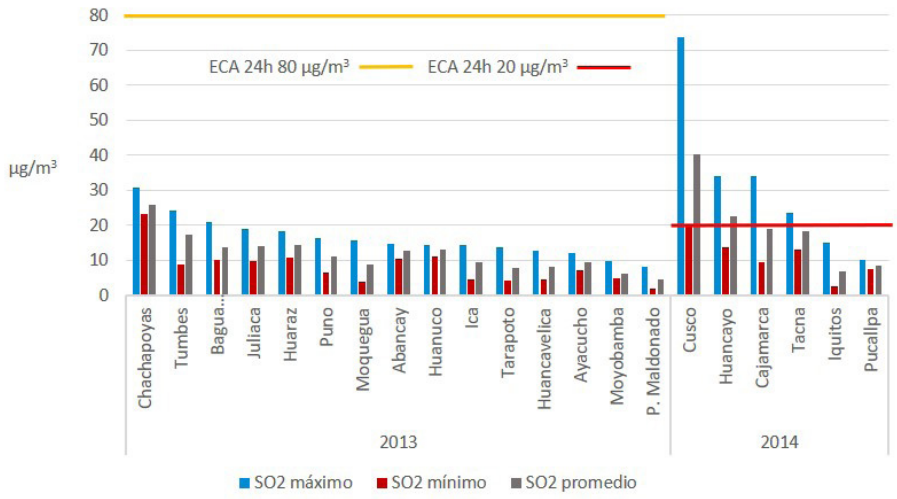


Notas: (*) Para el análisis estadístico se ha tomado en cuenta las concentraciones promedio, concentraciones mínimas y concentraciones máximas de los días monitoreados.
(**) En 2014 entró en vigencia un nuevo valor para el ECA de $PM_{2.5}$, por esa razón se realizó por separado el análisis del año 2013 y del periodo 2014-2016.
$PM_{2,5}$ máximo: valor máximo reportado.
$PM_{2,5}$ mínimo: valor mínimo reportado.
$PM_{2,5}$ promedio: concentración promedio diario de $PM_{2,5}$ por ZAP.
Fuente: MINAM. (s.f.).

En el caso del dióxido de azufre (SO_2), solo se cuenta con datos generados en los monitoreos realizados por el MINAM en los años 2013 y 2014 (ver gráfico 4.10). Al respecto, cabe precisar que las concentraciones máximas de las 15 ZAP monitoreadas en el año 2013 no superaron los valores del ECA para aire, mientras que de las seis ZAP monitoreadas en el año 2014, se registraron concentraciones máximas que excedieron el ECA para aire en cuatro ZAP (Cusco, Huancayo, Cajamarca y Tacna).

FOTO: MINAM

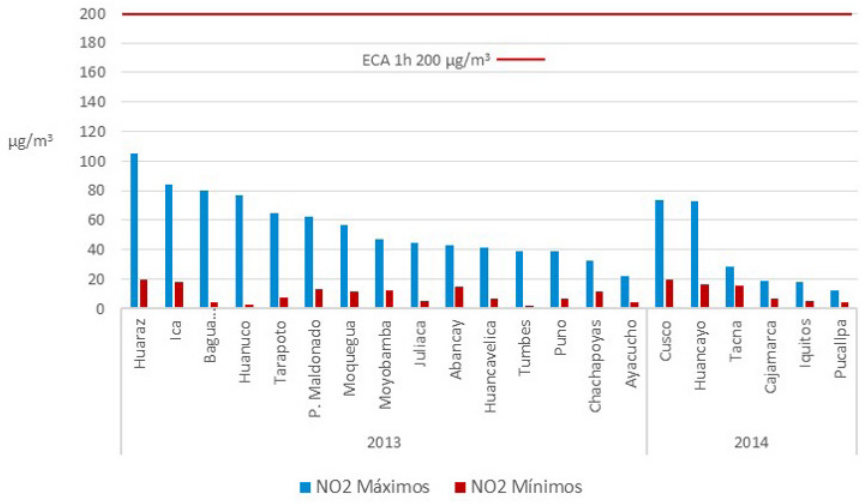
Gráfico 4.10. **Resultados de monitoreo de dióxido de azufre SO_2 en las ZAP, 2013-2014**



Notas: (*) Para el análisis estadístico se ha tomado en cuenta las concentraciones promedio, concentraciones mínimas y concentraciones máximas de los días monitoreados.
(**) En 2014 entró en vigencia un nuevo valor para el ECA de $PM_{2.5}$; por esa razón, se realizó por separado el análisis del año 2013 y del periodo 2014-2016.
SO_2 máximo: valor máximo reportado.
SO_2 promedio: concentración promedio diaria de SO_2 por ZAP.
Fuente: MINAM. (s.f.).

Con relación a las concentraciones del dióxido de nitrógeno (NO_2), los resultados de los monitoreos realizados en veintiún ZAP durante el periodo 2013-2014 muestran valores por debajo del ECA para aire en todas las ciudades monitoreadas (gráfico 4.11).

Gráfico 4.11. **Resultados de monitoreo de dióxido de nitrógeno NO_2 en las ZAP, 2013-2014**



Nota: para el análisis estadístico se ha tomado en cuenta las concentraciones promedio, concentraciones mínimas y concentraciones máximas de los días monitoreados.
NO_2 máximo: valor máximo reportado.
NO_2 mínimo: valor mínimo reportado.
Fuente: MINAM. (s.f.).

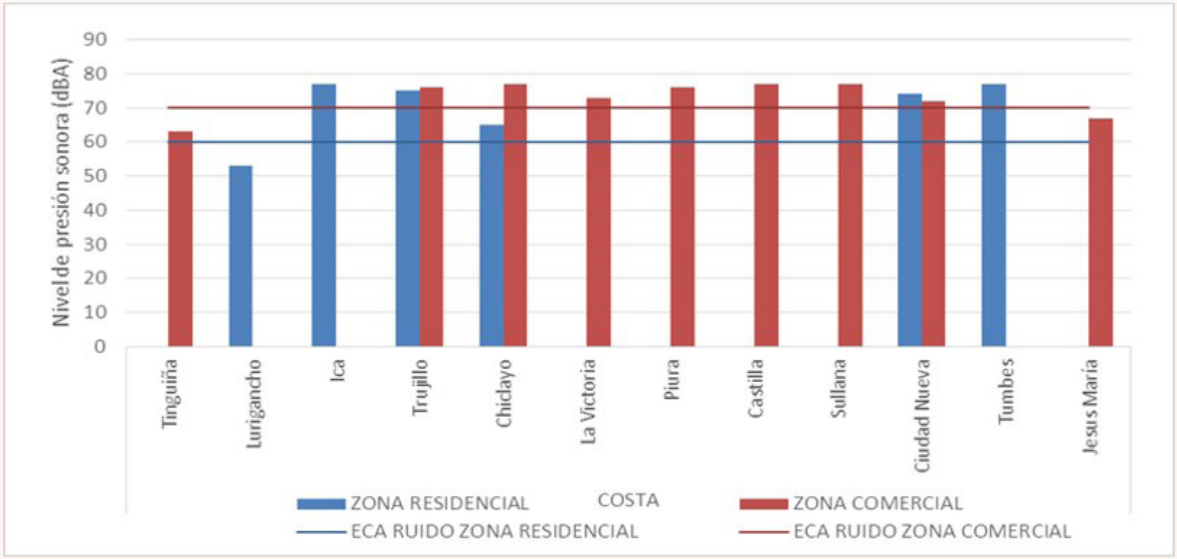
4.1.1.2. Contaminación sonora

La contaminación sonora proviene de diversas fuentes como del tránsito vehicular, industrias, actividades comerciales, obras de construcción, locales de entretenimiento y el ruido aeronáutico. Todos ellos son medidos en decibeles (dB) que van de 0 a 120, y si exceden los límites permitidos se constituyen en contaminación sonora. La medición de la contaminación sonora es determinada realizando una comparación con los ECA ruido[65], que son aprobados por el MINAM. Entretanto, los gobiernos locales son los encargados de realizar las acciones de evaluación, supervisión, fiscalización y sanción, de acuerdo con sus ordenanzas municipales y los ECA aprobados.

En 2015, el OEFA realizó mediciones en Lima Metropolitana y el Callao, donde identificó diez puntos críticos (aquellos que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA) que excedieron el estándar de la provincia de Lima. Estos puntos críticos estuvieron ubicados en los distritos de Breña y El Agustino con niveles de hasta 81,6 dBA y 84,9 dBA respectivamente, lo que podría atribuirse al crecimiento del parque automotor.

Adicionalmente, en el mismo año, identificaron tres puntos críticos, ubicados en los distritos de Bellavista, Ventanilla y Callao. En la Costa, las ciudades que excedieron los valores ECA para ruido en las zonas residenciales y comerciales fueron: Trujillo y Chiclayo (ver gráfico 4.12). En la Sierra: Huaraz, Abancay, Cajamarca, Cusco, Wanchaq, Huancayo, Chaupimarca y Juliaca. En la Selva: Yarinacocha, Moyobamba, Tambopata e Iquitos.

Gráfico 4.12. Nivel del valor promedio de decibeles encontrado en distritos en la Costa, 2015



Fuente: OEFA. (s.f.)

Asimismo, en 2016, el MINAM realizó mediciones de ruido ambiental en cuatro ciudades (Chimbote, Huancayo, Piura y Pucallpa) adicionales a las ya ejecutadas en 2015, continuando con las actividades en el marco del desarrollo de línea base para la elaboración de los planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora. Esto ha permitido identificar las zonas críticas de contaminación sonora y contar a su vez con información necesaria y valedera para formular los planes de acción e iniciar la actualización de los ECA para ruido.

[65] Decreto Supremo n.° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

FOTO: MINAM

4.1.1.3. Radiaciones no ionizantes (RNI) y radiación ultravioleta (RUV)

Con relación a las RNI en la provincia de Lima, el MINAM cuenta la información de mediciones de RNI producidas por los servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas. En cuanto a las actividades de telecomunicaciones, se realizaron mediciones en siete distritos (San Borja, Santiago de Surco, San Isidro, Miraflores, Magdalena del Mar, Pueblo Libre y San Miguel) y se encontraron niveles de intensidad de campo eléctrico (E), del orden de 2 % de los ECA-RNI (incluye los servicios de radiodifusión sonora FM y por televisión, telefonía móvil, PCS, entre otros), registrándose el mayor aporte en los servicios de radiodifusión sonora FM y por televisión[66]. Para el caso de redes eléctricas (60 Hz), se realizaron mediciones en seis distritos (San Borja, Santiago de Surco, San Miguel, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores y Chilca) y se hallaron valores de intensidad de campo eléctrico (E) en el rango de 0,58 % a 57,143 % de los ECA-RNI y valores de densidad de flujo magnético (B) en el rango de 0,201 % a 22,041 % de los ECA-RNI. Dichos valores se encuentran por debajo de lo establecido por los ECA-RNI y de los valores máximos de exposición (VME). Cabe indicar los niveles más altos fueron registrados en los exteriores de plantas de energía eléctrica y en las cercanías de líneas de alta tensión de 220 kV a mayores. En todos los casos, los niveles registrados para las redes eléctricas y los servicios de telecomunicaciones, no exceden los valores establecidos en los ECA-RNI[67] y LMP-RNI[68] en telecomunicaciones, respectivamente.

Por otro lado, el MINAM realizó mediciones bajo la línea eléctrica y en el borde de la faja de servidumbre, en relación a los niveles de RNI generados por las redes eléctricas en diez ciudades del país (Arequipa, Cajamarca, Chimbote, Trujillo, Iquitos, Pucallpa, Tarapoto, Cusco, Piura e Ica), lo que ha permitido identificar la problemática de RNI generadas por las redes eléctricas, zonas sensibles, así como información primaria de línea base para la formulación de planes de acción de prevención y control de RNI en dichas ciudades.

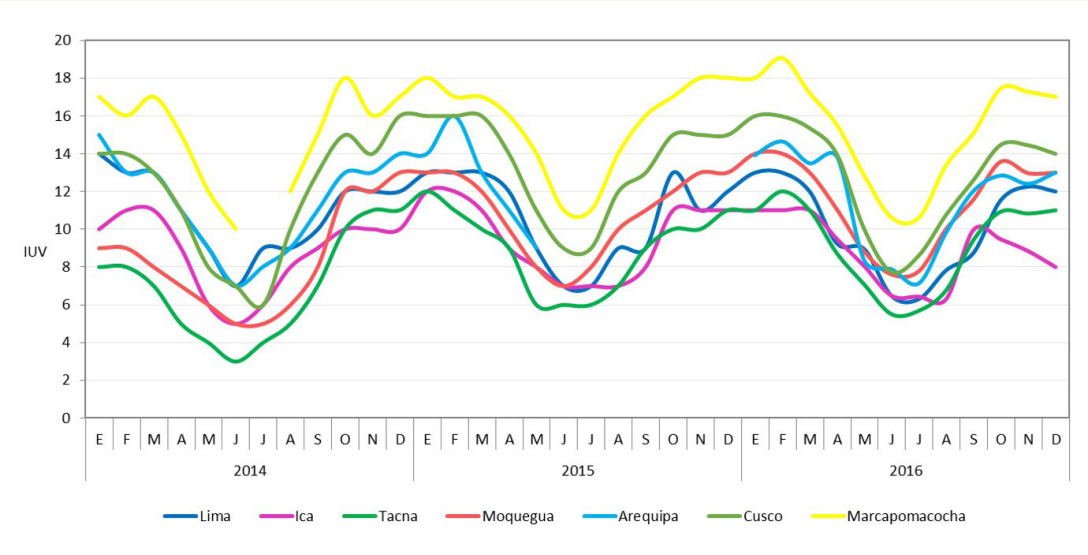
Con relación a la radiación ultravioleta (RUV), debido a los efectos negativos que pueden causar en el ser humano (especialmente, la radiación ultravioleta-B sobre la piel), el Senamhi ha establecido una red de mediciones de 34 estaciones radiométricas UV. Los departamentos con información de radiación UV son los siguientes: Tacna, Moquegua, Cusco, Arequipa, Ica, Lima, Áncash, Ayacucho, Puno, Pasco, La Libertad, Apurímac, Huancavelica y la localidad de Marcapomacocha en la provincia de Yauli, departamento de Junín. Las ciudades del país que registran mayores niveles de radiación ultravioleta (entre muy altos y extremadamente altos) durante todo el año, son las que se ubican en la región andina, y ello se debería, principalmente, al efecto de la altitud, mientras que en las ciudades que se encuentran en la Costa y Selva los niveles de radiación son menores (moderados y muy altos).

[66] Ministerio del Ambiente. (10 de julio de 2014). *MINAM presenta estudio radiaciones no ionizantes de telecomunicaciones y redes eléctricas para la elaboración de línea base*. Recuperado de https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-presenta-estudio-radiaciones-no-ionizantes-de-telecomunicaciones-y-redes-electricas-para-elaboracion-de-linea-base/

[67] Decreto Supremo n.° 010-2005-PCM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes

[68] Decreto Supremo n.° 038-2003-MTC, Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No ionizantes en Telecomunicaciones.

Gráfico 4.13. IUV promedio mensual en ciudades del Perú, 2014-2016



Fuente: Senamhi. (s.f.).

La aplicación de la norma[69] resulta primordial para reducir los riesgos a la salud frente a los niveles de radiación ultravioleta que se presentan en el país. Para tal efecto, se prevé, por ejemplo, la obligación de las entidades públicas y privadas de desarrollar actividades destinadas a informar y sensibilizar acerca de los riesgos por la exposición a la radiación solar y la manera de prevenir los daños que esta pueda causar.

4.1.1.4. Ozono atmosférico

El Perú, como país miembro del Protocolo de Montreal[70], viene reduciendo el consumo de los CFC. Asimismo, el Senamhi viene monitoreando el estado de la capa de ozono en la región central del país, con la finalidad de alertar a la comunidad científica nacional e internacional sobre su deterioro. El equipo utilizado en la vigilancia del estado de la capa de ozono atmosférico en el Perú está ubicado en Marcapomacocha (Junín) a una altitud de 4470 m s. n. m.

De acuerdo con la información del Senamhi (2019):

> El mes de abril se caracteriza porque climáticamente las concentraciones de ozono llegan a registrar valores más bajos con respecto al mes de marzo y en este año 2019 según información proveniente de los satélites AURA y OMPS los valores de ozono han oscilado entre 239.1 UD y 239.7 UD cuando en el mes anterior eran mayor. Esos valores según, el modelo GFS, tienen su respuesta debido a una cierta persistencia de masas de aire provenientes del este los cuales permiten trasladar el ozono presente en la atmósfera hacia otras regiones del hemisferio sur. permitiendo su disminución.
>
> En cuanto a la variación temporal (promedio diario multianual 2000-2017) de la concentración de ozono, medido con el espectrofotómetro Dobson en la Estación VAG Marcapomacocha, se puede mencionar que durante el mes de abril oscilan entre 239,6 UD a 245,8 UD, los cuales guardan relación con lo medido con los satélites.

[69] Ley n.° 30102, Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar.

[70] Resolución Legislativa n.° 26178, Aprueban el protocolo de montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

Entre las medidas a implementar para evitar la reducción del ozono en nuestro país, destaca el control del ingreso y uso de SAO, tales como los clorofluorocarbonos y halones presentes, por ejemplo, en aerosoles y extintores. Queda claro que el establecimiento de medidas de control y monitoreo de la calidad del aire, así como la implementación de los planes de acción de las ZAP, permitirá mejorar la calidad ambiental de la atmósfera.

4.1.2. Agua

4.1.2.1. Distribución y disponibilidad de agua

A. Océanos

La autonomía del Perú en el ámbito del océano comprende el denominado Mar de Grau, porción del océano Pacífico Sudeste que abarca un área de 626 540 km^2 comprendida por más de 3080 kilómetros de línea de costa en una franja de 200 millas. Esta porción del océano forma parte del sistema Corriente de Humboldt que, al igual que otros sistemas de bordes orientales, está caracterizado por desarrollar el proceso de afloramiento costero. Este último es producido por los vientos alisios que soplan hacia el Ecuador a lo largo de la costa casi constantemente, provocando el ascenso de agua fría, rica en nutrientes y pobre en oxígeno, hacia la superficie. Bajo la superficie, generalmente entre los 50 y 1000 m de profundidad, se localiza la denominada zona mínima de oxígeno (OMZ, por sus siglas en inglés) cuyas aguas son muy pobres en contenido de oxígeno (Breitburg *et al.*, 2018), por lo que dichas zonas intervienen para limitar la productividad y la biodiversidad marina, así como los ciclos biogeoquímicos de los principales nutrientes y el carbono oceánico.

Las OMZ del Perú son reconocidas como fuentes de CO_2 a la atmósfera, debido a que el afloramiento trae agua con altas concentraciones de carbono inorgánico disuelto (DIC) a la superficie. Al igual que los procesos biológicos, los procesos físicos juegan un papel muy importante en la distribución vertical de variables de CO_2 en el océano. Los resultados de las mediciones *in situ* muestran que las concentraciones de DIC, pCO_2 y aragonita dependen no solo de la época de afloramiento sino también de la presencia, ausencia e intensidad de los remolinos de mesoescala (Hernandez-Ayon *et al*., 2019).

B. Aguas continentales

El Perú cuenta con importantes recursos hídricos superficiales (lagos, lagunas, ríos, quebradas, manantiales, etc.) distribuidos en 159 unidades hidrográficas (UH), que conforman las tres grandes vertientes que caracterizan al territorio nacional: Pacífico (62 UH), Atlántico (84 UH) y Titicaca (13 UH). El 30 % de las cuencas hidrográficas se sitúa en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, sometidas a diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Contrariamente a esta distribución y disposición natural del agua, cerca del 80 % de la población peruana se asienta fundamentalmente en la Costa árida y en la Sierra semiárida y subhúmeda seca, lugares donde se concentran las actividades sociales y económicas, particularmente las actividades agropecuarias, industriales y mineras.

Cuadro 4.0. Distribución de las unidades hidrográficas al 2009

Región hidrográfica	Unidades hidrográficas	Autoridades administrativas del agua
Pacífico	62	5
Amazonas	84	8
Titicaca	13	1
Total	159	14

Fuente: ANA. (2013).

La oferta hídrica es de 1 935 621 millones de metros cúbicos de agua, pero la distribución espacial entre las regiones hidrográficas no es equitativa. Asimismo, la variabilidad estacional y el tamaño de la población asentada en el ámbito de las regiones hidrográficas advierte que la vertiente del Pacífico posee grandes limitaciones en la disponibilidad del recurso hídrico, lo que evidencia diferencias significativas en la disponibilidad del recurso: extrema aridez en la vertiente del Pacífico sur, estrés moderado en el Pacífico norte y abundancia en la vertiente del Atlántico.

Cuadro 4.1. Distribución de los recursos hídricos en el territorio peruano

Región hidrográfica	Superficie		Población		Recursos hídricos	
	km^2	%	hab.	%	hm^3/año	%
Pacífico	279,7	21,76	18 801 417	62,53	34 136	1,76
Amazonas	958,5	74,58	10 018 789	33,32	1 895 226	97,91
Titicaca	47,0	3,66	1 246 975	4,15	6259	0,32
Total	1285,2	100,00	30 067 181	100,00	1 935 621	100,00

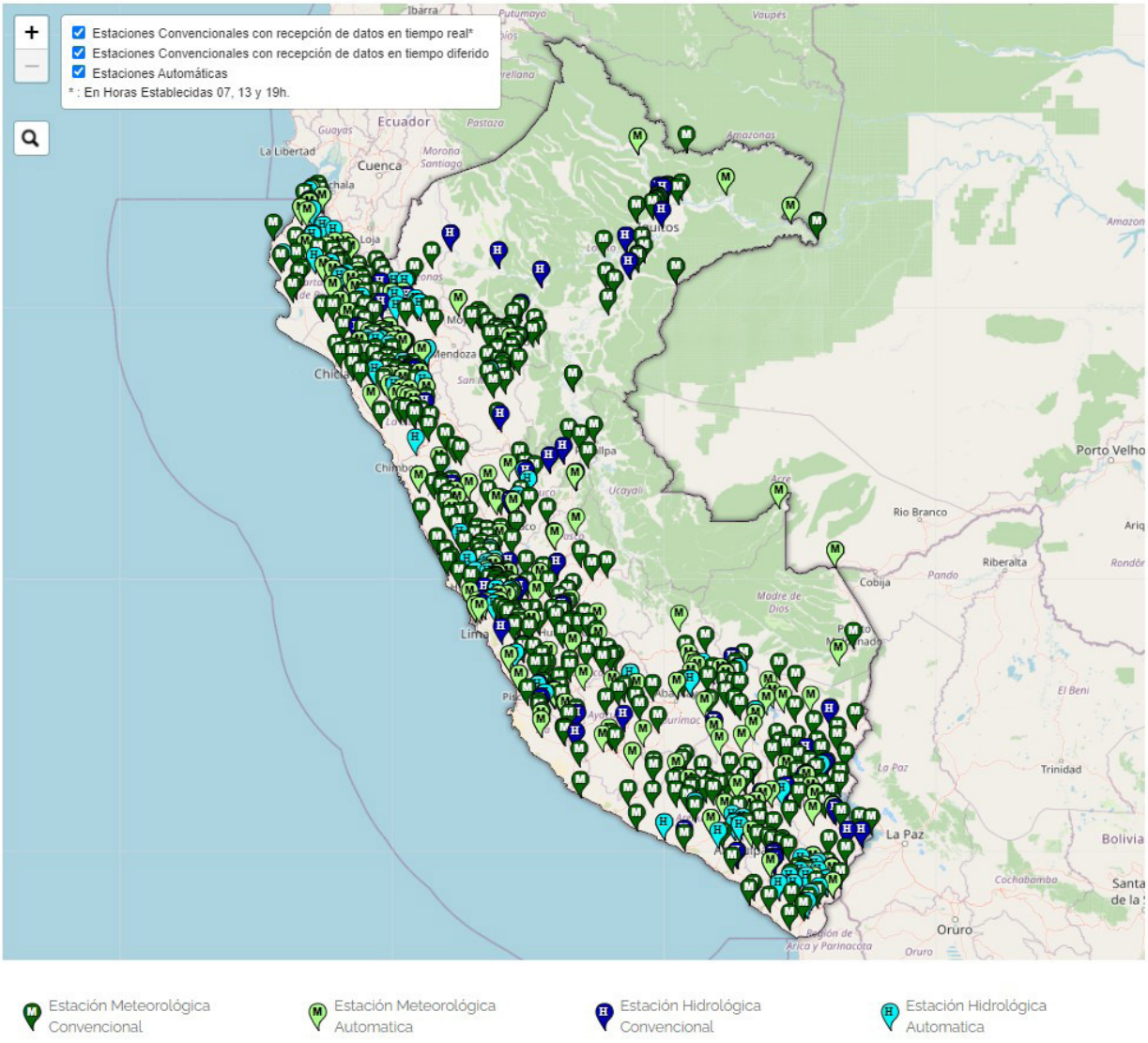
Fuente: ANA. (2013).

Para fines de estudios hidrológicos, se han tomado como base hidrográfica las catorce regiones hidrológicas en que ha sido dividido el Perú según la clasificación de Halcrow, quien en 2011 elaboró el estudio del *Atlas del Potencial Hidroeléctrico del Perú* por encargo del Minem. Cada región está constituida por un conjunto de cuencas homogéneas que tienen similitud en cuanto a sus propiedades físicas, parámetros fisiográficos, geomorfológicos, climáticos, etc. Según esta clasificación de regiones, seis de ellas corresponden a la vertiente del Pacífico, siete a la del Atlántico y una a la del lago Titicaca.

Conocer la disponibilidad hídrica de los recursos hídricos en el país conlleva la necesidad de cuantificar cada una de las variables que gobiernan el ciclo hidrológico, tales como precipitación, temperatura, radiación, evapotranspiración, horas de sol, humedad relativa, entre otras, planteándose el reto de registrar su variabilidad en el tiempo y espacio, para lo cual se recurre a equipos e instrumentos (690 estaciones convencionales y 295 automáticas) que conforman las estaciones hidrológicas y meteorológicas.

FOTO: MINAM

Figura 4.0. **Distribución de estaciones hidrológicas y meteorológicas, automáticas y convencionales del Senamhi en el Perú**



Fuente: Senamhi. (s.f.).

C. Glaciares

Los glaciares y lagunas de origen glaciar son fuentes importantes de almacenamiento hídrico, ya que regulan el escurrimiento del agua hacia los ríos, abasteciendo diversas actividades como la agricultura, el uso doméstico, y otras actividades económicas como la minería, la energética y la industrial. A continuación, se observa el aporte relativo mensual máximo de agua en un año seco en Huaraz, donde se estima al 91 %.

Cuadro 4.2. Contribución relativa del deshielo glaciar al suministro de agua

	Quito	Lima	La Paz	Huaraz
Annual average (normal year)	2,2 (0,9-5)	<1,0 (0-1)	14,8 (5,9-26,8)	19,0 (7,5-35,4)
Monthly maximum (normal year)	5,3 (2,3-11,1)	1,17 (0-2,7)	61,1 (37,8-77,1)	67,3 (41,9-82,8)
Average annual (drought year)	3,7 (1,5-8)	<1.0 (0-1)	15,9 (6,4-29,4)	27,2 (11,6-46,7)
Monthly maximum (droughtl year)	15,4 (7,3-27,6)	4,15 (0-9,1)	85,7 (74,4-91,5)	91,1 (78,1-96)

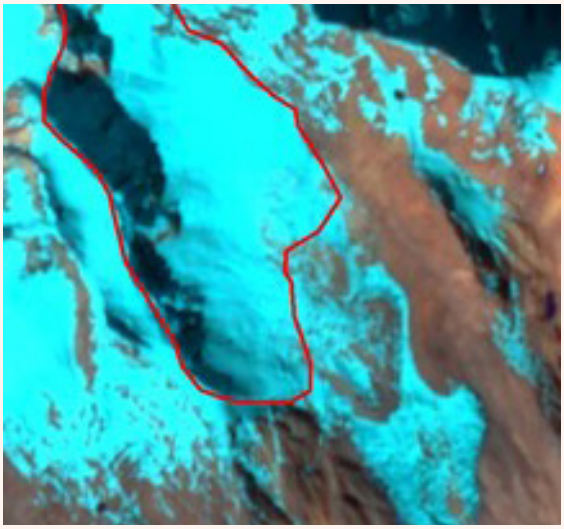
Fuente: Buytaert *et al*., 2017

Con el fin de entender mejor el impacto del cambio climático sobre los glaciares y lagunas de origen glaciar, el Inaigem realizó el monitoreo de los glaciares en el país y desarrolló el *Inventario nacional de glaciares*: *las cordilleras glaciares del Perú* (Inaigem, 2018). Ambas actividades son complementarias, pues el inventario permitió, a través de imágenes satelitales, una evaluación general del estado de la cobertura glaciar, mientras que el monitoreo glaciológico permitió validar ciertos parámetros del inventario, tales como el área y el frente glaciar. Su finalidad es conocer el comportamiento del glaciar (dinámica glaciar) ante la variabilidad climática, y estudiar el aporte hídrico en las cuencas y su contribución a la sostenibilidad de los ecosistemas aguas abajo.

El monitoreo consiste en estimar las pérdidas y ganancias de una determinada superficie glaciar. El resultado se presenta en un balance de masa con información del aporte hídrico del glaciar. El periodo de análisis es el año hidrológico. En el glaciar se tiene la zona de ablación o de pérdida, donde se mide la altitud de hielo que se va perdiendo con el tiempo y la zona de acumulación, donde se estima la ganancia de nieve en un año hidrológico. Ambas zonas están separadas por una línea imaginaria, donde no ocurre ni ganancia ni pérdida, conocida como la ELA (*equilibrium line altitude*). Finalmente, la sumatoria de los resultados obtenidos en ambas zonas dieron como resultado el aporte neto de agua del glaciar a la cuenca de estudio.

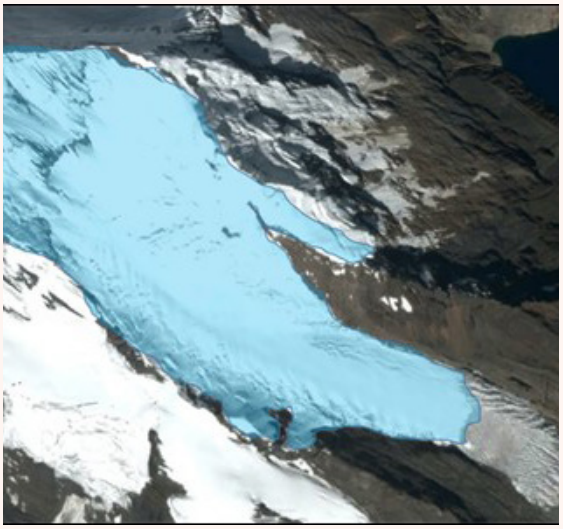
Desde el año 2016, el Inaigem realiza los estudios de monitoreo del glaciar Sullcón en la Cordillera Central (Lima) y del glaciar Huillca en la Cordillera Blanca (Áncash).

Figura 4.1. Glaciar Sullcón



Fuente: Inaigem. (s.f.).

Figura 4.2. Glaciar Huillca



Fuente: Inaigem. (s.f.).

FOTO: MINAM

El glaciar Sullcón aporta agua a las cuencas del río Mantaro y del río Rímac. El monitoreo de este glaciar es importante, porque las aguas provenientes de él se almacenan en la presa Yuracmayo, de donde son reguladas hacia la cuenca del río Rímac, la cual abastece de agua a la ciudad de Lima. Además, en su camino a la presa estas aguas son usadas por las poblaciones aledañas al río Rímac en diferentes actividades agropecuarias y domésticas.

Por otro lado, el glaciar Huillca aporta a la cuenca de Quitaracsa y a la central hidroeléctrica de Quitaracsa, cuyas aguas son usadas para la generación de energía eléctrica para la red interconectada y para proyectos de agroexportación, tales como Chavimochic y Chinecas.

Figura 4.3. **Trabajos en la zona de acumulación, medición del peso de los testigos de nieve**

Fuente: Inaigem. (s.f.)

Las mediciones del frente glaciar Sullcón se han realizado entre 2002 y 2012, a cargo de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la ANA, mientras que el Inaigem viene desarrollando esta actividad desde el 2016.

En el cuadro 4.3 se muestra el retroceso del frente glaciar Sullcón, expresado en metros entre 2001 y 2019. Se aprecia que en los años 2004 y 2016 se han presentado retrocesos más marcados (-47,35 y -73,23 m respectivamente) con respecto a otros años.

Figura 4.4. **Trabajos en la zona de ablación en el glaciar, instalación de balizas**

Fuente: Inaigem. (s.f.).

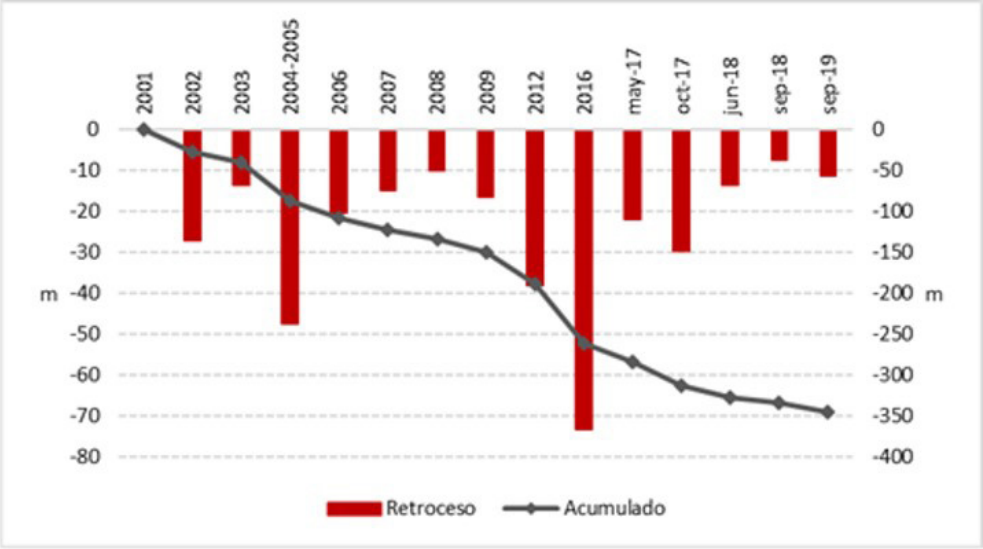
Cuadro 4.3. **Variaciones del frente glaciar Sullcón, 2001-2019**

Años	Retroceso (m)	Acumulado (m)
2001	0	0,00
2002	-27,1	-27,1
2003	-13,54	-40,64
2004-2005	-47,35	-87,99
2006	-20,43	-108,42
2007	-14,85	-123,27
2008	-9,94	-133,21
2009	-16,64	-149,85
2012	-38,22	-188,07
2016	-73,23	-261,3
May-17	-21,97	-283,27
Oct-17	-29,74	-313,01
Jun-18	-13,44	-326,45
Set-18	-7,38	-333,83
Set-19	-11,43	-345,26

Fuente: Inaigem. (s.f.).

En el gráfico 4.14 se muestra la evolución del frente glaciar Sullcón desde el año 2001 hasta el año 2019. Aquí se aprecia que el retroceso acumulado año a año hasta 2019 ha alcanzado un retroceso total de -345,35 metros con respecto a su ubicación inicial en 2001. En el cuadro 4.4 y en el gráfico 4.15 se muestran los resultados de la medición del frente del glaciar Huillca, indicando una reducción acumulada de -49,94 metros en un periodo de tres años de monitoreo.

Gráfico 4.14. **Evolución del frente glaciar Sullcón**



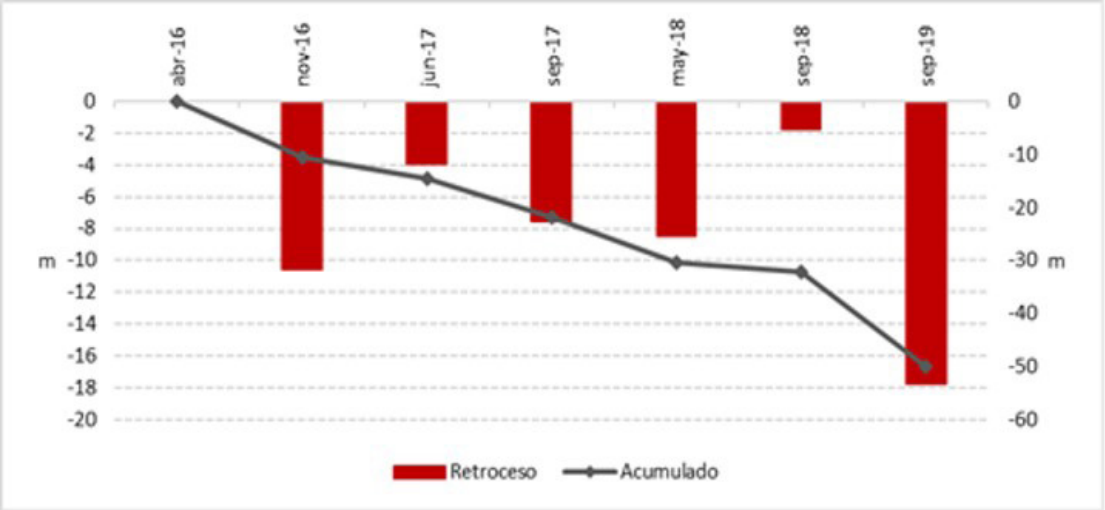
Fuente: Inaigem. (s.f.).

Cuadro 4.4. **Variaciones del frente glaciar Huillca, 2016-2019**

Años	Retroceso (m)	Acumulado (m)
Abr-16	0	0,00
Nov-16	-10,51	-10,51
Jun-17	-3,96	-14,47
Set-17	-7,51	-21,98
May-18	-8,47	-30,45
Set-18	-1,76	-32,21
Set-19	-17,73	-49,94

Fuente: Inaigem. (s.f.).

Gráfico 4.15. Evolución del frente glaciar Huillca



Fuente: Inaigem. (s.f.)

4.1.2.2. Calidad de agua

A. Monitoreo de la calidad de agua superficial a cargo de la ANA

La ANA, en el marco de sus funciones, viene ejecutando acciones de monitoreo, con carácter participativo, por ámbito de las AAA, para evaluar el estado de la calidad del agua de los diversos cuerpos naturales, con la finalidad de promover estrategias orientadas a la protección o recuperación de la calidad del agua. Durante el periodo 2013-2015, se han realizado 253 monitoreos de calidad de agua superficial en 125 unidades hidrográficas (UH). Esto representa el 84 % del total nacional (159 UH). Además, se han realizado también monitoreos en bahías (Sechura, Paita, Talara y El Ferrol), mares (mar de Huarmey, Tambo de Mora, Tumbes y Paracas), y sistemas de embalses y represas (cuenca Maure, Locumba, Sama, Pasto Grande y Sistema de Derivación, Chili y Colca). Es necesario señalar que a partir de 2013 se vienen realizando monitoreos binacionales en el lago Titicaca.

La información que se deriva de las acciones realizadas en las cuencas hidrográficas en el país, permite conocer el estado de la calidad del agua en relación con parámetros físicos, químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos, a partir de su comparación con los ECA para agua. Por ello, se considera, además, una herramienta útil para la generación de políticas y la toma de decisiones en materia de gestión de recursos hídricos. De esta forma, como resultado de varias acciones continuas, se presentan resultados cualitativos de calidad de agua superficial en el país, para lo cual se han considerado las cuencas en las que se realizaron dos o más monitoreos: cuencas con parámetros que excedan los ECA para agua en dos monitoreos como mínimo. Además, se precisa en cada parámetro el porcentaje que representa este, respecto a la totalidad de puntos existentes en la cuenca. (ver cuadro 4.5 en anexos).

B. Calidad ambiental de las aguas marino costeras

Los principales contaminantes presentes en las aguas marino costeras tienen su origen en los desechos orgánicos de efluentes urbanos, de la industria pesquera y de la acuicultura. A su vez, los altos contenidos de metales pesados registrados en algunas zonas provienen, además, de las actividades de la industria minera, química y metalmecánica. Asimismo, es posible encontrar también trazas de hidrocarburos de petróleo en áreas portuarias y caladeros.

Si bien la contaminación marina es puntual y específica por cada actividad, cabe considerar que esta afecta especialmente a las bahías, donde la circulación marina es lenta y no permite una autodepuración efectiva. Por otro lado, se debe tener en cuenta también que los ríos transportan hacia el mar sedimentos con residuos metálicos, y desechos urbanos y de la agricultura, los cuales constituyen agentes contaminantes.

El Instituto del Mar del Perú (Imarpe) cuenta con una red de monitoreo con los laboratorios costeros de Tumbes, Paita, Santa Rosa, Chimbote, Huacho, Pisco e Ilo, mediante la cual se realiza el seguimiento y la vigilancia de los parámetros de calidad acuática, para lo cual se consideran los criterios nacionales de clasificación del agua (Imarpe, 2010).

Según los resultados de los monitoreos efectuados por el Imarpe, las bahías del Callao y Chimbote continúan siendo áreas críticas de contaminación. Además, se han identificado como nuevas áreas críticas a Huacho y Chancay. Por otro lado, Paita, Sechura y Pisco presentan niveles de leve a moderada contaminación. En ese contexto, existe una creciente demanda de información sobre la situación ambiental de la zona costera para el desarrollo de actividades de pesca, acuicultura, entre otras conexas.

C. Casos con afectación de la calidad del agua a nivel de bahía, cuencas o lagos

- **Bahía El Ferrol**

La bahía El Ferrol ha sido considerada como una de las zonas más contaminadas del país, debido al vertimiento de residuos líquidos industriales, urbanos y agrícolas hacia las aguas costeras desde hace más de cuarenta años. Asimismo, el crecimiento demográfico local ha causado la generación e inadecuada disposición de residuos sólidos. Paralelamente, se ha observado un fuerte proceso de erosión en el litoral de la bahía, entre la zona norte y centro, mientras que la zona sur experimenta un significativo proceso de sedimentación. En 2015, la ANA actualizó la identificación de fuentes contaminantes, y concluyó que se encontraron veintisiete vertimientos: quince de origen industrial pesquero, seis de origen doméstico, cuatro de agua de retorno de riego y dos botaderos de residuos sólidos.

Figura 4.5. **Efecto del vertimiento de la actividad pesquera en la bahía El Ferrol, en los años: (a) 1969, (b) 1992 y (c) 2013; (d) desembocadura del río Lacramarca en el 2017**

Nota: Bahía El Ferrol a) Supuesto efecto de la actividad pesquera en 1969, imagen tomada de Google Earth; b) Supuesto efecto de la actividad pesquera en 2013, imagen tomada de Google Earth; e) Supuesto efecto de la actividad pesquera en 1992, d) Desembocadura del río Lacramarca, imagen tomada de Sentinel Playground

Fuente: OEFA. (2017).

FOTO: MINAM

- **Cuenca del río Mantaro**

Por otro lado, la cuenca del río Mantaro se encuentra afectada principalmente por los efluentes y residuos de la actividad minera y sus pasivos ambientales, así como por los vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos domésticos municipales y no municipales, sin tratamiento previo. En el periodo 2018-2020, la ANA identificó 598 fuentes contaminantes conformadas por vertimientos de aguas residuales, aguas naturales, residuos sólidos, depósitos naturales y sustancias dispuestas *in situ*. Dichas fuentes están distribuidas según el departamento, de la siguiente manera: Ayacucho (86), Huancavelica (181), Junín (272) y Pasco (59)[71].

- **Bahía de Sechura**

La provincia de Sechura se encuentra en la zona baja de la cuenca del río Piura. Si bien es considerada como una zona desértica, cuenta con grandes extensiones de áreas agrícolas dedicadas al cultivo del arroz, maíz y algodón, con sistemas de drenaje que transportan aguas altamente contaminadas y depositadas finalmente en la bahía de Sechura. Dicha provincia se caracteriza por encontrarse en el litoral y por contar con una riquísima zona de producción hidrobiológica, acuícola, petrolera y yacimientos de minerales no metálicos tales como, fosfatos, salmueras, sal, arena, piedras, etc.

Como resultado del desarrollo de diferentes actividades económicas y por carencia o inadecuados servicios básicos en los centros poblados, la bahía de Sechura está expuesta a diferentes agentes contaminantes, como: efluentes líquidos y emisiones de plantas pesqueras instaladas en la zona, sanguaza y residuos oleosos de la flota pesquera, potenciales contaminantes de la actividad petrolera y minera, residuos líquidos y sólidos de poblaciones aledañas, residuos orgánicos de pobladores de actividades de repoblamiento de concha de abanico y pescadores, y contaminantes procedentes de actividades antropogénicas en la cuenca del río Piura.

- **Cuenca hidrográfica Tumbes**

Según la Agencia de Regulación y Control Minero, entidad encargada de realizar inspecciones de seguimiento y control del funcionamiento de las plantas de beneficio, existen 88 plantas de beneficio en el distrito minero de Portovelo Zaruma (Ecuador). La mayor concentración se encuentra en el Cantón Portovelo, seguido de Zaruma, que generan aproximadamente más de 500 000 toneladas de residuos o relaves mineros por año (Minem, 2020).

[71] Informes técnicos: I.T. n.° 004-2019 IFC MANTARO-PRIMERA ETAPA. I.T. n.° 113-2019-ANA-AAAXMANTARO-ALA-MANTARO-AT_MAV. I.T. n.° 001-2020-ANA-AAA. I.T. n.° 003-2020-ANA-AAA MANTARO. Referencia utilizada para la actualización del Plan de recuperación de la cuenca Mantaro al 2020.

Los efluentes generados por la actividad son vertidos a la cuenca Puyango (a través de sus afluentes) y llegan finalmente al río Tumbes, por lo que se presume que las concentraciones de metales encontradas en dicho río se deben a la actividad minera realizada en el Ecuador.

En 2019, la ANA realizó una actualización de las fuentes contaminantes en la cuenca, obteniéndose 23 de las cuales quince corresponden a aguas residuales, siete a residuos sólidos y dos a fuentes de contaminación *in situ*.

- **Cuenca hidrográfica Chira**

Uno de los problemas principales relacionados con la calidad del agua en la cuenca Chira radica en el vertimiento de aguas residuales de origen doméstico de las ciudades de Sullana, Bellavista, Querecotillo, Marcavelica y Salitral que ingresan al río Chira sin tratamiento y son represadas a la altura de la ciudad de Sullana.

En el año 2019, el MINAM sistematizó información para la cuenca hidrográfica Chira, proporcionada por la ANA y referida a resultados de monitoreos de calidad de agua para el periodo 2011-2019. En ese mismo año, la ANA realizó una actualización de las fuentes contaminantes en la cuenca y obtuvo 43: cuarenta de aguas residuales y tres de residuos sólidos.

- **Lago Chinchaycocha**

La calidad ambiental del lago Chinchaycocha y su ámbito de influencia está afectada por los efluentes y residuos de las actividades y pasivos ambientales de la actividad minera provenientes de la parte alta del río San Juan (Cerro de Pasco), así como por los vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos domésticos municipales y no municipales provenientes de las localidades asentadas en Cerro de Pasco y por las localidades en el entorno del lago Chinchaycocha, que comprende parte de las regiones de Pasco y de Junín.

- **Cuenca del lago Titicaca**

Cada uno de los cuatro sectores del lago afronta escenarios ambientales particulares influenciados por las actividades antrópicas predominantes, además de las características morfométricas y batimétricas locales.

- **Bahía Interior de Puno**

  Según el análisis cuantitativo de los monitoreos de la calidad del agua en la bahía Interior de Puno, la presencia de plomo podría estar vinculada con las descargas de aguas residuales municipales, que en algunos casos contienen desechos metalmecánicos. Asimismo, la presencia de arsénico en la bahía Interior podría estar relacionada con el origen mineralógico local (composición geológica): el arsénico suele estar presente en los minerales de la corteza terrestre de origen volcánico.

FOTO: MINAM

Al respecto, la presencia de parámetros orgánicos en la bahía Interior estaría relacionada con el continuo vertimiento de aguas residuales domésticas en esta zona del lago. La elevada concentración de estos parámetros acelera los procesos de eutrofización, el cual se ve favorecido por el escaso intercambio de masas de agua con la bahía de Puno, la acumulación de sedimentos y por la abundancia de material orgánico.

- **Bahía de Puno**
  Según el análisis cuantitativo, en su mayoría los parámetros identificados priorizados tienen un comportamiento variable respecto de los diversos periodos evaluados, lo que estaría relacionado con una mayor capacidad de resiliencia del cuerpo receptor, en comparación de la bahía Interior.

- **Lago Mayor**
  Según el análisis cuantitativo, en su mayoría los parámetros identificados priorizados tienen un comportamiento variable respecto de los diversos periodos evaluados, lo que estaría relacionado con una mayor capacidad de resiliencia del cuerpo receptor. Esto podría explicarse por la dinámica de las masas de agua presentes en un cuerpo de gran extensión y profundidad, como el lago Mayor.

- **Lago Menor**
  El lago Menor, que ha sido evaluado entre los años 2013 y 2018, presenta los siguientes parámetros recurrentes: conductividad eléctrica, pH de carácter básico y nitrógeno total. Entre los parámetros no frecuentes destacan: coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, oxígeno disuelto (OD) y selenio (Se), comparados con la categoría 4 de los ECA para Agua. Cabe indicar que las fuentes contaminantes en este sector del lago provienen del ámbito boliviano a través de las descargas y residuos municipales.

D. Impactos sobre la salud de las personas

El *informe Análisis de la situación de salud del Perú* (Minsa, 2010), elaborado por la Dirección General de Epidemiología del Minsa, indica que la salud puede verse comprometida cuando agentes externos como bacterias, virus, parásitos o tóxicos contaminan el agua potable, ya sea en la fuente o en el sistema de abastecimiento de agua.

La enfermedad diarreica aguda (EDA) es un problema de salud común en la población, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Es una enfermedad generalmente autolimitada que obedece a múltiples etiologías. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la EDA causa la muerte de 760 000 niños menores de cinco años, generando más de mil millones de episodios. Los episodios múltiples de diarrea en el primer año de vida pueden deteriorar el estado nutricional y causar graves secuelas.

En el año 2015 se han notificado al Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades del Minsa un total de 1 116 554 episodios de EDA; 7,9 % mayor que lo reportado en 2014 (1 034 922). Cabe resaltar que en 2015 se han reportado 53 defunciones por EDA, 32,9 % menos que lo reportado en 2014 (79). La distribución por departamentos es variada: en el departamento de Huánuco el incremento fue del 43,7 %, en el Callao de 22,6 % y en Arequipa de 15,5 %, mientras que ha habido departamentos que reportaron un descenso respecto de los episodios de EDA. Entre ellos se encuentran el departamento de Apurímac (19 %), Amazonas (16,7 %) y San Martín (11,2 %).

Cuadro 4.6. Niños y niñas menores de cinco años afectados con EDA, según departamento, 2014-2019

Departamento	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	27 847	21 855	15 725	9484	14 400	15 175
Áncash	25 483	25 479	19 298	16 845	17 000	16 300
Apurímac	12 494	10 393	10 100	7469	9812	9600
Arequipa	33 486	36 979	31 645	19 458	27 178	25 274
Ayacucho	19 364	19 150	14 150	11 248	12 588	12 104
Cajamarca	49 618	48 655	30 898	26 910	26 031	26 736
Prov. Const. del Callao	7627	8763	7749	6213	5917	5323
Cusco	31 618	32 048	21 734	18 518	19 281	18 801
Huancavelica	12 966	12 755	9516	8000	9717	9388
Huánuco	23 734	21 830	17 956	10 536	17 691	17 426
Ica	18 947	20 062	14 919	11 901	13 381	14 072
Junín	27 253	26 744	20 097	16 024	19 040	20 021
La Libertad	32 874	29 666	23 139	17 064	18 506	23 774
Lambayeque	14 851	18 078	17 985	8 275	13 803	16 349
Lima	94 120	77 652	71 491	60 016	67 561	71 241
Loreto	34 338	34 777	22 670	18 728	23 920	26 004
Madre de Dios	6472	6017	4950	4423	4597	4470
Moquegua	3252	2995	2586	1920	1977	1883
Pasco	7906	11 141	9670	7200	8288	8758
Piura	49 156	40 537	33 060	20 082	27 169	29 322
Puno	13 582	12 289	10 527	7207	9531	9241
San Martín	28 974	25 510	16 876	11 831	14 772	14 802
Tacna	6711	6831	5742	3513	5269	4809
Tumbes	3626	4092	4490	3574	3598	3675
Ucayali	17 410	21 898	17 116	15 320	15 159	18 558
Total	**603 709**	**576 196**	**454 089**	**341 759**	**406 186**	**423 106**

Fuente: Minsa. (s.f.).

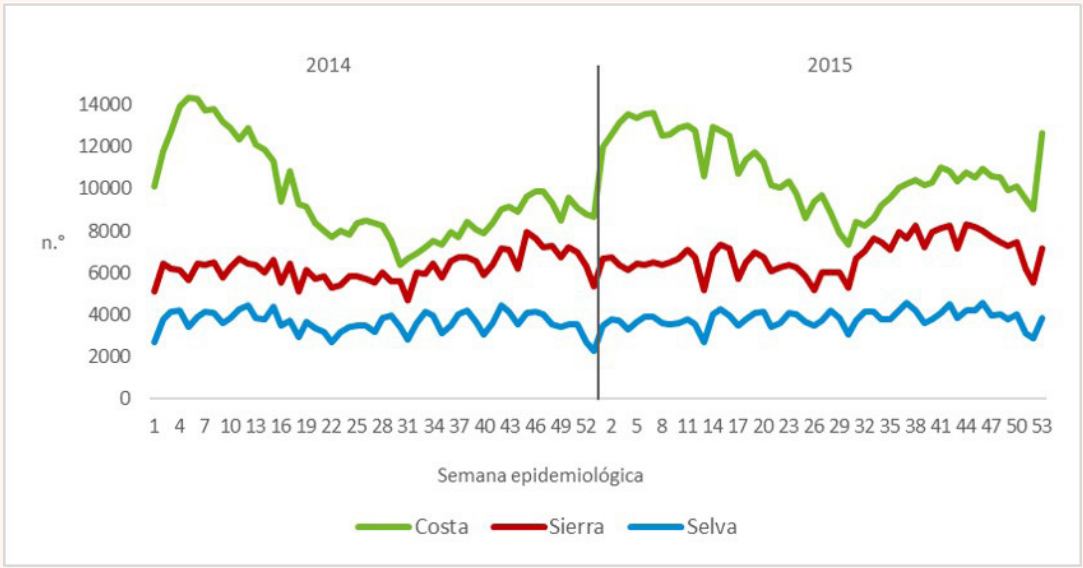
En el Perú, los episodios de EDA en el periodo 2014-2015 muestran un descenso. Se presentan mayores episodios en las primeras semanas del año (época de verano) en la Costa, debido al clima, que favorece la diseminación de las bacterias por las altas temperaturas y que al mismo tiempo aumenta el riesgo de deshidratación.

Gráfico 4.16. Número de episodios de EDA por grupo de edad, 2014-2015

Fuente: Minsa. (s.f.).

Por el contrario, en la Sierra y Selva los episodios tienen lugar, principalmente, en los últimos meses del año (época de lluvias). Asimismo, mientras la tendencia en la Costa y Sierra va en descenso, en la Selva va en incremento.

Gráfico 4.17. Número de episodios de EDA por región geográfica, 2014-2015



Fuente: Minsa. (s.f.).

El Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades realiza la vigilancia epidemiológica nacional de las EDA consolidada por semanas. Sin embargo, los datos de la vigilancia no se pueden utilizar para relacionar el incremento o descenso de los episodios de EDA con la calidad del agua, debido a que sus causas son multifactoriales.

4.1.3. Suelo y tierra

El suelo es el medio de soporte para el desarrollo de la mayoría de las actividades del ser humano; sin embargo, en su condición de recurso no renovable, no recibe la atención necesaria para su adecuada gestión, sufriendo así diversos procesos de degradación como desertificación, erosión y salinización. La presión a la que es sometido el recurso suelo es constante debido a su aprovechamiento con fines agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización (FAO, 2015), lo que facilita el desarrollo de los procesos de degradación.

La tierra es la porción terrestre de la biosfera que funciona como un sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otras biotas y los procesos ecológicos e hidrológicos que tienen lugar dentro del sistema (CNULD, 2017). La tierra proporciona la base principal para el sustento y el bienestar humano, incluido el suministro de alimentos, agua dulce y muchos otros servicios de los ecosistemas, así como la biodiversidad. En algunos espacios, la tierra es entendida como sinónimo de suelo y no se dimensiona como un sistema complejo, uno de cuyos componentes es el suelo.

El desarrollo de las actividades económicas ha generado la presencia de sustancias contaminantes en el suelo que, con el paso de los años, se han ido acumulando y se están convirtiendo en situaciones de riesgo para el ambiente y la salud de las personas. En particular, el incremento de la minería ilegal e informal en varios departamentos del país está generando pasivos ambientales que representan potenciales riesgos al ambiente y a la salud de las poblaciones circundantes.

4.1.3.1. Desertificación

La magnitud del proceso de degradación de las tierras por el que atraviesa el país se debe en gran medida al factor humano, sin restar peso a factores naturales de envergadura tales como las variaciones climáticas y la ocurrencia de eventos extremos (sequías, fenómeno El Niño, entre otros). Los factores antrópicos causantes de la desertificación corresponden, principalmente, a decisiones de manejo productivo inadecuado tales como prácticas agrícolas, agropecuarias, forestales y mineras no sostenibles, que se han desarrollado sobre la base de un cambio de uso del suelo, avanzando sobre los ecosistemas naturales.

En la costa norte se observa, por ejemplo, la tala indiscriminada del bosque seco, con la finalidad de obtener combustible barato, mientras que en los páramos de Cajamarca o en las punas de Huancavelica, Ayacucho, Cusco y Puno hay un uso intensivo del suelo y prácticas inadecuadas de cultivo. Cabe mencionar que las regiones donde se concentran las tierras secas (principalmente en la Costa y Sierra), muestran una evolución creciente de la deforestación (al igual que en el resto del país), que se ha incrementado al año 2000 en más de un millón de hectáreas en un período de quince años.

En lo que respecta a la vulnerabilidad social, la mayor parte de las áreas en proceso de desertificación y desertificadas del Perú albergan poblaciones con índices de desarrollo humano de medios a bajos. En efecto, diversos estudios destacan la relación existente entre agricultura, desertificación y pobreza, pero a su vez advierten que, más que identificar si los pobres causan desertificación o si la desertificación incrementa la pobreza, lo cierto es que los pobres son los más afectados por la desertificación debido a que son altamente dependientes de la agricultura —y, por ende, de la productividad de la tierra— para su sostenimiento.

Los factores naturales también tienen un gran peso. No existe una equivalencia entre sequía y desertificación, pero es indiscutible la importancia de los períodos de sequía en los procesos de desertificación, por lo que períodos prolongados de sequía sobre tierras que son sometidas a un uso indebido o abusivo por el hombre se agrava si las variaciones climáticas son persistentes o muy acentuadas y aparecen los procesos de desertificación.

Estudios sobre la desertificación para identificar los principales impulsores de cambio que desencadenan estos procesos son: el aumento el aumento de la aridez, los impactos de la actividad agrícola y ganadera, extracción de productos maderables y otros de la vegetación e impactos del crecimiento de infraestructura de tipo agrícola, carreteras, urbana e industria extractiva.

4.1.3.2. Cambios en la cobertura vegetal, en el uso de la tierra y deforestación

La deforestación es una de las principales causas de pérdida forestal en la Amazonia. En el Perú, la deforestación es promovida principalmente por la agricultura de menor escala, la minería artesanal y la construcción de vías (Smith y Schwartz, 2015).

Cabe indicar que, actualmente, la capacidad de discriminar los cambios que ocurren en los bosques está relacionada con la que tienen los satélites de detectar estos cambios y la escala a la que se quiere identificar. A continuación, se muestran los datos generados para el último periodo de análisis, entre 2013 y 2016.

Cuadro 4.7. Cambio de uso de la tierra, 2013-2016

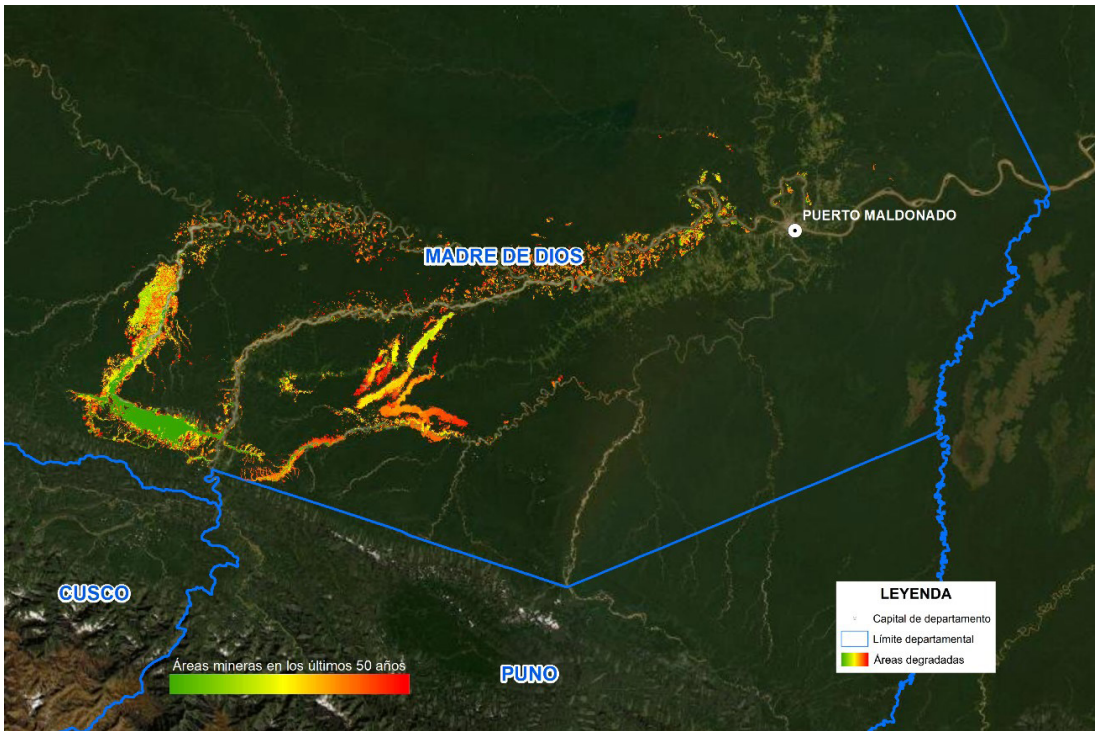
Cambio de Uso			2016											
			Tierras forestales			Tierras agrícolas	Praderas		Humedales		Asentamientos		Otras tierras	
			Bosques	Coberturas inundables en bosque	Vegetación secundaria	Agricultura	Pastizales/ Herbazales	Sabanas hidromórficas	Cuerpos de agua	Coberturas inundables en no bosque	Áreas artificales	Áreas mineras	Suelo desnudo	
2013	Tierras forestales	Bosques	62 731 403		184 136	247 839	38 083		2558		8662	12 197	709	63 225 587
		Coberturas inundables en bosque		6 000 606	1751	1775	243		32		94	363	245	6 005 108
		Vegetación secundaria			3 423 932	65 741	9534		4517		704	1373	481	3 506 283
	Tierras agrícolas	Agricultura			75 378	1 533 855	2616		1572		208	111		1 613 740
	Praderas	Pastizales/ Herbazales			13 071	44 841	1 644 982		1806		1550	706	323	1 707 279
		Sabanas hidromórficas						3774						3774
	Humedales	Cuerpos de agua			666	599			2 022 756			25		2 024 046
		Coberturas inundables en no bosque				236			272	88 597		25		89 130
	Asentamientos	Áreas artificales			583	238					54 282			55 103
		Áreas mineras			2077	119	55		139			42 423		44 812
	Otras tierras	Suelo desnudo			1409	202	26		116				26 536	28 289
			62 731 403	6 000 606	3 703 002	1 895 445	1 695 538	3 774	2 033 770	88 597	65 499	57 222	28 294	

Fuente: MINAM. (2017a).

Como ejemplo de estos cambios de las coberturas y usos, se puede mencionar cómo las superficies de bosques cambiaron a áreas mineras en el departamento de Madre de Dios (por la actividad minera aluvial aurífera), una región ampliamente comentada y estudiada por el impacto que viene generando esta actividad por la deforestación y degradación de miles de hectáreas. Esto ha provocado un impacto negativo en los componentes del ecosistema, así como en la sociedad, donde existen temas de explotación infantil, la trata de personas, la prostitución, el contrabando, el sicariato, entre otros, que aparecieron con esta actividad minera desde hace más de cincuenta años. Adicionalmente, se puede mencionar que el mal manejo y uso del territorio producto de esta actividad minera ilegal e informal tiene una relación directa con el precio del oro en el mercado mundial, que, sumado a otros factores locales, sigue impactando la región amazónica en el Perú. Al año 2017, el MINAM logró mapear el histórico de superficie deforestada por actividad minera ilegal e informal en el departamento de Madre de Dios, el cual sumó un aproximado de 70 000 hectáreas[72].

[72] Sistema de Detección Temprana y Vigilancia Ambiental- Sideteva, implementada por el MINAM (http://geoservidorperu.minam.gob.pe/sideteva/news/news/publicdetail?id=23).

Figura 4.6. **Áreas mineras identificadas en el departamento de Madre de Dios, 2017**



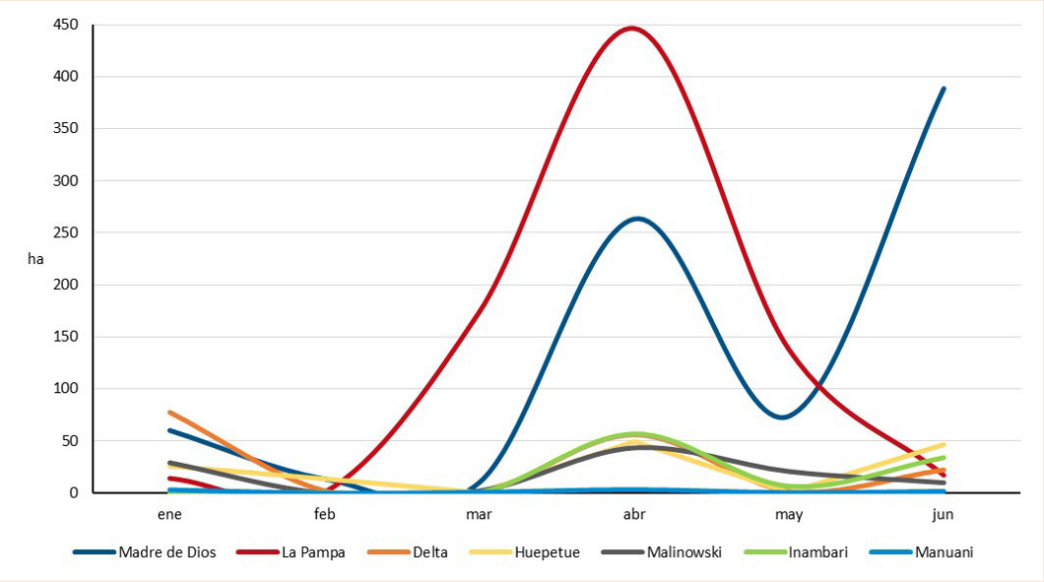
Fuente: MINAM. (s.f.).

FOTO: MINAM

Monitoreo a la actividad minera y apertura de caminos

Se realizó un informe especial sobre la deforestación por minería en el departamento de Madre de Dios, correspondiente al periodo enero-junio de 2019. Para este estudio se clasificó el ámbito afectado por minería en siete zonas: La Pampa, Madre de Dios, Delta, Huepetuhe, Malinowski, Inambari y Manuani. Como resultado, la zona denominada "La Pampa" presentó una reducción en la deforestación, a partir del mes de abril, del 90 %, mientras que la zona "Madre de Dios" registró un incremento de la deforestación a partir de abril.

Gráfico 4.18. Comparación de la deforestación en zonas mineras



Asimismo, se identificó que durante 2018 se realizó la apertura de 1175 kilómetros de caminos en el bosque que tienen impacto en la deforestación. El 94 % de estos caminos estuvo distribuido en tres departamentos: Ucayali (432,9 km), Madre de Dios (350,2 km) y Loreto (319,6 km).

Fuente: MINAM. (2020c).

Haciendo uso de la herramienta Terra-i Perú[73], se genera información para el monitoreo de los cambios en la cobertura vegetal, gracias al trabajo conjunto desarrollado con el Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT). Terra-i utiliza en su análisis imágenes satelitales NDVI de MODIS para una serie de tiempo desde el año 2000 y descargada de manera continua cada dieciséis días desde la plataforma de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), que a través de un conjunto de algoritmos y de redes neuronales es capaz de detectar las anomalías o desviaciones en el patrón habitual de la vegetación. Los datos generados, se actualizan mensualmente, y se puede acceder a ellos a través de la plataforma del Geoservidor[74] del MINAM, y desde la plataforma de Terra-i Perú. Resultado del monitoreo permanente se puede apreciar las superficies de cambio, entendido como pérdida de cobertura por cada ecosistema terrestre natural para la Costa y Sierra del Perú.

[73] Centro Internacional de Agricultura Tropical. (s.f.). *Terra-I Perú. Terra-i* [Web] . Recuperado de http://www.terra-i.org/terra-i/data/data-terra-i_peru.html

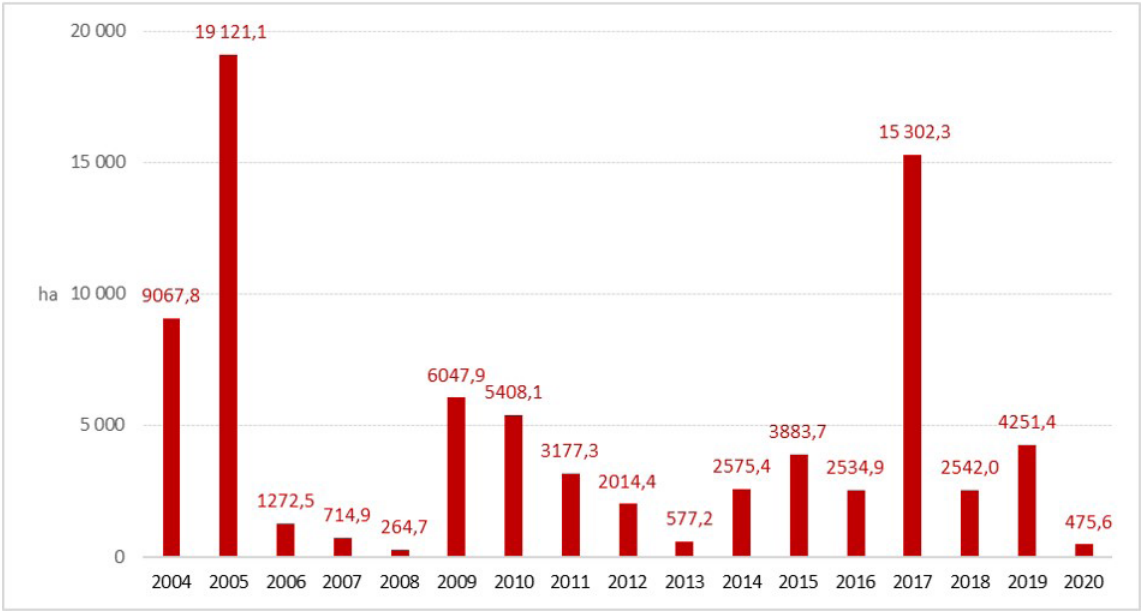
[74] Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Cobertura y uso de la tierra* [Web]. Recuperado de https://geoservidor.minam.gob.pe/monitoreo-y-evaluacion/monitoreo-de-cambio-de-la-cobertura-de-la-tierra-terra-i-peru/

Cuadro 4.8. Pérdida anual de cobertura vegetal en la Costa y Sierra, 2004-2020

Región Natural	Ecosistema	Superficie de ecosistemas monitoreados	Total de superficie de pérdida (ha)	% de pérdida respecto a superficie del ecosistema
Sierra	Bofedal	548 174,4	310,8	0,1
	Bosque estacionalmente seco interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	535 871,6	12 926,6	2,4
	Bosque relicto altoandino (Queñoal y otros)	156 973,4	35,6	0,0
	Bosque relicto montano de vertiente occidental	90 703,9	1417,0	1,6
	Jalca	1 340 320,6	196,3	0,0
	Matorral andino	10 304 035,9	16 478,8	0,2
	Pajonal de puna húmeda	11 981 914,0	1000,2	0,0
	Pajonal de puna seca	4 887 186,9	265,2	0,0
	Páramo	82 948,5	20,6	0,0
	Zona periglaciar y glaciar	2 959 578,4	727,5	0,0
Costa	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	1 663 769,7	21 212,7	1,3
	Bosque estacionalmente seco de llanura	1 099 469,0	2753,3	0,3
	Bosque estacionalmente seco ribereño (Algarrobal)	40 949,0	460,5	1,1
	Bosque tropical del Pacífico (Tumbes)	20 692,1	3359,4	16,2
	Desierto costero	6 826 305,7	4677,7	0,1
	Loma costera	291 473,8	12 039,1	4,1
	Manglar	4032,9	132,9	3,3
	Matorral xérico	39 019,5	1315,9	3,4
	Total	**114 996 277,9**	**58 117,4**	

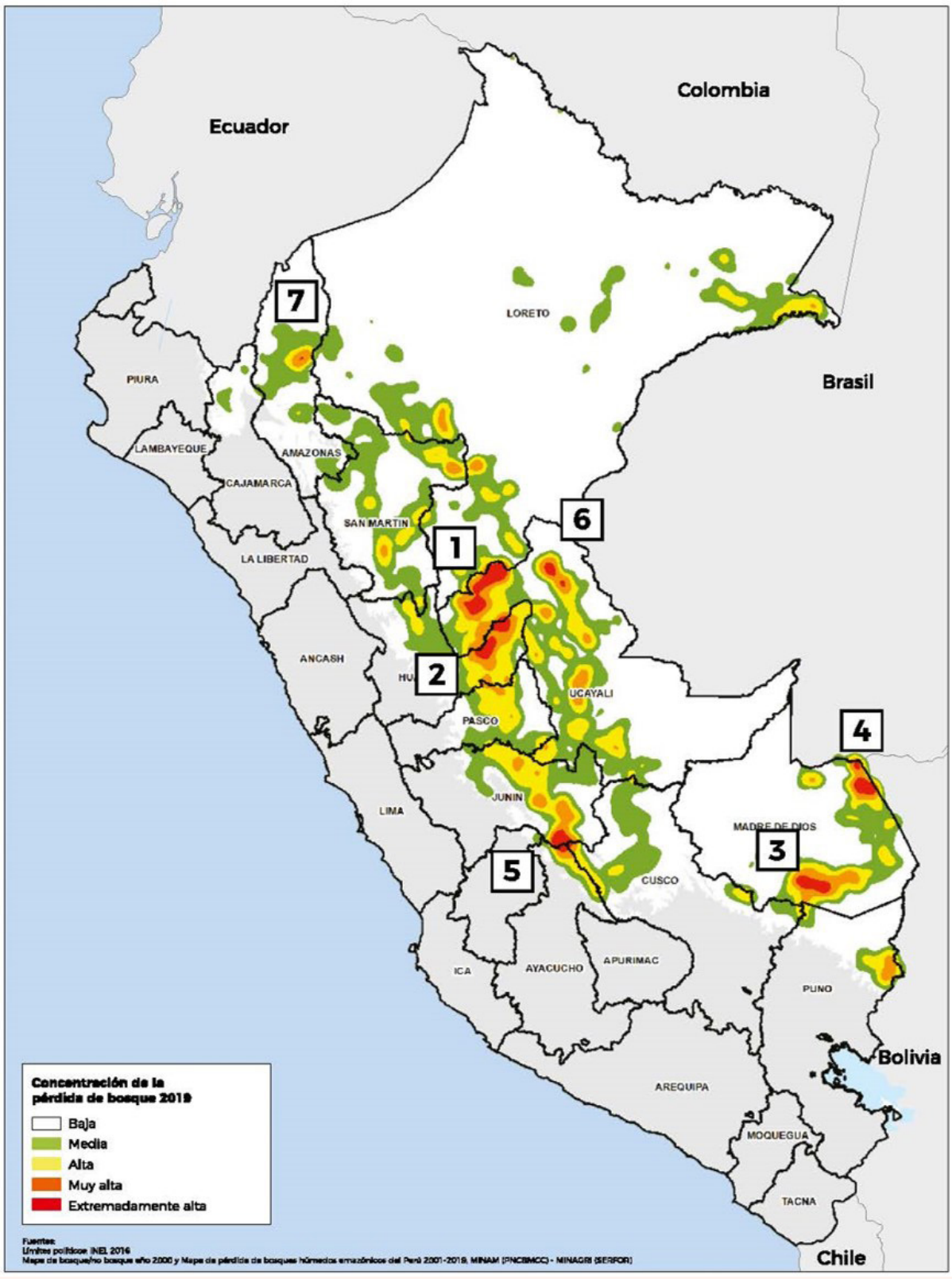
Fuente: MINAM. (s.f.).

Gráfico 4.19. Pérdida anual de cobertura vegetal en la Costa y Sierra, 2004-2020



Fuente: MINAM. (s.f.).

Mapa 4.0. **Concentración de la pérdida de cobertura de los bosques húmedos amazónicos, 2019**



Fuente: MINAM. (2021a).

Durante el año 2019, la pérdida de bosques calificada de muy alta y extremadamente alta se ha concentrado en siete frentes:

1. Frente Ucayali: entre los distritos de Nueva Requena, Curimana y Padre Abad, departamento de Ucayali.
2. Frente Huánuco: distritos de Tournavista, Puerto Inca y Codo de Pozuzo, departamento de Huánuco.
3. Frente Madre de Dios 01: la zona ubicada entre los distritos de Inambari y Madre de Dios, departamento de Madre de Dios.
4. Frente Madre de Dios 02: la zona ubicada entre los distritos de Iberia y Tahuamanu, departamento de Madre de Dios.
5. Frente VRAEM: entre las fronteras de los departamentos de Junín, Cusco y Ayacucho
6. Frente Callería: ubicado en el distrito de Callería, departamento de Ucayali.
7. Frente Nieva: en el distrito de Nieva, departamento de Amazonas.

Se elaboró un análisis de las categorías territoriales, para lo cual se integraron dieciséis categorías de bosques húmedos amazónicos. Las áreas donde no existe ningún nivel de gestión asignado se han *denominado áreas no categorizadas* y es donde ocurrió el 30,12 % de la pérdida de bosques que se registró en 2019; en segundo lugar, encontramos a las comunidades nativas tituladas, que representan el 21,11 % de la pérdida de 2019, y así consecutivamente, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.9. Pérdida de bosque identificada por categoría territorial, 2019

Categorías territoriales	Superficie (ha)	%
No categorizado	52 322	33,81
Comunidades nativas tituladas	29 753	19,22
BPP en reserva	21 285	13,75
Concesión maderable	20 089	12,98
Predios rurales	16 856	10,89
Áreas naturales protegidas	3309	2,14
Concesión para conservación	2407	1,55
Concesión para reforestación	2157	1,39
Concesión para otros productos del bosque - castaña y shiringa	2037	1,32
Comunidades campesinas tituladas	1770	1,14
Concesión para ecoturismo	1188	0,77
Humedales en la Amazonía	1060	0,68
Áreas de conservación regional	305	0,20
Reservas territoriales	198	0,13
Áreas de conservación privada	24	0,02
Concesión de área de manejo de fauna silvestre	8	0,00
TOTAL	154 766	100,00

Fuente: MINAM. (2021a).

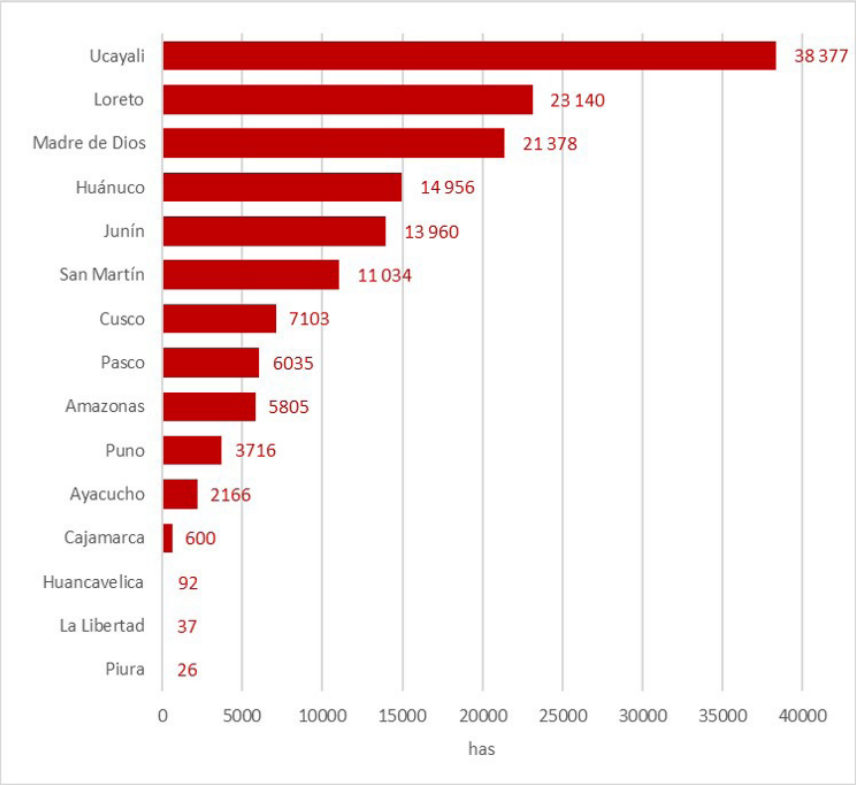
Durante 2019, la pérdida de bosque húmedo amazónico fue de 148 426 hectáreas, que representa 4,1 % menos en comparación con lo reportado en 2018 (154 766 hectáreas). Esto indica que la pérdida de bosques sigue manteniéndose en alrededor de las 150 000 hectáreas. La superficie de bosque húmedo amazónico remanente al 2019 fue de 68 274 160 hectáreas y ocupa el 53,1 % del total de superficie del país. En promedio, la pérdida promedio de bosque húmedo amazónico para el periodo 2001 - 2019 fue de 128 069 hectáreas. En el periodo 2001-2019 se registró una pérdida total de 2 433 314 hectáreas.

Al comparar la pérdida de bosques del año 2019 con la identificada en el 2018 se observa que en diez de los quince departamentos donde se distribuyen los bosques húmedos amazónicos se registró una reducción de la pérdida de bosques, y en los otros cinco se presentó un incremento.

Entre los departamentos que lograron reducir su pérdida de bosques, en comparación con lo reportado en 2018, destacaron: La Libertad (-73,9 %), Piura (-56,6 %), Cajamarca (-52,9 %) y San Martín (-48,3 %). Por su parte, el departamento con bosques amazónicos que más incrementó su deforestación es Huancavelica (411,1 %), seguido de Junín (64,2 %) y Ucayali (47,6 %).

En el ranking de los departamentos que presentan mayor nivel de pérdida de bosques, Ucayali (38 377 ha) ocupa el primer lugar, seguido por Loreto (23 140 ha) y Madre de Dios (21 378 ha).

Gráfico 4.20. Pérdida de bosques húmedos amazónicos por departamento de forma descendente, 2019

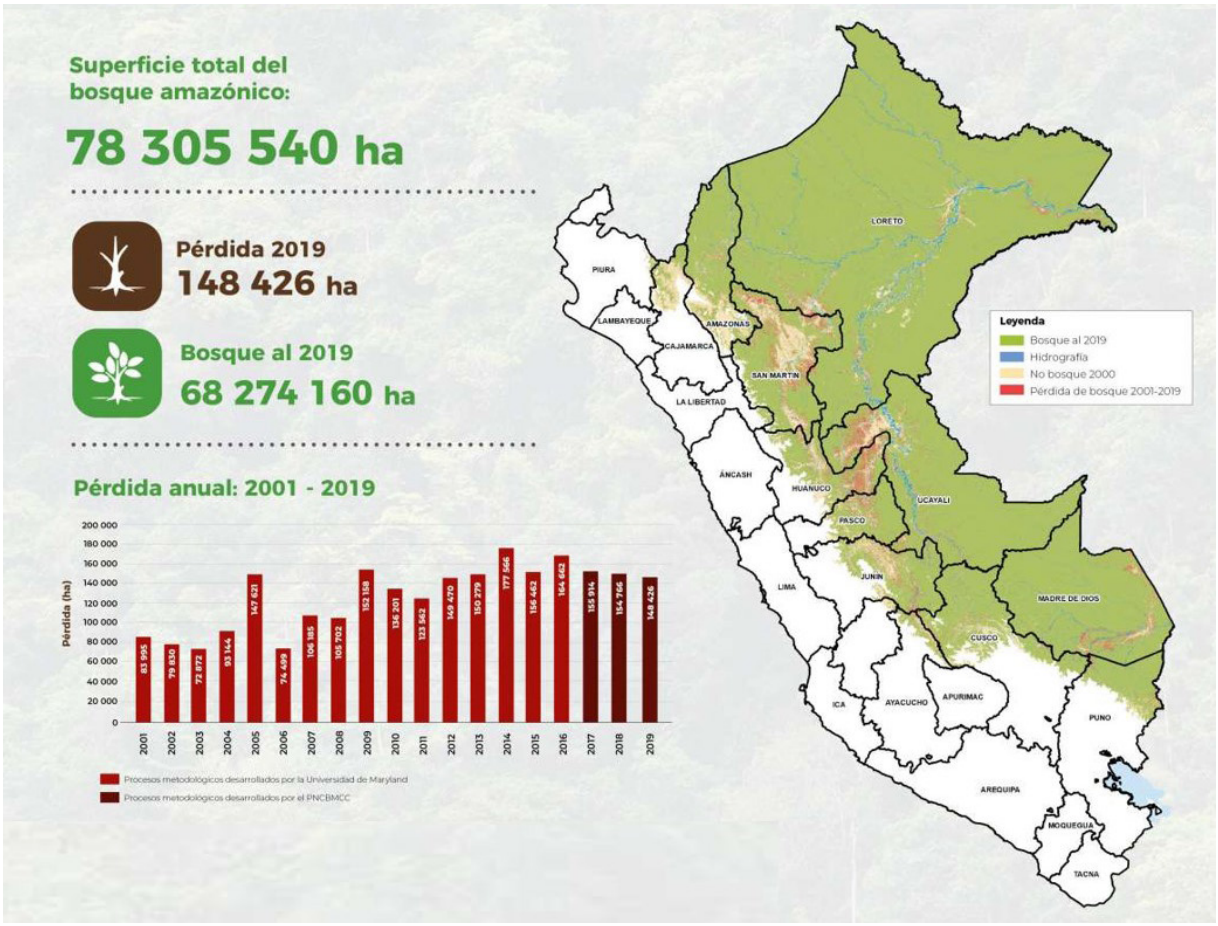


Fuente: MINAM. (2021a).

Entre 2001 y 2019, el Perú ha perdido aproximadamente 2,4 millones de hectáreas forestales; con lo que, al año 2019, se estimó finalmente 68,3 millones de hectáreas de bosques en el país (MINAM, 2017b). En cuanto a las plantaciones forestales, en el Registro Nacional de Plantaciones Forestales del Serfor se tienen 1825 plantaciones registradas, equivalentes a 11 664,70 hectáreas (Serfor, 2021). Según el Minagri (2018), el 85 % de la deforestación es ocasionada por muy pequeños productores, con escaso nivel tecnológico en la conducción de su actividad, ocasionando la pérdida de sostenibilidad y capacidad productiva de sus predios y determinando el fenómeno de la agricultura migratoria.

Esta pérdida se ha visto potenciada por la debilidad institucional para frenar la deforestación y la baja valoración que se hace del bosque en pie y de los servicios ecosistémicos que provee. Además, la investigación sobre la adaptación de cultivos introducidos en regiones donde antes no se producían es casi inexistente. También siguen presentándose conflictos en tierras indígenas debido a la ausencia de titulación. Según la Cepal y OCDE (2016), ello conduce al aumento de los conflictos socioambientales, limita el aprovechamiento eficiente de los recursos agroforestales y frena la investigación, debido a la inseguridad jurídica.

Figura 4.7. **Cobertura y pérdida de bosque húmedo amazónico al 2019**



Fuente: MINAM. (2021b).

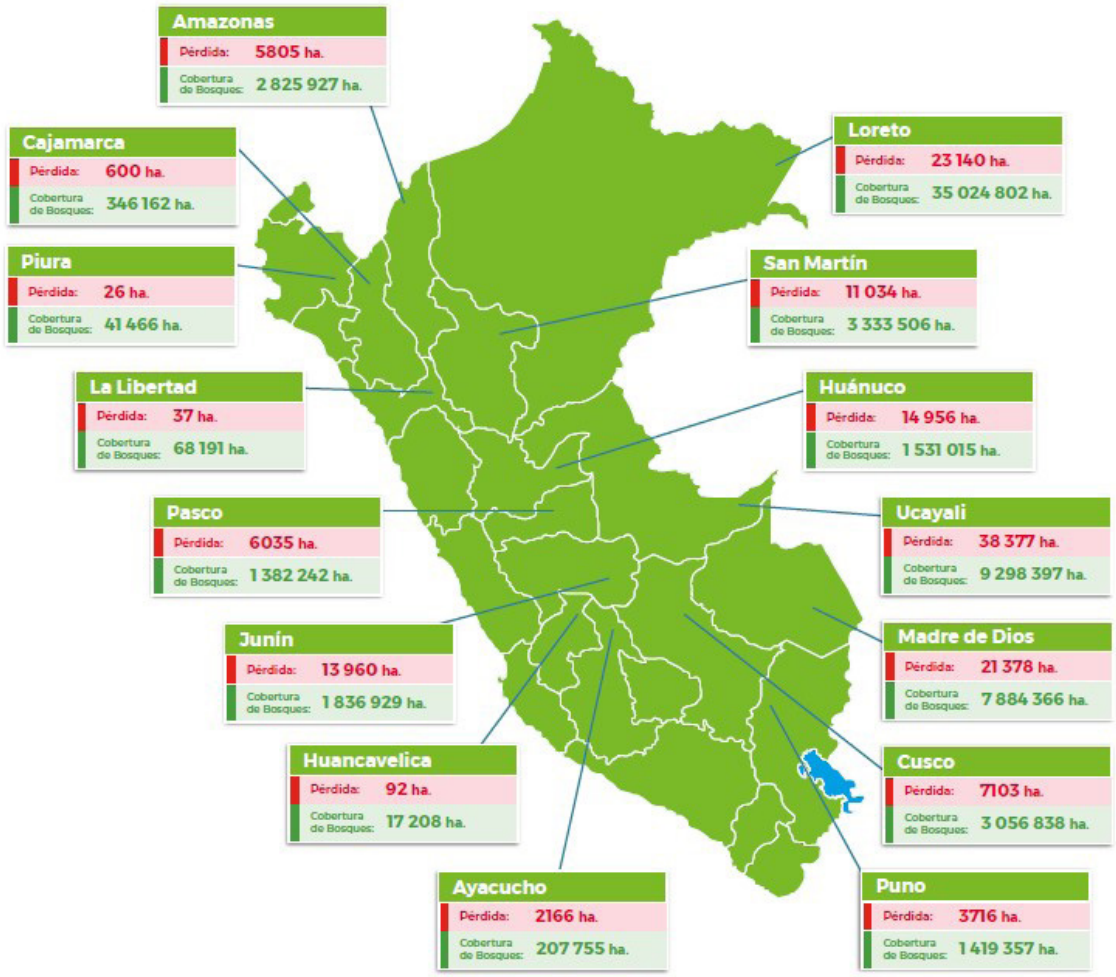
FOTO: MINAM

Cuadro 4.10. Pérdida de cobertura de bosques húmedos amazónicos, 2014-2019

Departamento	No bosque al 2000[1]	Pérdida de bosque[2] 2001 - 2019 (monitoreo de la pérdida)								Hidrografía[3]	Bosque al 2019[4]	
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total 2001-2019				
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%	ha	ha	%
Amazonas	649 695	5199	6931	6984	8455	7453	5805	94 084	3,87	60 674	2 825 927	4,14
Ayacucho	111 959	773	813	980	2781	1744	2166	17 517	0,72	8312	207 755	0,30
Cajamarca	402 990	1147	1074	1890	2222	1276	600	19 275	0,79	3391	346 162	0,51
Cusco	439 107	5087	4808	5700	12 181	9643	7103	90 543	3,72	86 068	3 056 838	4,48
Huancavelica	50 377	76	73	239	19	18	92	1105	0,05	221	17 208	0,03
Huánuco	472 636	27 596	22 912	18 198	19 236	16 560	14 956	333 880	13,72	51 375	1 531 015	2,24
Junín	471 325	12 277	9053	16 377	11 427	8497	13 960	165 201	6,79	49 327	1 836 929	2,69
La Libertad	12 996	49	106	78	107	142	37	1112	0,05	649	68 191	0,10
Loreto	889 424	37 564	31 668	37 151	19 082	26 203	23 140	453 421	18,63	1 134 292	35 024 802	51,30
Madre de Dios	180 065	15 767	17 802	17 055	23 669	23 492	21 378	231 111	9,50	205 264	7 884 366	11,55
Pasco	218 989	9987	7478	7503	8090	5610	6035	115 344	4,74	24 049	1 382 242	2,02
Piura	39 100	65	112	200	465	60	26	3316	0,14	287	41 466	0,06
Puno	120 263	2942	1816	2109	5774	6701	3716	37 009	1,52	33 266	1 419 357	2,08
San Martín	1 015 846	26 400	22 101	20 589	12 501	21 376	11 034	447 546	18,39	71 514	3 333 506	4,88
Ucayali	520 413	32 638	29 715	29 611	29 905	25 991	38 377	422 850	17,38	274 194	9 298 397	13,62
Total	5 595 184	177 566	156 462	164 662	155 914	154 766	148 426	2 433 314	100,00	2 002 882	68 274 160	100,00

[1]No bosque al 2000: superficie deforestada hasta el 2000 (línea base).
[2]Pérdida de Bosque: superficie de pérdida de bosque monitoreado anualmente.
[3]Hidrografía: superficie de cuerpos de agua.
[4]Bosque al 2019: superficie de bosque remanente al 2019.
Promedio 2001-2019: 128 069 ha.
Superficie total monitoreada: 78 305 540 has.
*Departamentos con incremento en la pérdida de bosques.
Información generada de manera conjunta, por el MINAM a través del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), el Minagri a través de Serfor.
Nota: A partir del año 2017 en adelante la información se ha generado a partir de un proceso metodológico desarrollado por el PNCBMCC con similar nivel de detalle.
Fuente: MINAM. (2021a).

Figura 4.8. **Cobertura y pérdida de bosque húmedo amazónico por departamento, 2019**

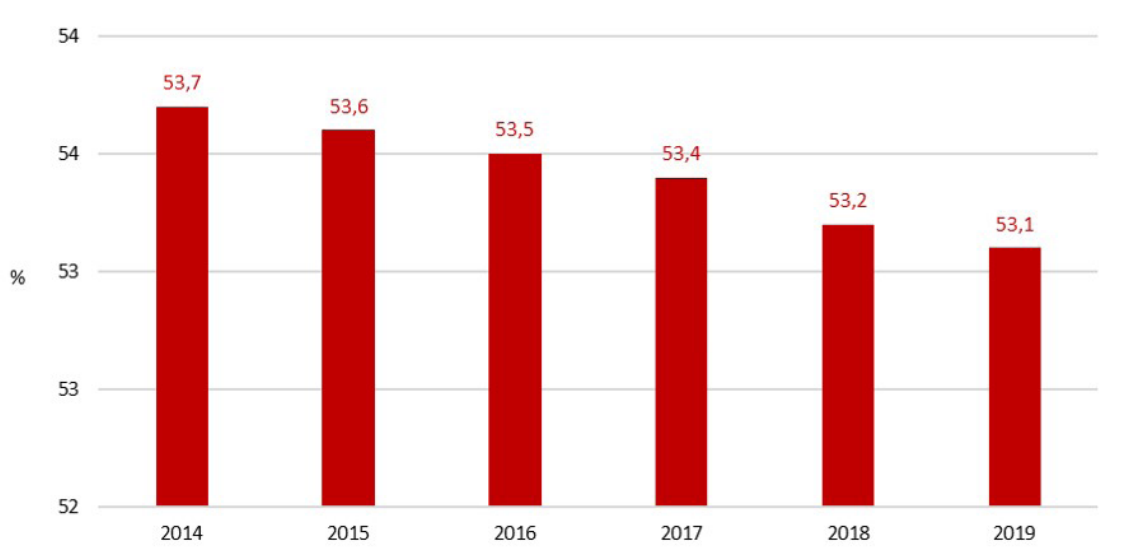


Fuente: MINAM. (2021a).

La pérdida de hábitat debido a la tala es la amenaza principal hacia los ecosistemas forestales peruanos, que también soportan consecuencias del avance de la agricultura, las actividades mineras, la caza indiscriminada y el desarrollo de carreteras.

En ese sentido, al 2019 la superficie forestal como proporción de la superficie total del territorio nacional representó el 53,1 %, comprendido en un 95 % por bosque húmedo amazónico, 4 % de bosque seco y 1 % de bosque andino, posicionándose como el noveno país en extensión de bosques del mundo y el segundo en extensión de bosques amazónicos. Esta información es representativa y contribuye en la generación y el seguimiento del indicador 15.1.1: Superficie forestal como proporción de la superficie total, del ODS 15: "Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad". Tiene como meta que, al 2020, se aseguren la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales.

Gráfico 4.21. **Superficie forestal como proporción de la superficie total del país (ODS 15.1.1.)**



Fuente: INEI. (2018j).

A. Deforestación en áreas naturales protegidas

El Sernanp recoge e incorpora las alertas tempranas de pérdida de bosques para 38 áreas naturales protegidas ubicadas en el ámbito del bioma amazónico y las clasifica en causas antrópicas o naturales mediante el uso de imágenes satelitales de mayor resolución espacial. La pérdida de la cobertura por causa antrópica o deforestación en ANP del bioma amazónico para 2019 alcanzó un valor de 1805,11 hectáreas, distribuidas de la siguiente manera:

FOTO: MINAM

Cuadro 4.11. Deforestación por ANP del bioma amazónico, 2019

Área natural protegida	Superficie ANP (ha)	Superficie deforestada (ha)
Bosque de Protección Alto Mayo	182 000,00	137,82
Bosque de Protección San Matías - San Carlos	145 818,00	258,87
Parque Nacional Bahuaja – Sonene	1 091 416,00	186,36
Parque Nacional Cordillera Azul	1 353 190,85	1,88
Parque Nacional de Tingo María	4777,00	0,72
Parque Nacional del Manu	1 716 295,22	124,54
Parque Nacional Otishi	305 973,05	25,83
Parque Nacional Sierra del Divisor	1 354 485,10	0,27
Parque Nacional Yanachaga - Chemillén	122 000,00	5,79
Reserva Comunal Amarakaeri	402 335,62	39,45
Reserva Comunal Asháninka	184 468,38	62,3
Reserva Comunal El Sira	616 413,41	641,55
Reserva Comunal Huimeki	141 234,46	1,53
Reserva Comunal Machiguenga	218 905,63	37,62
Reserva Comunal Tuntanain	94 967,68	7,11
Reserva Comunal Yanesha	34 744,70	19,12
Reserva Nacional Allpahuayo - Mishana	58 069,90	8,1
Reserva Nacional Matsés	420 635,34	0,9
Reserva Nacional Pacaya-Samiria	2 080 000,00	89,26
Reserva Nacional Pucacuro	637 953,83	10,26
Reserva Nacional Tambopata	274 690,00	68,45
Santuario Nacional Cordillera de Colán	39 215,80	7,47
Santuario Nacional Megantoni	215 868,96	10,62
Zona Reservada Río Nieva	36 348,30	31,73
Zona Reservada Santiago Comaina	398 449,44	27,56

Fuente: Sernanp. (s.f.).

FOTO: MINAM

Caso: Pérdida de bosque en distintos ecosistemas de la Amazonía peruana

Tomando en cuenta los datos de pérdida de bosque publicados en la plataforma de Geobosques del MINAM, y el mapa de ecosistemas recientemente publicado en el Geoservidor, se calculó la pérdida de bosque en ocho ecosistemas entre los años 2001 y 2016: bosque montano de Yunga, bosque altimontano de Yunga, bosque basimontano de Yunga, bosque de colina alta, bosque de colina baja, bosque de colina de Sierra del Divisor, bosque aluvial inundable y bosque de terraza no inundable.

Los resultados muestran que el ecosistema con mayor pérdida, en términos de superficie deforestada, en el periodo estudiado, fue el bosque de colina baja, con 252 291,42 hectáreas perdidas, que equivalen al 0,79 % del área que queda actualmente de dicho ecosistema.

El ecosistema que más perdió, en términos de porcentaje, fue el bosque de colina alta, con 3,37 %. El bosque de colina de Sierra del Divisor fue, en contrapartida, el que menor superficie perdió en dicho periodo, con 67,05 ha, equivalentes al 0,09 % de su superficie actual.

En las yungas, la mayor pérdida se registra a menores altitudes en el bosque basimontano y se hace menos importante en términos de superficie total perdida en el bosque altimontano.

Cuadro 4.12. Pérdida de bosque en ocho ecosistemas forestales de la amazonia peruana, 2001-2016

Ecosistema	Pérdida de bosque (ha)	Porcentanje perdido, con respecto a la superficie actual (%)
Bosque montano de Yunga	87 641,46	1,94
Bosque altimonatno (Pluvial) de Yunga	21 954,33	0,92
Bosque basimontano de Yunga	214 829,28	2,61
Bosque de colina alta	130 101,93	3,37
Bosque de colina baja	252 291,42	0,79
Bosque de colina de Sierra del Divisor	67,05	0,09
Bosque aluvial inundable	148 031,64	1,64
Bosque de terraza no inundable	100 244,70	2,09

Fuente: MINAM. (2018b).

4.1.3.3. Inadecuada gestión de sustancias químicas

El Perú es un país principalmente importador de sustancias químicas, por lo que el Estado juega un papel principal en la regulación del uso de aquellas (lo que representa un reto para la articulación efectiva de las autoridades). En ese sentido, la gestión adecuada de sustancias químicas tiene un carácter transectorial, se basa en la información actualizada y demanda el trabajo conjunto de todos los sectores involucrados. Parte de la gestión es que las sustancias químicas se utilicen y produzcan bajo un enfoque de minimización de los efectos adversos en la salud humana y el ambiente. Por lo tanto, es necesario que las sustancias químicas con características de peligrosidad estén registradas.

Los diferentes sectores con competencias en la gestión de las sustancias químicas son responsables de implementar los instrumentos necesarios para la gestión integrada de estas, los mismos que deben responder a las obligaciones suscritas en los convenios internacionales que el Perú ha firmado y ratificado.

Por otro lado, el Minsa[75] reportó que en el año 2018 se registraron 4867 casos por exposición a metales pesados, siendo el departamento de Pasco el que reportó la mayoría de estos casos.

Cuadro 4.13. Notificación de casos expuestos a metales pesados, 2018

Departamento	n.° casos expuestos	%	Tasa de exposición por 1000 hab
Pasco	3237	52,51	20,23
Callao	1623	26,33	2,88
Junín	626	10,16	16,62
Lima	291	4,72	3,05
Lambayeque	157	2,55	1,88
Ayacucho	78	1,27	2,48
Tacna	66	1,07	48,96
Ica	26	0,42	0,17
Áncash	22	0,36	0,16
Cusco	10	0,16	0,03
Huánuco	8	0,13	0,29
Arequipa	7	0,11	0,09
Madre de Dios	5	0,08	0,26
La Libertad	2	0,03	0,02
Piura	2	0,03	0,02
Cajamarca	1	0,02	0,02
Puno	1	0,02	0,07
Loreto	1	0,02	0,07
San Martín	1	0,02	0,05
Total	6164	100,00	3,13

Nota: Hasta la semana 52 (29 de diciembre de 2018).
Fuente: Minsa. (s.f.).

Además, cabe señalar que el 2,35 % del total de las notificaciones de accidentes de trabajo reportadas durante el período 2014-2019 a través del Registro Único de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Ocupacionales (SAT) del Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo (MTPE), se encuentran asociadas al contacto con productos químicos, exposición a productos químicos y contacto con plaguicidas.

4.1.3.4. Pasivos ambientales con limitada atención

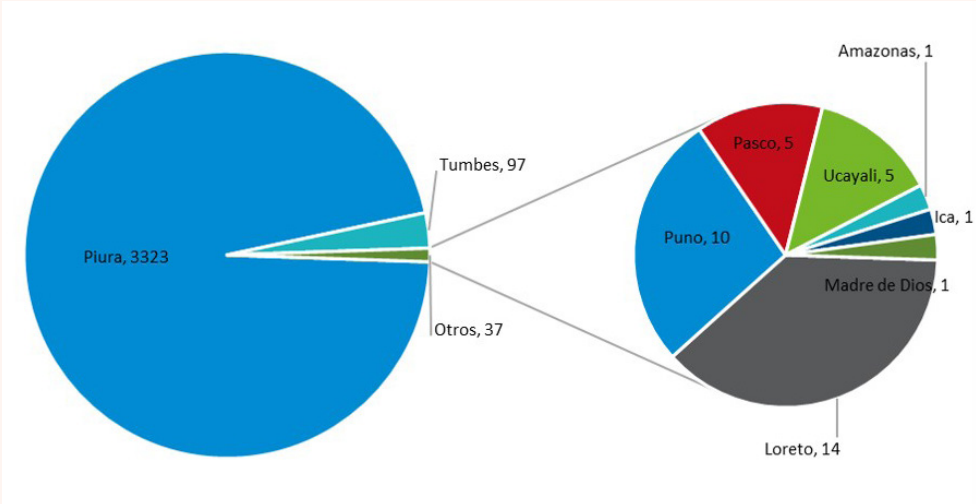
Según la Ley n.° 29134, que regula los pasivos ambientales del sector hidrocarburos, son considerados como pasivos ambientales: los pozos e instalaciones mal abandonados, los suelos contaminados, los efluentes, emisiones, restos

[75] Resolución Ministerial n.° 979-2018/MINSA, Aprobar el Documento Técnico: "Lineamientos de Politica Sectorial para la Atención Integral de las Personas Expuestas a Metales Pesados, Metaloides y Otras Sustancias Químicas

FOTO: MINAM

o depósitos de residuos ubicados en cualquier lugar del territorio nacional, incluyendo el zócalo marino, producidos como consecuencia de operaciones en el subsector. Para estos casos, se cuenta con inventarios que registran los pasivos y su ubicación, los cuales se van actualizando periódicamente. La segunda actualización del inventario de los pasivos ambientales de hidrocarburos (Resolución Ministerial n.° 273-2017-MEM/DM) da cuenta de un total de 3457 pasivos ambientales, de los cuales 3323 se encuentran en el departamento de Piura.

Gráfico 4.22. **Pasivos ambientales de hidrocarburos por departamento**

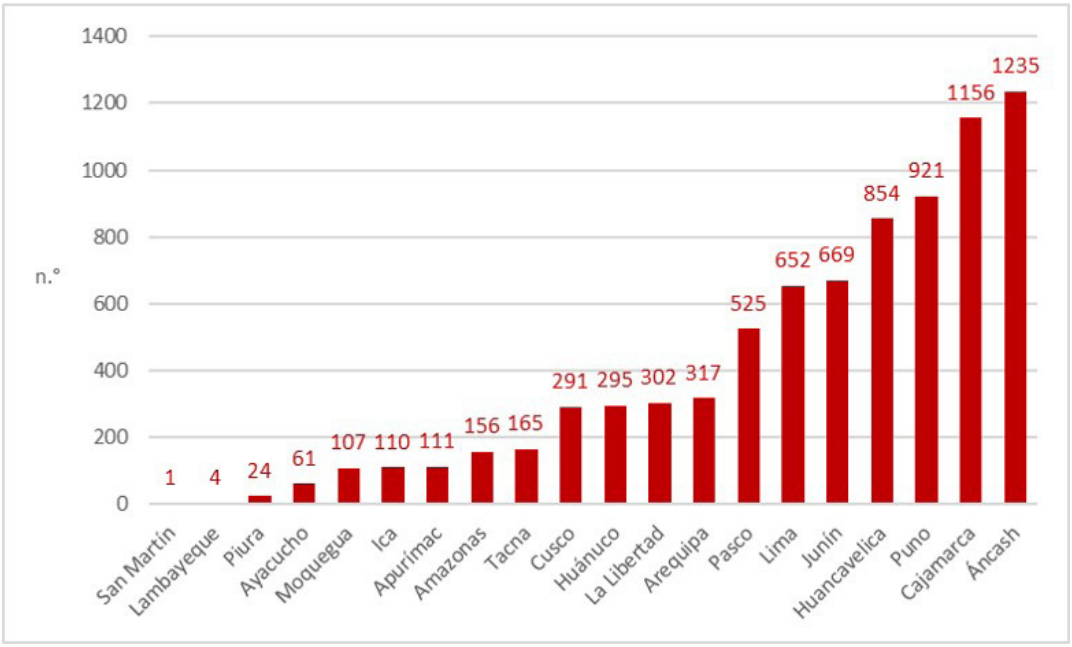


Fuente: Minem. (2017).

Así también, de acuerdo con la Resolución Ministerial n.° 238-2020-MINEM/DM que aprueba la actualización del Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros, de agosto de 2020 existen en total 7956 pasivos ambientales mineros en el país[76].

[76] Resolución Ministerial n.° 238-2020-MINEM/DM, Aprueban actualización del Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros http://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=13355

Gráfico 4.23. Inventario de pasivos ambientales mineros por departamento, 2020



Nota: Elaborado a partir de la actualización del Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros.
Fuente: Minem. (2020c).

Uno de los casos más claros de incumplimiento de obligaciones ambientales se da en la minería informal e ilegal a pequeña escala, con importantes consecuencias ambientales (destrucción de vegetación y suelos y liberación irresponsable de mercurio a las aguas y al ambiente) y sociales, potenciadas por los altos precios de los minerales en los últimos años. De acuerdo con el Registro Integral de Formalización Minera-Reinfo[77], a la fecha existen 54 453 mineros informales inscritos. No se ha podido acceder aún los que ya se encuentran formalizados.

La minería informal se realiza sin contar con todas las autorizaciones requeridas por ley, incluyendo la de contar con un instrumento de gestión ambiental aprobado que le permita identificar y controlar sus impactos. En el caso de la minería ilegal, la mayoría se desarrolla en áreas prohibidas para la minería, por su grado de sensibilidad ambiental o por los efectos devastadores que la minería tendría sobre ellas (pueden ser áreas naturales protegidas, ríos o lagunas).

4.1.3.5. Degradación del suelo por residuos sólidos

Las áreas degradadas por residuos municipales son aquellos lugares donde se realiza o se ha realizado la acumulación permanente de residuos sólidos municipales sin contar con autorización o sin las consideraciones técnicas establecidas en el Capítulo V del Título IX del Reglamento del Decreto Legislativo n.° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

En el año 2019, según lo informado por los gobiernos locales (municipalidades provinciales y distritales) al Sigersol, se ha estimado que hasta un 45,47 % (3 538 763,7 toneladas) de los residuos sólidos municipales generados habría sido vertido directamente en áreas degradadas por residuos.

[77] http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=20&idTitular=8049&idMenu=sub8048&idCateg=1442

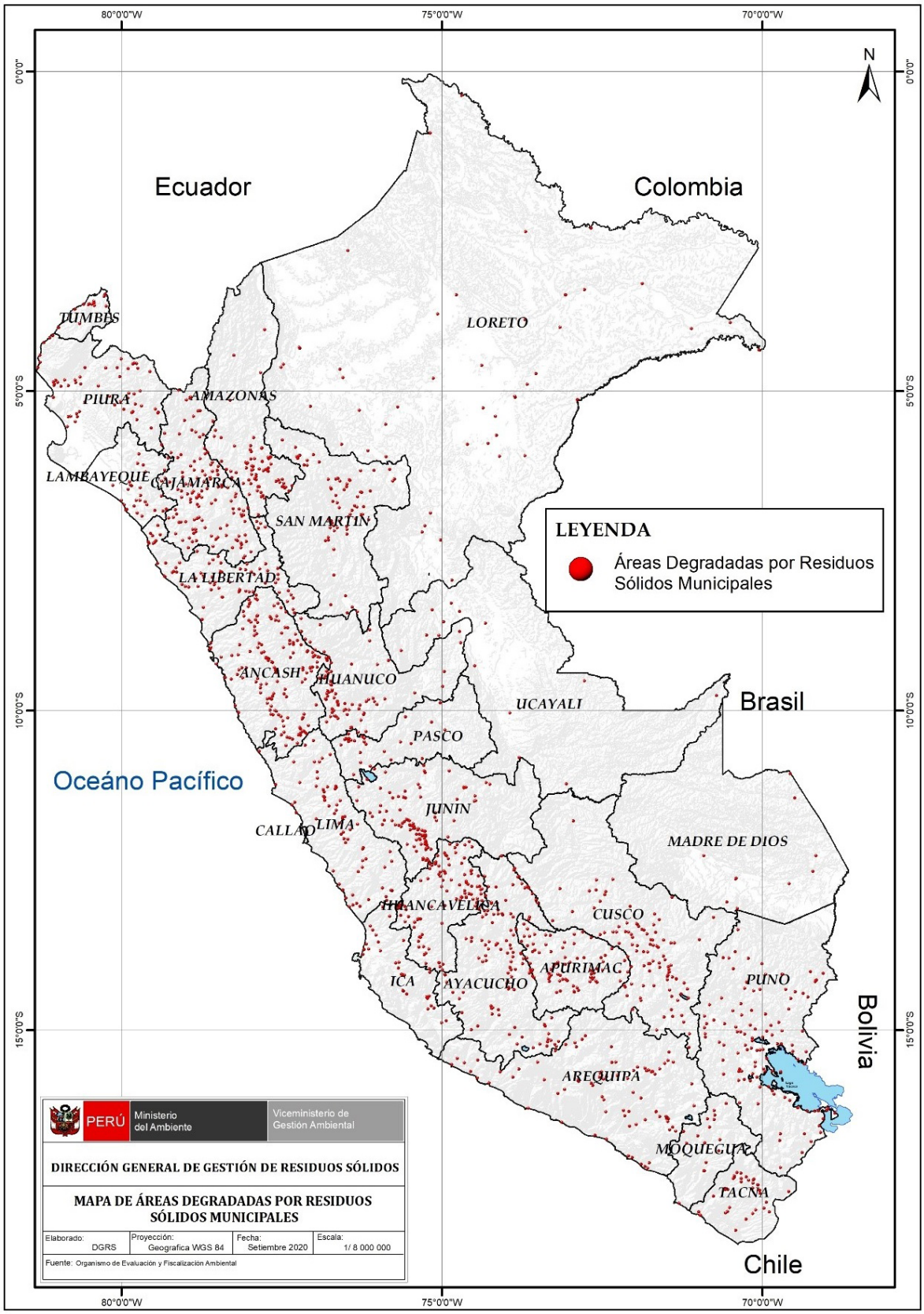
Según el inventario de áreas degradadas elaborado por el OEFA, que comprende la identificación y categorización de las áreas degradadas por residuos sólidos con la finalidad de brindar la información de los sitios que deben ser recuperados para su clausura definitiva y reconvertidos en infraestructura de residuos sólidos, al 2018-2019 se tienen identificadas y categorizadas 1585 áreas degradadas por residuos sólidos, con una superficie total de 1977,58 hectáreas.

Cuadro 4.14. Áreas degradadas en el ámbito departamental, 2018

Departamento	Superficie (ha)	n.°
Amazonas	26,84	75
Ancash	70,83	148
Apurímac	14,33	76
Arequipa	81,55	82
Ayacucho	37,18	104
Cajamarca	32,05	123
Cusco	44,2	98
Huancavelica	35	101
Huánuco	15,27	71
Ica	275,73	34
Junín	61,78	95
La Libertad	122,7	75
Lambayeque	438,08	30
Lima	179,13	71
Loreto	14,69	49
Madre de Dios	23,18	10
Moquegua	35,07	16
Pasco	17,47	26
Piura	201,31	57
Puno	71,45	111
San Martin	49,49	69
Tacna	38,45	37
Tumbes	62,76	13
Ucayali	29,02	14
Total	**1977,58**	**1585**

Fuente: OEFA. (s.f.).

Mapa 4.1. Áreas degradadas por residuos sólidos municipales, 2018



Nota: Elaborado a partir de información del OEFA
Fuente: MINAM. (s.f.).

4.1.4. Biodiversidad

La diversidad biológica que presenta el Perú es una de las más ricas del mundo. En conjunto con los diecisiete[78] países megadiversos, alberga el 70 % de la biodiversidad del planeta (MINAM, 2019b). Este rico patrimonio es aprovechado sosteniblemente por las poblaciones originarias y las comunidades indígenas, quienes con sus conocimientos tradicionales son los verdaderos guardianes de nuestra biodiversidad y el patrimonio cultural asociado.

Los ecosistemas proporcionan cuatro tipos de servicios: (i) servicios de abastecimiento: por ejemplo, el suministro de alimentos, agua, fibras, madera y combustibles; (ii) servicios de regulación: por ejemplo, la regulación de la calidad del aire y la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones y las enfermedades, y la polinización de los cultivos; (iii) servicios de apoyo: por ejemplo, ofreciendo espacios en los que viven las plantas y los animales, permitiendo la diversidad de especies y manteniendo la diversidad genética, y (iv) servicios culturales: por ejemplo, la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas y las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual (MINAM, 2019c).

La disminución de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas que afectan el desarrollo de las personas y la sostenibilidad ambiental es el problema público de las sociedades peruanas. Esta es generada, entre otras causas, por la pérdida de la diversidad biológica como consecuencia de la deforestación y degradación de bosques, el incremento de las actividades ilegales de aprovechamiento de la diversidad biológica, las prácticas no sostenibles del aprovechamiento de la diversidad biológica (ilegales e informales), la introducción de especies exóticas invasoras, la liberación ilegal de OVM al ambiente y los escasos incentivos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

4.1.4.1. Diversidad de ecosistemas

Los ecosistemas son el soporte vital de la tierra, por la biodiversidad que albergan y los servicios que brindan (MINAM, 2019d). Su gran variedad, como unidades de diferente escala, se distribuye como un enorme mosaico

[78] Países megadiversos: Australia, Brasil, China, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, India, Indonesia, Madagascar, Malasia, México, Papúa Nueva Guinea, Perú, República Democrática del Congo, Sudáfrica y Venezuela (Iberdrola, 2021).

a lo largo del territorio nacional en las tres regiones naturales (MINAM, 2019c), definiendo al Perú como uno de los países más biodiversos del mundo. Estos ecosistemas actúan como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (UN, 1992) que forma parte del patrimonio natural de la nación. Dado que proporcionan bienes y servicios a la población, se constituyen en un capital natural, por lo tanto su aprovechamiento debe ser sostenible y amparado por las políticas nacionales, sectoriales y regionales, más aún cuando existen evidencias de su alteración de manera acelerada por la acción humana debido a factores sociodemográficos, económicos y político-institucionales.

Ante la necesidad de tener un instrumento cartográfico que muestre los ecosistemas del país como unidades físicas y funcionales con el fin de apoyar la gestión pública, el MINAM aprobó, mediante Resolución Ministerial n.° 440-2018-MINAM el Mapa Nacional de Ecosistemas, con el objetivo de identificar y representar la distribución de los ecosistemas naturales continentales del país. Como resultado, se logró identificar y mapear, a escala nacional, 36 ecosistemas continentales (34 terrestres y dos acuáticos). Los ecosistemas terrestres identificados alcanzan las 127 070 832,45 hectáreas y cubren casi toda la superficie terrestre del Perú (99 %), en tanto que los ecosistemas acuáticos, representados por ríos, lagos y lagunas, alcanzan más de dos millones de hectáreas. El mapa también muestra una categoría de zonas intervenidas por el hombre, las cuales cubren una superficie de 11 985 673,37 hectáreas. A ello deben agregarse los ecosistemas marinos e islas, que se ubican dentro de las 200 millas del territorio marítimo bajo jurisdicción nacional y alcanzan las 404 991 hectáreas (MINAM, 2019c).

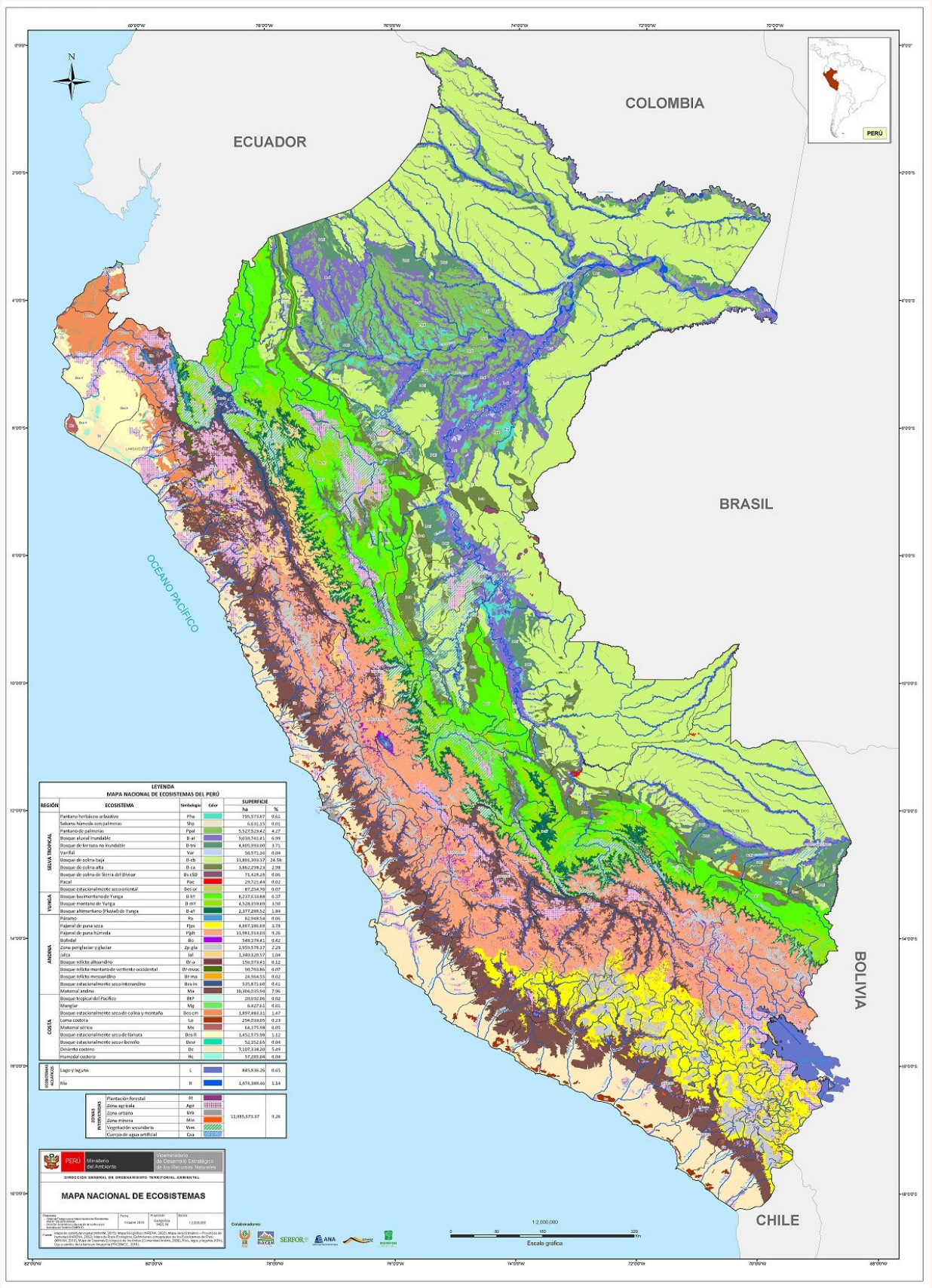
Cuadro 4.15. Categorías, número y superficie total de ecosistemas del Perú

Categorías mayores de ecosistemas	n.° de ecosistemas	Superficie (ha)
Continentales	**36**	**117 405 384,44**
a) Terrestres 1/	34	115 085 158,72
b) Acuáticos	2	2 320 225,72
Zonas intervenidas	6 unidades	11 985 673,73
Marinos e islas		**404 991,49**

1/ La suma de ecosistemas terrestres y zonas intervenidas es de 127,070,832.45 ha, lo que cubre el 98.87 de la superficie terrestre del Perú (128,521,560 ha). La suma de esta superficie con la de los ecosistemas acuáticos continentales alcanza las 129,391,058.17 ha.
Fuente: MINAM. (2019c).

FOTO: MINAM

Mapa 4.2. Ecosistemas del Perú



Fuente: MINAM. (s.f.).

Cuadro 4.16. Ecosistemas del Perú

Región	Ecosistema	Simbología	Superficie	
			ha	%
SELVA TROPICAL	Pantano herbáceo-arbustivo	Pha	795 573,87	0,61
	Sabana húmeda con palmeras	Shp	6631,15	0,01
	Pantano de palmeras	Ppal	5 527 523,42	4,27
	Bosque aluvial inundable	B-ai	9 038 741,41	6,99
	Bosque de terraza no inundable	B-tni	4 805 993,00	3,71
	Varillal	Var	50 571,36	0,04
	Bosque de colina baja	B-cb	31 801 303,37	24,58
	Bosque de colina alta	B-ca	3 862 298,23	2,98
	Bosque de colina de Sierra del Divisor	Bs-cSD	71 428,28	0,06
	Pacal	Pac	29 721,44	0,02
	Bosque estacionalmente seco oriental	Bes-or	87 254,76	0,07
YUNGA	Bosque basimontano de Yunga	B-bY	8 237 633,88	6,37
	Bosque montano de Yunga	B-mY	4 528 359,89	3,50
	Bosque altimontano (Pluvial) de Yunga	B-aY	2 377 288,52	1,84
ANDINA	Páramo	Pa	82 948,54	0,06
	Pajonal de puna seca	Pjps	4 887 186,88	3,78
	Pajonal de puna húmeda	Pjph	11 981 914,03	9,26
	Bofedal	Bo	548 174,41	0,42
	Zona periglaciar y glaciar	Zp-gla	2 959 578,37	2,29
	Jalca	Jal	1 340 320,57	1,04
	Bosque relicto altoandino	Br-a	156 973,41	0,12
	Bosque relicto montano de vertiente occidental	Br-mvoc	90 703,86	0,07
	Bosque relicto mesoandino	Br-ma	24 964,55	0,02
	Bosque estacionalmente seco interandino	Bes-in	535 871,60	0,41
	Matorral andino	Ma	10 304 035,94	7,96
COSTA	Bosque tropical del Pacífico	BtP	20 692,06	0,02
	Manglar	Mg	6427,61	0,01
	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	Bes-cm	1 897 483,31	1,47
	Loma costera	Lo	294 033,05	0,23
	Matorral xérico	Mx	64 175,98	0,05
	Bosque estacionalmente seco de llanura	Bes-ll	1 452 575,98	1,12
	Bosque estacionalmente seco ribereño	Besr	52 152,65	0,04
	Desierto costero	Dc	7 107 338,20	5,49
	Humedal costero	Hc	57 285,04	0,04
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Lago y laguna	L	845 836,26	0,65
	Río	R	1 474 389,46	1,14
ZONAS INTERVENIDAS	Plantación forestal	Pf	11 985 673,37	9,26
	Zona agrícola	Agri		
	Zona urbana	Urb		
	Zona minera	Min		
	Vegetación secundaria	Vsec		
	Cuerpo de agua artificial	Caa		

Fuente: MINAM. (s.f.)

En la región de selva tropical o selva baja se han identificado once ecosistemas, según la *Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú* (MINAM, 2019e):

> […] ubicados en la gran penillanura amazónica, que representa una de las más ricas formaciones de vida de la Tierra, con una alta biodiversidad de plantas de hasta 300 especies de árboles por hectáreas (Gentry, 1988). Existen dos tipos de paisajes, una planicie inundable que recorre adyacente a lo largo de los ríos y que es inundada varios metros arriba durante el periodo de creciente, y el otro formado por tierra firme no inundable, incluyendo las colinas bajas. El clima se caracteriza por sus reducidas oscilaciones estacionales durante el año (> 25 °C), excepto en la zona sur, durante el periodo seco (junio-julio), en el que se aprecian periodos conocidos como "friaje". Las precipitaciones pluviales varían entre 1300 y 3000 mm/año en la zona norte, con estaciones secas en la zona sur.
>
> […] En la región Yunga o Selva alta, se han identificado tres ecosistemas, ubicados en el flanco oriental de los Andes peruanos, desde los 600 m s. n. m. (Kalliola et al, 1993) hasta aproximadamente los 3600 m s. n. m., en el límite sur y centro con la puna y límite norte con la Jalca y el Páramo, entre 3000 y 3600 m s. n. m. (Minam, 2015).
>
> […] El paisaje fisiográfico está dominado por el sistema de montañas desde bajas hasta altas, con fuertes pendientes. El clima se caracteriza por su alta humedad, existiendo zonas de neblina permanente. Los bosques son densos y su fisonomía y florística varían al ascender o descender los pisos altitudinales. Es característico la presencia notable de epífitas (bromelias, orquídeas), helechos y algunas palmeras.

Cuadro 4.17. Tipos, extensión y distribución regional de ecosistemas continentales

Ecosistemas continentales agrupados	n.° categorías de Ecosistemas	Superficie (ha)	Regiones
Desierto costero	1	7 107 338,20	Costa
Loma costera	1	294 033,05	Costa
Matorrales	2	10 368 211,92	Costa, Andina
Bosques estacionales secos	4	3 938 083,54	Costa, Andina
Bosques relictos	3	272 641,82	Andina
Páramos y jalca	2	1 423 269,11	Andina
Pajonales	2	16 869 100,91	Andina
Zona periglaciar y glaciar	1	2 959 578,37	Andina
Bosques tropicales	11	55 872 544,79	Selva Tropical, Yunga, Costa
Sabana	1	6 631,15	Selva Tropical
Humedales	8	18 293 951,48	Todas
Total	36	117 405 384,34	

Fuente: MINAM. (2019c).

En la región andina, se han identificado once ecosistemas, que comprenden dos zonas bien definidas.

> […] La primera zona se caracteriza por ser desde semicálida árida hasta fría húmeda, ubicándose en la vertiente occidental e interandina, comprendida desde 1500-2000 aproximadamente hasta los 3800 m s. n. m. (sur) por el lado occidental, y hasta los 3200-3600 m s. n. m. en el lado oriental, identificada por Brack (1986) como la ecorregión *serranía* esteparia, encontrándose la mayor superficie agrícola del

> Perú. En este amplio rango altitudinal se encuentran zonas desérticas con escasa o nula vegetación en su piso inferior (zona sur), zonas con cobertura arbustiva, herbácea mayormente de carácter estacional, suculentas (cactáceas) y aislados árboles. La segunda zona se caracteriza por ser frígida húmeda y frígida seca, ubicándose en la porción superior de la gran región andina, a continuación de la Yunga y de la *serranía esteparia*, reconocida como ecorregión *puna* (Brack, 1986). En esta zona predominan extensas formaciones de herbáceas que constituyen pastos naturales para la actividad ganadera más importante del país, las que se asocian a comunidades arbustivas, siempre verdes, conocidas como *tolares*; en las partes elevadas se desarrollan escasas comunidades de hierbas de porte almohadillado, pegadas a ras del suelo y se incluyen pequeños bosques relictos que se encuentran de manera dispersa en todos los departamentos que tienen Puna.

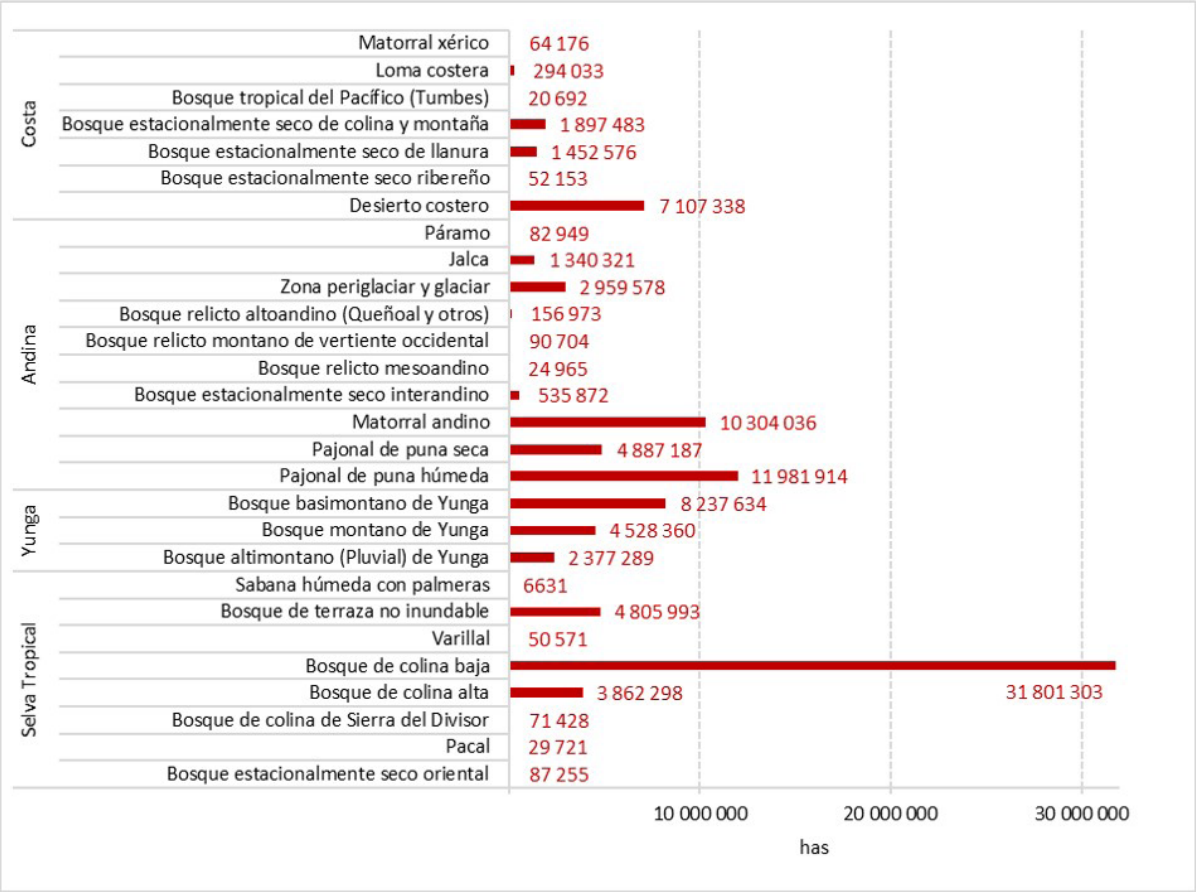
Entre los ecosistemas más importantes y vulnerables se encuentran los glaciares de las cordilleras nevadas, cuya cobertura actual —según el Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas realizado por la ANA— viene sufriendo un retroceso. Entre 1970 y 2014, el retroceso ascendió en promedio a 42,64 %, equivalente a 871 km². El mismo inventario destaca que la Cordillera Blanca concentra la mayor superficie glaciar en el país, con 40,63 %, equivalente a 527,62 km², razón por la cual el mayor potencial hídrico se encuentra en las cuencas de los ríos Santa (Áncash), Marañón (Amazonas, Áncash, Cajamarca, Huánuco, La Libertad, Loreto, San Martín), Inambari (Cusco, Madre de Dios, Puno) y Urubamba (Cusco) [ANA, 2014].

Asimismo, en el *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú: Memoria Descriptiva* (MINAM, 2019e), se han identificado nueve ecosistemas que se extienden desde el nivel del mar:

> En la región Costa, dominada por extensas planicies y primeras estribaciones andinas, aproximadamente hasta los 1500-2000 m s. n. m.; se distinguen dos zonas según su cobertura. La zona sur y centro, dominada por planicies y colinas e influenciada por las temperaturas frías de la corriente marina, conocida como Corriente Peruana (Humboldt) y que propicia una escasa precipitación pluvial, y, en consecuencia, una escasa y hasta nula vegetación, conocida como Ecorregión Desierto de Sechura (CDC-UNALM, 2006) y Ecorregión Desierto del Pacífico por Brack (1986). En este gran desierto, debido a la niebla invernal, se desarrollan comunidades vegetales a manera de islas u oasis de vida, conocidas como “lomas” y “humedales”. La zona norte, con presencia de la corriente marina cálida conocida como Contracorriente Ecuatorial, propicia precipitaciones pluviales y, por ende, el desarrollo de los conocidos “bosques secos del noroeste”. Esta zona es reconocida como Ecorregión bosque seco ecuatorial (Brack, 1986) y como Ecorregión bosque seco de Piura y Tumbes (CDC-UNALM, 2006).

FOTO: MINAM

Gráfico 4.24. Superficie de categoría de ecosistemas terrestres (sin hábitat acuático)



Fuente: MINAM. (2019c).

Entre los ecosistemas continentales terrestres, los de montaña merecen especial mención por su papel en la regulación hídrica, el control de la erosión y la mitigación de riesgos ambientales, algo particularmente relevante para la árida Costa, donde se concentran dos tercios de la población peruana. Otros ecosistemas —como las lomas costeras, los bosques altoandinos y los matorrales— intervienen en la regulación hídrica y climática o son usados por la población en actividades recreativas y educativas.

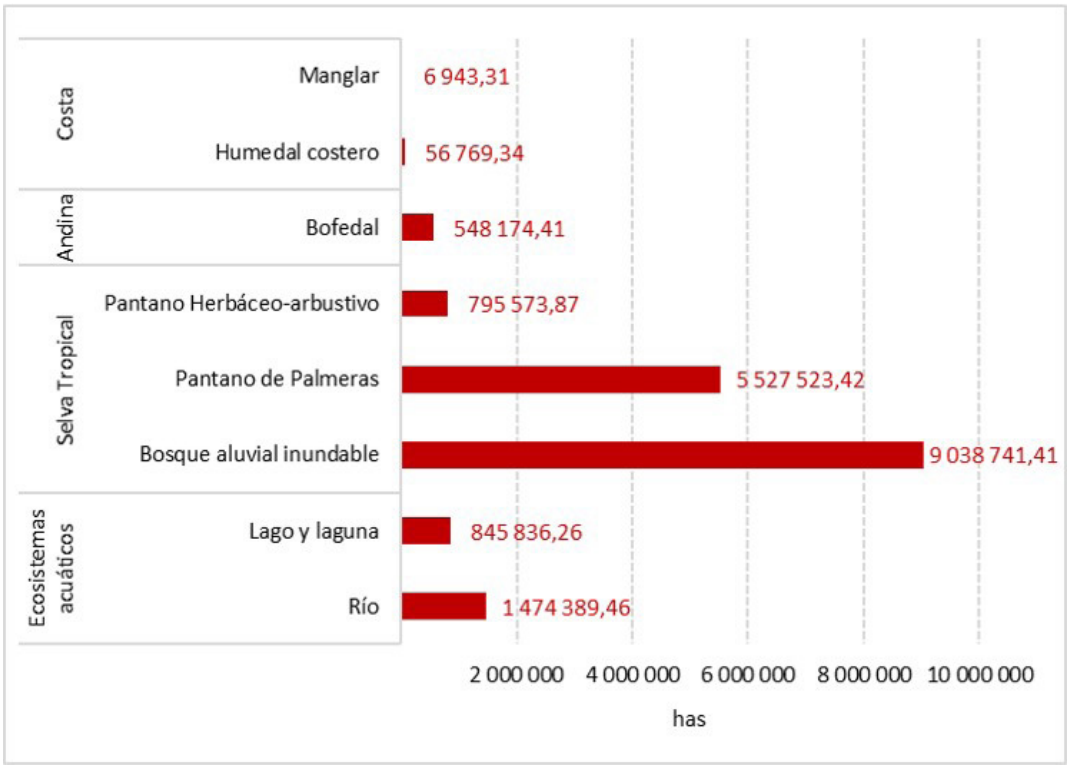
Según el *Diagnóstico y Construcción de Escenarios sobre los ecosistemas prioritarios para la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la población. Resumen Ejecutivo* (MINAM, 2019c):

> el mar peruano es uno de los ecosistemas más ricos y productivos del mundo. Abarca aproximadamente 790 000 km^2, que incluyen unas 77 islas frente a la Costa, dentro de las provincias biogeográficas tropicales del Pacífico Oriental y templada cálida del Pacífico Sur Oriental.

De acuerdo con la misma publicación:

> **Los humedales**
>
> El Perú presenta ocho ecosistemas de humedales, los cuales cubren 18,3 millones de ha (14,2 %) del territorio nacional, correspondiendo 15,9 millones de ha (12,4 %) a los ecosistemas terrestres, con algún hábito acuático, que se distribuyen en las regiones Costa, Andina y Selva Tropical; y 2,3 millones de ha (1,8 %) a los ecosistemas acuáticos (ríos, lagos y lagunas), que se distribuyen en todas las regiones.

Gráfico 4.25. Superficie de humedales del Perú



Fuente: MINAM. (2019c).

De manera particular, una característica importante de los ríos de la Amazonía peruana es la variación del caudal durante la vaciante y la creciente. Ello produce un fenómeno muy particular en la dinámica de estos ecosistemas de agua dulce, como es la aparición de los bosques inundables o restingas durante la creciente de los ríos y la inundación de los bosques colindantes, conectando a algunas lagunas o cochas temporalmente. Esta dinámica genera que los ecosistemas de agua dulce de la Amazonía actúen como un gran sistema interconectado en el que existen importantes flujos de energía y materia entre los ríos principales, quebradas y lagunas; incluso con los bosques. Asimismo, determinan procesos migratorios importantes de varias especies de peces.

Los ecosistemas de humedales constituyen uno de los más valiosos del planeta, en virtud de los servicios que proveen a la sociedad según se señala en la *Estrategia Nacional de Humedales* (MINAM, 2015b). Así también, existen cuatro categorías o tipos generales de humedales:

- Los lagos, lagunas y cochas, que son considerados como reservorios de agua y proveen recursos importantes para las poblaciones locales. Según el mapa de humedales del Perú, existe un estimado de 27 390 lagos, lagunas y cochas, con una extensión aproximada de 944 134 hectáreas, equivalente al 11,88 % del total de humedales, distribuidos principalmente en la región andina y amazónica.

- Los bofedales, cuya extensión se estima en 549 156 hectáreas, lo que corresponde al 6,91 % del total de humedales, todos ellos distribuidos en la zona altoandina de la sierra peruana. Los bofedales son pasturas clave para el ganado, especialmente en la estación seca y son especialmente vulnerables y amenazados por la pérdida y degradación del hábitat.

- Los aguajales, pantanos y varillales que tienen una extensión estimada de 6 447 728 hectáreas es decir el 81,06 % del total de humedales con un gran porcentaje de turberas de diferentes profundidades, todos ellos ubicados en la región amazónica.

- Los humedales costeros, cuya extensión se estima en 12 173 hectáreas aproximadamente, lo que equivale al 0,15 % del total de humedales del país, que incluye los manglares.

4.1.4.2. Degradación de ecosistemas terrestres

La degradación del suelo, entendida como una alteración negativa de su estado natural, es uno de los criterios para medir la capacidad del ecosistema para la provisión de bienes y servicios. Tiene múltiples causas que pueden ser de orden físico (alteración estructural que conduce a la compactación, disminución de la permeabilidad o conductividad, capacidad retentiva del agua), orden químico (pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, alcalinización y, sobre todo, el incremento de elementos tóxicos provenientes de las actividades extractivas, productivas o de servicios) y orden biológico (reducción del contenido de humus del suelo, y alteración de la macro y micro flora y fauna natural del suelo).

El MINAM define a la degradación de ecosistemas como aquel que ha sufrido pérdida total o parcial de algunos de sus factores de producción (componentes esenciales) que altera su estructura y funcionamiento, disminuyendo por tanto su capacidad de proveer bienes y servicios[79].

Cuadro 4.18. Superficie de ecosistemas degradados por región natural, según tipo, 2019

Indicadores	Superficie (ha)		
	Amazonia	Costa y Sierra	Total
Pérdida de la productividad (PPN)	1 122 273	778	1 900 498
Pérdida de la productividad y cambios de cobertura vegetal (PPN_CCV)	0	11 384	11 384
Cambios de cobertura vegetal (CCV)	0	336 101	336 101
Pérdida de la productividad y fragmentación de bosque (PPN_FBOSQUE)	257 108	0	257 108
Fragmentación de bosque (FBOSQUE)	13 390 837	0	13 390 837
Deforestación 2001-2019 (PBOSQUE)	2 316 029	0	2 316 029
Pérdida de la productividad y deforestación (PPN_PBOSQUE)	116 918	0	116 918
Total	17 203 165	1 125 711	18 328 876

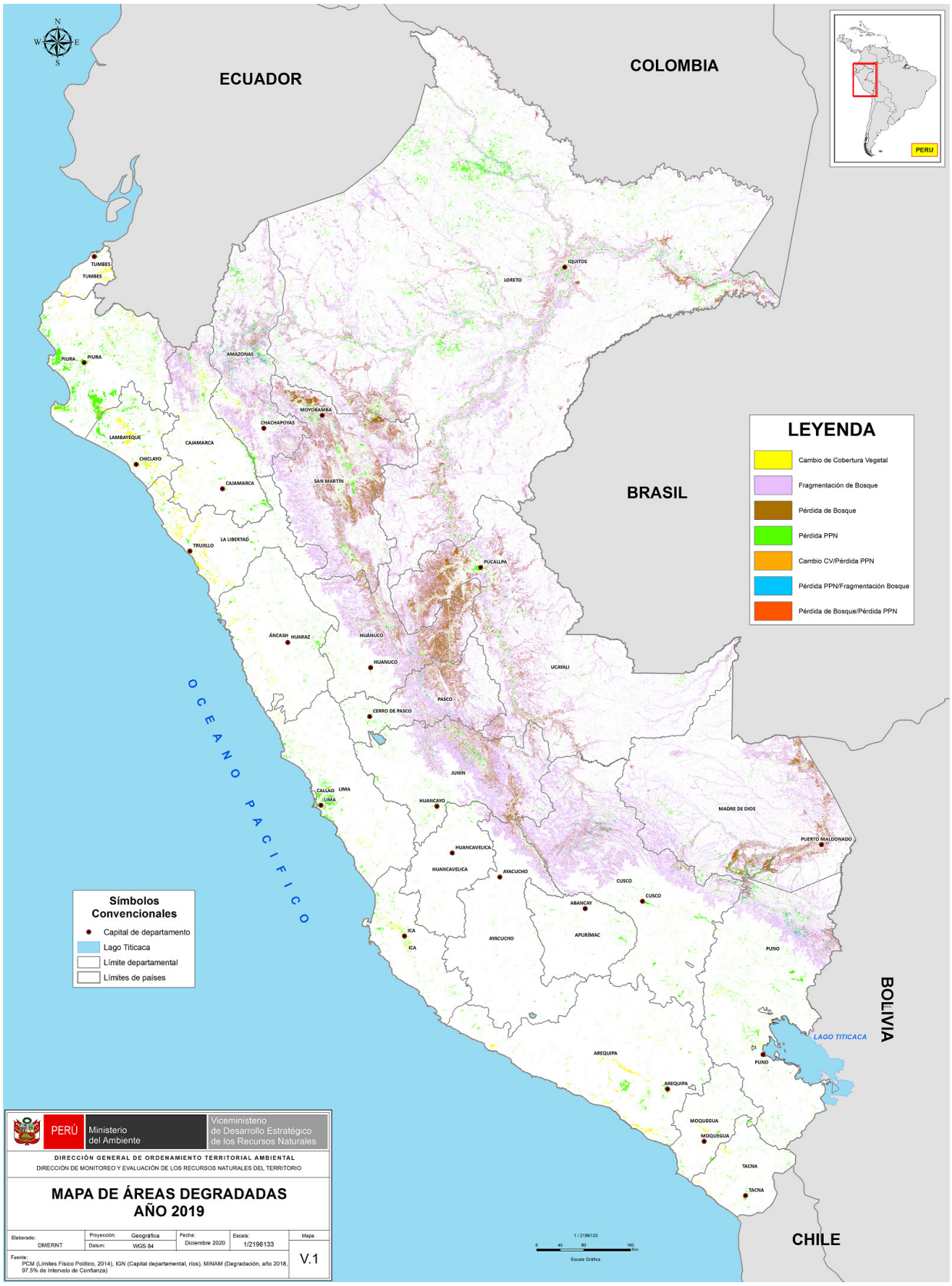
Fuente: MINAM. (s.f.).

El MINAM monitorea la degradación de los ecosistemas a nivel nacional, tomando como base lo recomendado en la CNULD referido a la Neutralidad de la Degradación de las Tierras (NDT), el cual recomienda para la identificación de las áreas degradadas, el uso de indicadores como la dinámica de la cobertura de la tierra, la dinámica de la productividad de la tierra y carbono en el suelo.

En el año 2019, el MINAM (2019f) publicó el *Mapa Nacional de Áreas Degradadas en Ecosistemas Terrestres: Memoria descriptiva.*

[79] Resolución Ministerial n.° 178-2019-MINAM, que aprueba los Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión en las tipologías de ecosistemas, especies y apoyo al uso sostenible de la biodiversidad.

Mapa 4.3. Áreas degradadas del Perú, 2019



Fuente: MINAM. (2019f).

Cuadro 4.19. Superficie degradada por ecosistema terrestre natural, 2019

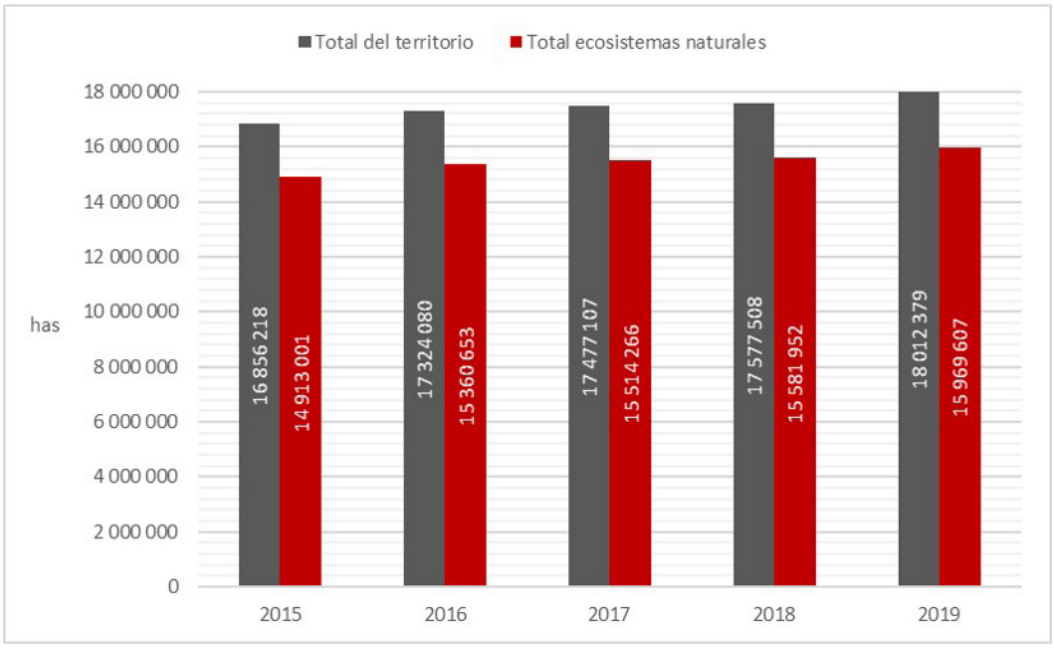
n.°	Ecosistema	Superficie degradada (ha)
1	Bofedal	10 532,43
2	Bosque altimontano (Pluvial) de Yunga	1 311 041,25
3	Bosque aluvial inundable	2 598 967,98
4	Bosque basimontano de Yunga	2 923 804,17
5	Bosque de colina alta	1 290 685,05
6	Bosque de colina baja	3 339 931,41
7	Bosque de colina de Sierra del Divisor	4796,37
8	Bosque de terraza no inundable	1 070 016,21
9	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	48 908,79
10	Bosque estacionalmente seco de llanura	193 815,00
11	Bosque estacionalmente seco interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	37 826,01
12	Bosque estacionalmente seco oriental (Huallaga, Ene - Perené, Urubamba)	62 535,51
13	Bosque estacionalmente seco ribereño (Algarrobal)	6095,34
14	Bosque montano de Yunga	2 030 074,29
15	Bosque relicto altoandino (Queñoal y otros)	563,49
16	Bosque relicto mesoandino	27,81
17	Bosque relicto montano de vertiente occidental	2088,36
18	Bosque tropical del Pacífico (Tumbes)	3330,45
19	Desierto costero	129 278,97
20	Humedal costero	2614,14
21	Jalca	9566,46
22	Loma costera	21 267,27
23	Manglar	127,08
24	Matorral andino	139 099,05
25	Matorral xérico	9080,73
26	Pacal	7618,59
27	Pajonal de puna húmeda	109 768,41
28	Pajonal de puna seca	27 741,42
29	Pantano de palmeras	368 956,89
30	Pantano herbáceo-arbustivo	199 695,78
31	Páramo	1819,35
32	Plantación forestal	1098,45
33	Sabana húmeda con palmeras (Pampa del Heath)	2243,88
34	Varillal	5688,99
35	Vegetación secundaria	1 068 367,68
36	Zona agrícola	798 458,67
37	Zona minera	55 954,35
38	Zona periglaciar y glaciar	25 225,47
39	Zona urbana	93 667,32
TOTAL		18 012 378,87

Fuente: MINAM. (s.f.).

FOTO: MINAM

La dinámica de la degradación total en el territorio incluye los ecosistemas naturales. De acuerdo al análisis realizado del periodo del 2015 al 2019 la degradación en los ecosistemas naturales del país, en general, ha ido creciendo de 14,9 millones a 15,9 millones de hectáreas, con una tendencia positiva de 7 % respecto del año base 2015.

Gráfico 4.26. **Degradación en los ecosistemas naturales, 2015-2019**



Fuente: MINAM. (s.f.).

Entre 2015 y 2016, la tendencia de la degradación fue mayor y a partir de ese año la tendencia de crecimiento no ha sido tan pronunciada hasta el año 2019. A pesar de esta tendencia, en el año 2018 se evidencia una disminución en la superficie de áreas degradadas, esto se puede explicar como resultado de los efectos del fenómeno El Niño (2017), que generó cierta recuperación en los ecosistemas, principalmente costeros como el bosque seco. De mantenerse el ritmo de la degradación actual se estima un incremento de 3,11 millones de hectáreas adicionales entre el 2019 y 2030 para los ecosistemas naturales.

4.1.4.3. Degradación de ecosistemas acuáticos

En los ecosistemas marinos y costeros (mar tropical, mar frío, islas y puntas, y manglares), las principales amenazas identificadas fueron la acuicultura industrial, la industria de hidrocarburos, la caza y colecta de fauna, la persecución de fauna, la pesca y colecta hidrobiológica a gran escala, la contaminación de aguas residuales, los residuos sólidos y el cambio climático; siendo este último quizá uno de los más importantes, pues podría causar grandes cambios en composición y abundancia de especies.

Cuadro 4.20. Amenazas asociadas a ecosistemas marino costeros en el Perú

Ecosistemas marino costeros	TIPO DE AMENAZAS					
	Contaminación / Eutroficación	Degradación del hábitat	Represa-miento	Cambio Climático / El Niño	Especies invasoras	Sobrepesca
Manglares	ECOSISTEMA COSTERO SOMERO					
	Medio	Medio	Bajo	Alto	Medio	Alto
Humedales costeros	Alto	Alto	Bajo	Alto	Medio	Alto
Intermareales	Medio	Alto		Alto	Bajo	Medio
Praderas de macroalgas	Bajo	Bajo		Alto	Bajo	Alto
Islas, Islotes y Puntas guaneras	Bajo	Bajo		Medio	Bajo	Medio
Subsistema pelágico	ECOSISTEMA DE SURGENCIAS COSTERAS					
	Bajo			Alto		Medio
Subsistema bentónico	Bajo	Bajo		Bajo	Bajo	Medio
	ECOSISTEMA DE OCÉANO PROFUNDO					
				Bajo		
	OCÉANO PROFUNDO					
	Bajo					Bajo

Fuente: MINAM. (2019c).

Se identificó el grado de amenaza de los diferentes tipos de ecosistemas marinos y costeros en el Perú, y a partir de información cualitativa se pudo concluir que los ecosistemas más amenazados dentro de esta gran unidad de paisaje son los humedales costeros, manglares y los ecosistemas intermareales.

En el primer caso, las amenazas están asociadas a la contaminación y degradación del hábitat como resultado de la habilitación urbana, vertimiento de residuos y actividades asociadas a la extracción de recursos naturales; en el segundo caso, las amenazas a los ecosistemas de manglares están relacionadas con la sobrepesca, el cambio de uso o conversión para el desarrollo de proyectos urbanos o industriales (crianza de langostinos, etc.); mientras que el tercero está asociado a la degradación del hábitat.

En los tres casos se señala al cambio climático y el fenómeno de El Niño como elementos que pueden generar perturbaciones sobre la diversidad biológica. Los ecosistemas marinos y costeros también sufren la contaminación que se origina en las ciudades y las actividades industriales y agrícolas de las zonas costeras, así como por la sobrepesca de algunos recursos. A todo ello se suman los impactos del cambio climático, que en el futuro podría causar grandes cambios en su composición y abundancia de especies.

Con relación a la contaminación, se considera que las descargas generadas por minería, industrias, actividades agrícolas y desagües domésticos en los cuerpos de agua que atraviesan la puna, jalca, desierto costero y llegan al mar es bastante seria y afecta a la biota no solo dentro del cuerpo de agua, sino fuera de él, como, por ejemplo, los tres ríos que abastecen de agua a Lima Metropolitana. Especialmente la cuenca del río Rímac presenta niveles severos de contaminación.

De otro lado, destaca, en particular, la sobrepesca en ríos de la región amazónica, que impacta directamente en la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas y ribereñas. La pesca y colecta hidrobiológica a

pequeña escala, la extracción de agua superficial para uso comercial y de uso agrícola, las especies invasoras, la contaminación por aguas residuales y la contaminación por derrames de petróleo son amenazas registradas para los ecosistemas de agua continentales. Asimismo, la construcción de viviendas y áreas urbanas, la acuicultura artesanal, la acuicultura industrial y las grandes represas son amenazas que solo afectarían a un solo ecosistema, los ríos, que son el ecosistema que más factores de presión soporta.

Cuadro 4.21. Principales amenazas a los ecosistemas de agua dulce en el Perú

LÓTICOS Y LÉNTICOS	Contaminación	Degradación	Represamiento	Cambio Climático	Especies invasoras	Sobrepesca
RÍOS COSTEROS	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Tumbes	Medio	Bajo	-	Bajo	Bajo	Bajo
Santa	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Cañete	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Camaná	Bajo	Bajo	-	Bajo	Bajo	Bajo
Rímac	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	-
Chira	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Tambo	Bajo	Bajo	-	Bajo	Bajo	-
RÍOS AMAZÓNICOS	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Ucayali	Bajo		-	Bajo	Bajo	Bajo
Marañón	Bajo	Bajo	-	Bajo	Bajo	Bajo
Huallaga	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Madre de Dios	Alto	Medio	-	Bajo	Bajo	Bajo
LAGOS						
Titicaca	Medio	Medio	-	Bajo	Bajo	Bajo
Junín	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
LAGUNAS	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
LLanganuco	Bajo	-	-	Bajo	-	-
Yarinacocha	Bajo	Bajo	-	Bajo	Bajo	-
Imiría	-	-	-	Bajo	-	-
Chauya	-	-	-	Bajo	-	

Fuente: MINAM. (2019c).

Finalmente, es importante mencionar, en la relación de ecosistemas de agua dulce amenazados, a aquellos cuerpos de agua sujetos a una alta presión por la pesca para fines de exportación, p. ej. de peces ornamentales, y aquella realizada para el consumo. La afectación a la diversidad se produce, principalmente, por el uso de métodos inadecuados, entre los que se incluye la dinamita, el barbasco, el cerco en temporadas de migración, la extracción desmedida y el aprovechamiento de juveniles.

4.1.4.4. Diversidad de especies

Según el *Sexto Informe Nacional sobre Diversidad Biológica: La Biodiversidad en Cifras* (MINAM, 2019g):

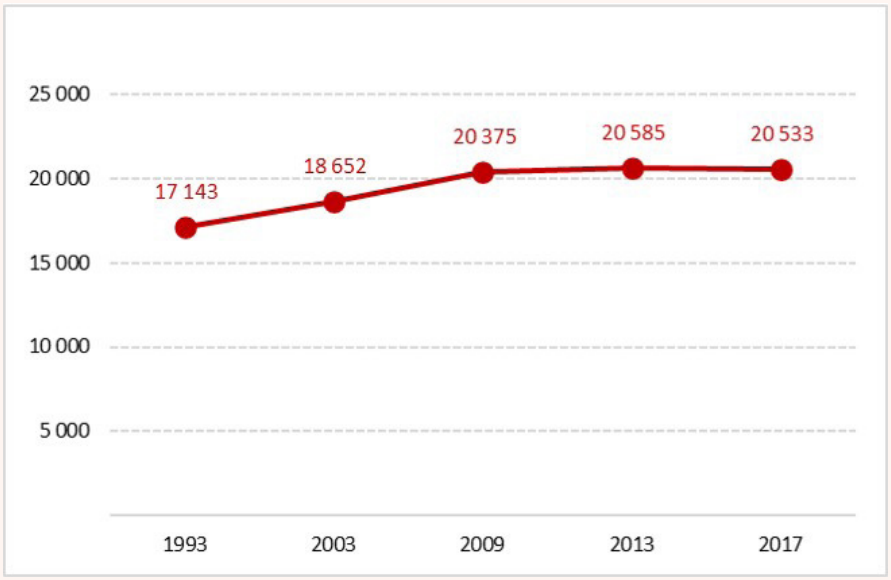
> […] El número de especies conocidas para cada grupo taxonómico cambia frecuentemente como resultado de la descripción de nuevas especies, el registro de especies no antes reportadas en el territorio nacional y revisiones taxonómicas, que producen cambios y arreglos en la nomenclatura.

A. Riqueza de especies de flora

En los últimos años, varias publicaciones han mejorado nuestro conocimiento sobre el número de especies vegetales en nuestro territorio. El número de especies vegetales peruanas reconocidas, incluyendo plantas vasculares y avasculares, se estima en 20 533.

Entre 2014-2018 se han descrito al menos 171 nuevas especies de plantas y registrado por primera vez 19 especies, lo que da un total de 190 adiciones nuevas en provecho de nuestra riqueza en biodiversidad. Por ejemplo, está cifrado el número de plantas vasculares en 19 147 en el Perú (Ulloa, 2017) y 761 especies de musgos (briofitos) para los Andes tropicales (Churchill, 2009).

Gráfico 4.27. Registro cronológico de especies de plantas peruanas reconocidas



Nota: El número total de especies reconocidas disminuyó en 52 especies desde el 2013, pero se debe a arreglos taxonómicos y eliminación de sinonimias
Fuente: MINAM. (2019g).

La ecorregión contiene, además, los ecosistemas más frágiles como son los bosques sobre arena blanca (varillales y chamisales) con una elevada diversidad de especies especialistas en el rango de condiciones ambientales de estos bosques. En los bosques del Centro de Investigaciones Allpahuayo, se realizó un estudio que trata de esclarecer los patrones de diversidad asociada a bosques de tierra firme y generar información que contribuirá a mejorar la oferta de observación de naturaleza y tener una línea base para evaluar los impactos del turismo en la estación. Se han registrado más de 600 especies de plantas, destacando los registros de plantas especialistas de varillal como *Euterpe catinga, Macrolobium microcalyx, Leptothyrsa sprucei, Caraipa utilis, Podocarpus sp, Micrandra elata*, entre otras. En la cuenca alta del Napo y Curaray, de la región Loreto, se registraron cinco tipos de vegetación y 567 especies de plantas.

En la cuenca baja del río Putumayo, la diversidad biológica a nivel de especies, registradas en siete unidades de vegetación: terraza alta, media y baja, colina baja, aguajal mixto, varillal y chamizal pantanosa, alberga al menos 372 especies de plantas; de estas al menos tres son posibles especies nuevas.

B. Riqueza de especies de fauna

Desde 2014, varios listados de fauna peruana fueron publicados, a nivel de *Phylum* o categorías menores, aumentando así nuestro conocimiento sobre la diversidad biológica del país, llegando a 36 746 especies. Los vertebrados son el grupo de animales más estudiados y mejor conocidos en el Perú. En este grupo se reconocen 622 especies de anfibios, 469 de reptiles, 1857 aves, 559 mamíferos y 2231 especies de peces (1141 especies de peces en cuerpos de agua continentales (ríos, lagos y lagunas) y 1090 especies de peces marinos), con un total de 5738 especies de vertebrados para el país.

El grupo de los cordados (*Chordata*), que incluye a los vertebrados, urocordados y cefalocordados, registra en el Perú 5758 especies.

Figura 4.9. **Diversidad de especies de fauna**

Fuente: MINAM. (2019g).

Entre los invertebrados, los grupos con mayor número de especies en el Perú son los artrópodos, con 30 547 especies estimadas, y los moluscos con 1228 especies. Dentro de los artrópodos, los hexápodos integrados por los insectos y otros artrópodos de seis patas, son la gran mayoría, con 28 152 especies. Los arácnidos cuentan con un mínimo de 1486 especies, los picnogónidos (arañas marinas) con 11 especies, los miriápodos (ciempiés y milpiés) con 157 especies y los crustáceos con 7 especies.

En reptiles se registraron 38 especies de 9 familias, siendo el más dominante *Stenocercus fimbriatus* abarcando el 43 % de registros. En murciélagos se inventariaron 37 especies, de estas 24 fueron capturadas en el área de plantaciones y 25 fueron capturadas en las áreas boscosas. En aves se registran 170 especies correspondientes a 17 órdenes y 39 familias. Se destacan los registros de las aves especialistas de varillal *Myrmeciza castanea, Herpsilochmus gentryi*. En insectos se registraron 70 especies de hormigas y coleópteros. En primates se registraron seis especies, de ellos, el *L. lagonotus y S. macrodon* fueron los más abundantes con 16,1 y 10,4 ind/10km lineales, respectivamente. Otros 22 mamíferos han sido registrados, entre ellos Coendou bicolor "casha cuchillo", *Panthera* onca "otorongo".

En la cuenca alta del Napo y Curaray, en la región Loreto, se registraron 95 especies de peces, 45 en el río Aguarico y 85 en el Nashiño. En anfibios se reportaron 49 especies, 31 especies de reptiles, 204 especies de aves, 35 especies de mamíferos, y la especie más densa fue el mono choro *Lagothrix lagotricha*. Se estimó altas densidades del mono pichico, *Leontocebus tripartitus*, especie vulnerable restringida al interfluvio Curaray-Napo, no encontrándose en ninguna área protegida. La cuenca del Aguarico presenta gran abundancia de animales de caza como el sajino *Pecari tajacu*, huangana *Tayassu pecari*, majas *Cuniculus paca* y venado gris *Mazama nemorivaga*. En las cuencas altas del Curaray y Napo, se reportaron que dos especies de ranas terrestres son dominantes; *Rhinella margaritifera* fue muy abundante en terraza alta y *Rhinella proboscidea* en terraza media. Se registró una posible especie nueva de *Amazophrynella* de hocico largo y vientre rojo. Asimismo, se logró identificar 261 especies de aves, pero hubo mayor riqueza en bosque de tierra firme con un elevado número de especies altamente sensibles. Se registraron por primera vez en el Perú a *Eudocimus ruber* y ampliándose el rango de distribución de *Gallinago paraguaiae*, *Platalea ajaja, Platyrinchus platyrhynchos y Notharchus ordii*. Las cuencas altas del Curaray y Napo presentan altos índices de diversidad y poblaciones saludables de flora y fauna.

Especies amenazadas

Según el *Sexto Informe Nacional sobre Diversidad Biológica. La Biodiversidad en Cifras* (MINAM, 2019g):

> Desde 2006, no ha habido cambios en el número de especies de flora silvestre amenazadas reconocidas por las normas peruanas; pero sí en el caso de la fauna, que incrementó en un 54 % desde el 2004 cuando

se consideraban solo 210 especies. Según el nivel de amenaza, la fauna peruana presenta 64 especies amenazadas en la categoría de En Peligro Crítico (CR), 122 En Peligro (EN) y 203 Vulnerables (VU).

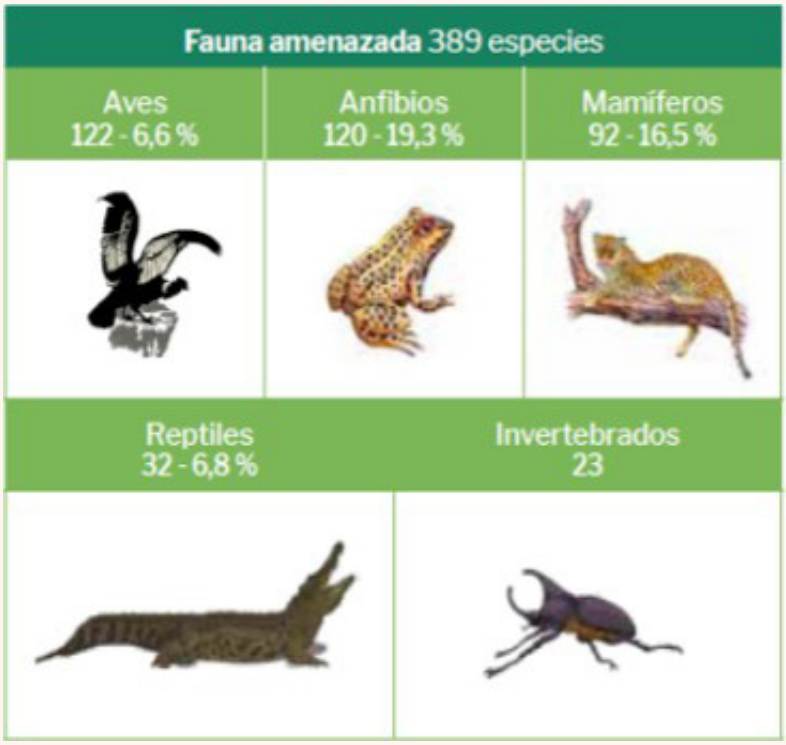
Esto no significa que las especies amenazadas hayan crecido, sino que la categorización realizada en el 2014 incluyó a los invertebrados y les dio mayor importancia a grupos poco estudiados. El aumento en el número de especies de fauna en peligro se debe entonces a un mejor conocimiento del tema en el Perú.

Cuadro 4.22. Especies de flora amenazadas

Familia	Especies	%
Orchidaceae (orquídeas)	301	45,7
Solanaceae (solanáceas)	57	8,7
Asteraceae (asteráceas)	51	7,8
Cactaceae (cactus)	39	5,9
Malvaceae (malváceas)	28	4,3
Fabaceae (fabáceas)	17	2,6
Rosaceae (rosales)	15	2,3
Arecaceae (palmas)	12	1,8
Otras familias	138	21,0
Taxones de planta en amenaza	658	100,0

Fuente: MINAM. (2019g).

Figura 4.10. Especies de fauna amenazadas



Fuente: MINAM. (2019g).

En la región Huánuco, las áreas de importancia para la conservación de especies en la provincia de Huánuco son: el distrito Santa María del Valle, en donde se encuentra vulnerable la especie *Asthenes huancavelicae*, Carpish, donde se registraron 200 especies de aves catalogadas como vulnerables *Leptosittaca branickii* (perico paramuno), *Acestrura bombus* (colibrí abejorro), *Agriornis andicola* (gaucho andino), *Hemispingus rufosuperciliaris* (frutero de cejas rufas). Están en peligro de extinción *Buthraupis aureodorsalis* (tangara dorsidorada) y casi amenazado *Asthenes urubambensis*. Entre los mamíferos se encuentran casi amenazado el puma (*Puma concolor*) y el pudu (*Pudu mephistopheles*); como vulnerable el Quirquincho Peludo (*Dasypus pilosus*) y el colibrí (*Taphrolesbia griseiventris*) especie que se encuentra en peligro en el área de Cullcui, en la región de Huánuco.

Por otro lado, la provincia de Leoncio Prado tiene dos áreas naturales protegidas: el Parque Nacional Tingo María y la Cordillera Azul, en el cual se registraron más de 500 especies de aves, y están catalogadas como vulnerables *Touit stictoptera, Acestrura bombus, Capito wallacei; en peligro, Heliangelus regalis*; y, casi amenazados, *Morphnus guianensis, Harpia harpyja, Aburria aburri, Pipreola chlorolepidota, Hemitriccus rufigularis, Henicorhina leucoptera.* Asimismo, se registraron 71 especies de mamíferos, que incluyen como vulnerables *Tremarctos ornatus, Ateles belzebuth, Tapirus terrestris, Geochelone denticulata*; en peligro, *Pteronura brasiliensis*; y, de datos deficientes, *Atelocynus microtis*. El Parque Nacional de Tingo María, donde se registraron 38 especies de aves, alberga una población congregatoria de *Steatornis caripensis* en la zona de la Cueva de las Lechuzas, además de poblaciones de la especie endémica *Ramphocelus melanogaster*.

Entre los mamíferos de mayor tamaño se ha registrado como vulnerable a *Tapirus terrestris* y, de datos deficientes, a *Mazama americana*. En la provincia de Marañón se ha identificado una diversidad muy alta de 600 especies de fauna, considerando especies de aves, reptiles, anfibios, y mamíferos. A nivel de bosques basales, se encuentran algo más de 500 especies de fauna, y, finalmente, los bosques submontanos ostentan una diversidad inferior a las 400 especies de fauna. La diversidad de especies de fauna de los matorrales y herbazales es muy baja, con un total de menos de 200 especies.

En la provincia de Pachitea no existen áreas de conservación establecidas, por lo que se utilizan los criterios de *birdlife*[80] para establecerlas. El área de importancia para la conservación de especies es Milpo, que no está siendo protegida, en la que se encontraron 111 especies de aves, incluyéndose especies globalmente amenazadas y endémicas, como *Andigena hypoglauca, Asthenes urubambensis, Scytalopus macropus, Anairetes agraphia y Nephelornis oneilli*. No se tiene información sobre otra fauna y flora amenazadas.

En la provincia de Puerto Inca existe la Reserva Comunal El Sira (RCES), donde se registran 203 especies de aves; entre las endémicas se encuentran el *Pauxi unicornis*, koepckeae "paujil del Sira o piurí", una subespecie de la familia Crácidae, que habita únicamente en la Cordillera El Sira y que habitan los pueblos indígenas Asháninka, Ashéninka, Yánesha y Shipibo-Conibo. Otras especies endémicas son *Tangara phillipsi* "Tangara del Sira" y el picaflor *Phaethornis koepckeae*.

4.1.4.5. Diversidad genética

La diversidad genética tiene una importancia fundamental para el mantenimiento de la biodiversidad a otros niveles, ya que proporciona las bases para la especiación y permite a la población responder a la selección natural, adaptándola a su ambiente y a sintonizar finamente dentro de su comunidad y ecosistema.

El desarrollo de la biotecnología ha jugado un rol importante en la larga convivencia entre el ser humano y su entorno y ha hecho posible que una multiplicidad de recursos genéticos, provenientes de esta alta diversidad genética, sean utilizados y contribuyan al bienestar de la humanidad desde tiempos primigenios hasta la actualidad.

> El Perú cuenta con una inmensa diversidad genética, entendida como la alta variación de los genes dentro de las especies de plantas, animales, microorganismos y otros grupos taxonómicos silvestres, así como de la alta riqueza de variedades de plantas cultivadas y de razas de animales domesticados, que es expresión de la larga convivencia y uso del heterogéneo espacio geográfico andino (incluido el piedemonte costeño) y amazónico por los grupos humanos establecidos allí desde hace alrededor de 15 000 años. (MINAM, 2019c).

[80] https://www.birdlife.org/

A. Diversidad genética de especies vegetales

Respecto a las especies cultivadas, cabe resaltar el reconocimiento del Perú como uno de los países centros de origen de la agricultura y la ganadería, así como de diversificación genética a nivel mundial, lo que significa que, como resultado de un antiguo proceso de domesticación de hace aproximadamente 10 000 años hasta la actualidad, alberga una alta riqueza de variedades, razas, morfotipos, etc.

Según el Sexto Informe Nacional presentado al CDB, el Perú tiene 182 especies de plantas nativas cultivadas. En la actualidad, cuenta con veintisiete bancos de germoplasma (en universidades y otras instituciones públicas y privadas), donde el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) cuenta con 15 102 accesiones (especímenes distintos), distribuidos en bancos de germoplasma de 252 especies vegetales, y el Centro Internacional de la Papa (CIP) resguarda 7036 accesiones de papa y 3328 de camote.

Se reconoce la existencia de siete especies de papas, además de cuatro subespecies cultivadas y más de 4000 variedades, así como 102 especies silvestres emparentadas (Hawkes, 1990). En el caso de otras especies, se confirma la presencia de 3 especies de algodón, 52 razas de maíz y cinco especies de ajíes, incluyendo al "rocoto" (*Capsicum pubescens*), y se constata catorce especies de tomate, de las cuales tres son endémicas (MINAM, 2020d). especies. Asimismo, presenta 24 razas de quinua. A ello hay que agregar los estudios de diversidad local de especies como el tarwi, el sacha inchi, la yuca y el camu camu, así como de especies arbóreas como la castaña, el cedro y el shihuahuaco.

Cuadro 4.23. Diversidad interespecífica e intraespecífica de cultivos nativos y diversificados en el Perú

Cultivos	Diversidad interespecífica	Diversidad intraespecífica
Papa	El Perú es reconocido centro de origen de la papa. En total se reconocen 7 especies cultivadas: Solanum tuberosum (var. andigena y tuberosum), S. x chaucha, S. gonyocalix, S. ruckii, S. juzepczukii, S. x curtilobum y S. stenotomum. Se reconocen 102 especies silvestres de papa: Solanum spp.	Las variedades modernas de la papa ocupan más del 50 % del área cultivada, principalmente Yungay, Canchán y Amarilis. La superficie restante es ocupada por numerosas variedades nativas cultivadas por agricultores tradicionales.
		Especies silvestres, varias de ellas endémicas de la puna, suni, yunga o chala. que cohabitan con las especies cultivadas, constituyendo un complejo de especies.
Maíz	*Zea mays*	Se ha identificado 52 razas nativas, al 2016, las cuales son las mismas identificadas en 2010, habiendo cambiado las regiones con mayor concentración de estas razas. La mayoría de estas razas nativas son cultivadas por pequeños agricultores, pueblos indígenas y comunidades campesinas.
Algodón	*Gossypium barbadense Algodón nativo llamado "país" o "del país", cuyas plantas y poblaciones crecen en todo el país como arvense.*	Se ha identificado 2 cultivares, que provienen de variedades mejoradas del algodón nativo peruano: El cultivar "pima", de fibra extralarga, que se cultiva en la Costa Norte, y el "tangüis", de fibra larga, en la Costa Central y Sur. También se presenta el cultivar "Áspero", que se cultiva en la selva alta y baja.
	Gossypium barbadense subespecie brasiliensis	Subespecie del algodón nativo, cuyo cultivar "Arriñonado" se cultiva en la selva alta y baja
	G. hirsutum	Especie de algodón introducida en Piura en 1960, se cultiva en Lambayeque y Pasco. Se produce el linaje "Cerrón" en Lambayeque.
	G. raimondii	Especie silvestre endémica de algodón, que se halla en categoría de amenazada. Se ubica solo en 4 distritos en Lambayeque, La Libertad y Cajamarca.
Tomate	*Solanum lycopersicum var. Cerasiforme*	Variedad nativa de tomate cultivada ampliamente en las regiones San Martín, Ayacucho, Cusco, Junín, Loreto, Puno y Ucayali, y también como arvense.
	Solanum spp. Se han identificado 14 especies. Incluye a la Sección Lycopersicon (11), la Sección Lycopersicoides (1) y la Sección juglandifolia (2)	Las plantas y poblaciones de las especies nativas silvestres de tomate se hallan como arvenses. Tres de ellas son endémicas: *Solanum arcanum*, *S. huaylasense* y *S. corneliomulleri*
Ají	El Perú constituye uno de los principales centros de diversificación del ají, presentando todas las especies de ají cultivado: Capsicum annuum, C. baccatum, C. chinense, C. frutescens, C. pubescens	Destaca el *C. pubescens* "rocoto" y le sigue el *C. chinense* "ají limo". En las regiones estudiadas (Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Madre de Dios) se presentan las 5 especies en un sistema de cultivo tipo huerto, alrededor de la casa.

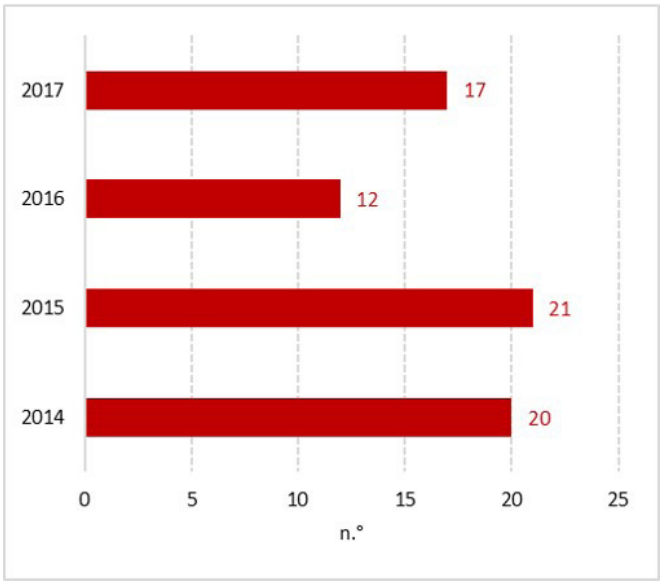
Fuente: MINAM. (2019c).

Otras especies vegetales estudiadas son: kiwicha (*Amaranthus caudatus*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), yuca (*Manihot esculenta*), camu camu (*Myrciaria dubia*), castaña (*Bertholletia excelsa*), cedro (*Cedrela odorata*) y shihuahuaco (*Dipterix micrantha*).

De igual manera, se han identificado variedades promisorias de especies vegetales, como: achiote (Bixa Orellana), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), camu camu (*Myrciaria dubia*), chirimoyo (*Annona cherimola*), maní (*Arachis hypodaea*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), tuna (*Opuntia ficus-indica*), yacón (*Smallanthus sonchifolius*), piñón blanco (*Jatropha curcas*), entre otras.

Asimismo, según el *Sexto Informe Nacional sobre Diversidad Biológica. Informe de Gestión* presentado al CDB en el periodo 2014-2017, el conocimiento de la diversidad genética de las especies nativas de las cuales el Perú es *Centro de Origen* se ha incrementado con relación a la línea base del 2013, como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 4.28. Incremento del número de investigaciones sobre diversidad genética



Fuente: MINAM. (2019h).

La conservación *ex situ* de especies vegetales registra 252 especies con 15 102 accesiones.

Cuadro 4.24. Especies vegetales nativas con material genético conservado

Linea de base 2013	Seguimiento al 2017
201 especies	252 especies
17 147 accesiones conservadas	15 102 accesiones
	14 curadores

Fuente: MINAM. (2019h).

Por otro lado, en el marco del Convenio de Cooperación Interinstitucional y Plan de Trabajo 2020 MINAM-CIP, el CIP realizó un reporte sobre el *Estado situacional de la conservación de la agrobiodiversidad de la papa* (De Haan *et al*., 2020), en el que se señala:

> El CIP cuenta con un banco de germoplasma que tiene una colección de papa cultivada con 4468 accesiones de papas locales o nativas, 372 accesiones de líneas mejoradas y 31 accesiones de mejoramiento e investigación. El banco de germoplasma tiene un 32 % de la colección en campo, un 98 % en conservación in vitro y un 68,3 % en crioconservación. Igualmente, los fitomejoradores del CIP tienen una colección in vitro de 1537 accesiones de líneas avanzadas y mejoradas. La colección del banco está representada en un 64,4 % por accesiones de Perú y un 35,6 % por accesiones procedentes de otros países principalmente en Latinoamérica, y también algunas accesiones de Europa y Asia.
>
> Asimismo, se pudo aplicar el protocolo documentando líneas de base y catálogos en diferentes regiones. Ejemplos incluyen: (1) el distrito de Chugay (provincia Sánchez Carrión, La Libertad) con 129 variedades nativas, (2) el sureste del departamento de Junín con 147 variedades nativas, (3) el distrito de Challabamba (provincia Paucartambo, Cusco) con 142 variedades nativas, (4) el distrito de Quilcas (provincia de Huancayo, Junín) con 177 variedades (CIP, 2015; Minagri, 2017; Plasencia, 2018). Existe evidencia que están en proceso de diminución y erosión genética: las papas chauchas (S. phureja) y las papas amargas (*S. ajanhuiri, S. curtilobum, S. juzepczukii*). Las causas son complejas e incluyen el desplazamiento por otras variedades, la falta de mano de obra, y cambios en los hábitos de consumo.
>
> Dentro de los parientes silvestres de cultivos (PSC) de papa fueron clasificadas de alta prioridad (HPS) 32 especies y otras veinte de mediana prioridad (MPS) para la recolección y conservación *ex-situ* estas se encuentran en el Perú. Particularmente cinco especies requirieron atención urgente: *S. ayacuchense, S. olmosense* y *S. salasianum* de los cuales no existían accesiones de germoplasma disponibles en ninguna colección mundial y *S. rhomboideilanceolatum* and *S. piurae* cuyos hábitats están críticamente en peligro de destrucción por tener distribuciones muy restringidas y estar cada vez más expuestos a la alteración de sus hábitats (construcción de carreteras y sobrepastoreo).
>
> En el marco de dicho proyecto el INIA en colaboración con el banco de germoplasma del CIP realizaron 14 viajes de recolección en los años 2017-2018 colectando 322 accesiones de papas silvestres perteneciendo a 36 taxones (permiso de la entidad nacional competente n.° 312-2016-SERFOR/DGGSPFFS), 276 de las 322 accesiones colectadas son de las especies priorizadas por el equipo de expertos.

B. Diversidad genética de fauna domesticada

Se reconocen cinco especies de fauna nativas con razas o ecotipos propios del Perú, la llama *(Lama glama*) que posee dos razas: chaku y q'ara; la alpaca (*Lama pacos*) que posee dos razas: huacaya y suri; el cuy (*Cavia porcellus*) que posee cinco ecotipos nativos: Cajamarca, Arequipa, Cusco, Puno y Amazonas y tres razas mejoradas: Perú, andina e inti (INIA); el pato criollo (*Cairina moschata*) que posee cuatro ecotipos; y la cochinilla (*Dactylopius coccus*).

Resulta importante señalar que, varias de las especies animales domesticadas introducidas al Perú han evolucionado en razas adaptadas localmente, es decir, que han estado en el país durante un tiempo suficiente para adaptarse genéticamente a uno o más de los sistemas o entornos de producción tradicionales. Tal es el caso del bovino criollo, que se originó a partir de los cruces de razas bovinas introducidas. En la actualidad, los bovinos criollos en el país son un conjunto de poblaciones muy heterogéneas, con numerosos morfotipos y adaptaciones locales escasamente estudiadas. Lo mismo se puede decir de otras especies introducidas, como las habas, el café, el caballo, entre otros.

C. Diversidad genética de organismos hidrobiológicos

Aún no se cuenta con estudios sobre la diversidad de organismos marinos promisorios; sin embargo, el Banco de Germoplasma de Organismos Acuáticos del Imarpe posee una colección que va en aumento y que puede sentar la base de futuras investigaciones. En el 2013, dicha colección contaba con 70 cultivos de microalgas, 22 de bacterias y 15 de zooplancton, mientras que para el 2016 los registros fueron de 114 cepas de microalgas, 24 de bacterias y 27 de zooplancton.

Existe un importante número de instituciones e investigadores, tanto nacionales como extranjeros, que desde hace varias décadas vienen realizando estudios sobre esta rica diversidad y los recursos genéticos, con diferentes propósitos. Dentro de ellas se destaca la investigación orientada a profundizar el conocimiento sobre la diversidad genética de diferentes especies con fines de conservación y manejo sostenible, y por otro lado, la investigación orientada a conocer los usos y propiedades de los recursos genéticos de numerosas especies y variedades del Perú, la cual ha conllevado, gracias al conocimiento acumulado y al desarrollo de la biotecnología, a la investigación orientada a impulsar el desarrollo de innovaciones basadas en recursos genéticos contenidos tanto en especies silvestres como cultivadas.

De otro lado, en la Amazonía se generó un banco de secuencias nucleotídicas del gen citocromo oxidasa subunidad I de 256 especies de peces amazónicos, que fue utilizado para determinar la identidad taxonómica de conocer la identidad específica de las asambleas de larvas presentes en los periodos de aguas altas y aguas bajas de los ríos Ucayali, Marañón y Napo, lo que permitió conocer la dinámica reproductiva de los grandes bagres en estos ríos.

Recursos genéticos originarios para realizar actividades de investigación y desarrollo

El Perú, como la mayoría de los países megadiversos, es un país fundamentalmente proveedor de recursos genéticos para las actividades de investigación y desarrollo (I & D) de los países con mayor desarrollo científico y tecnológico para generar innovaciones, sobre las cuales reclaman y obtienen derechos de propiedad intelectual. Precisamente, el rastreo de los sistemas de patentes que se realiza desde hace varios años revela una importante utilización de recursos genéticos de la biodiversidad del país, mayormente por los países desarrollados, tal como Japón, Estados Unidos, China, Rusia, entre otros, abarcando un número importante de especies (al menos, 50), dentro de las que resaltan cultivos subutilizados como el camucamu, la guanábana, el achiote, el marañón, el maní, la maca, entre otros (Pastor, 2008).

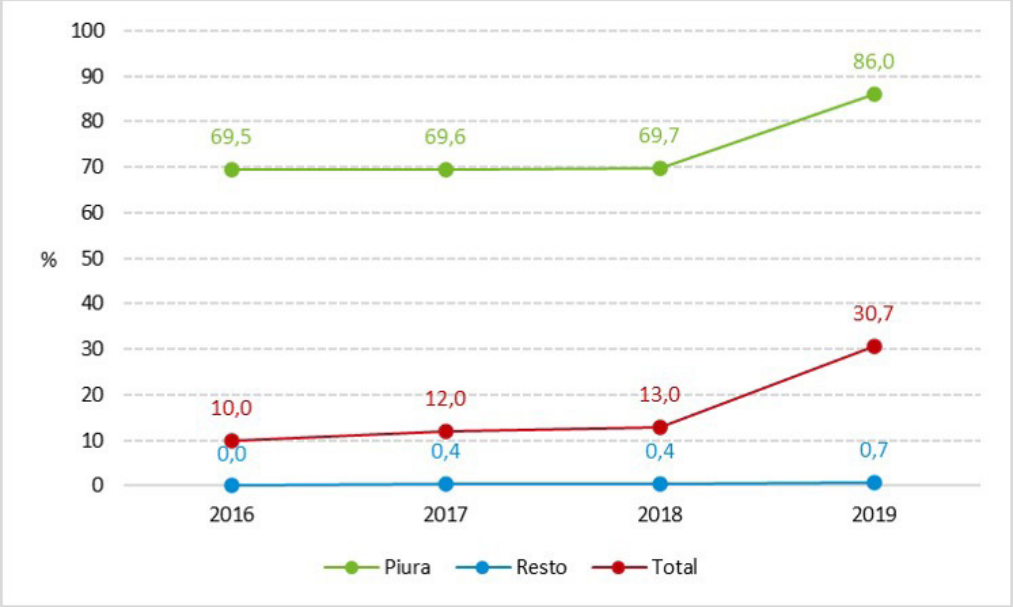
Como ya se mencionó anteriormente, es muy probable que un número importante de especies que contienen estos recursos genéticos estén enfrentando una extracción en distintas partes del país, sin que exista un control sobre ello, poniendo en riesgo la conservación y utilización sostenible de esta diversidad biológica.

Liberación ilegal de organismos vivos modificados (OVM)

Los OVM son una tecnología que utiliza la ingeniería genética para incorporar nuevas características en los seres vivos, entre ellos, las especies de importancia para la agricultura como el maíz. Como toda tecnología puede generar beneficios y, a su vez, presentar riesgos sobre la biodiversidad que deben ser evaluados antes de su utilización para el establecimiento de medidas de bioseguridad adecuadas. Con el fin de implementar la bioseguridad en el país, el Perú estableció una moratoria de 10 años a la liberación al ambiente de OVM. Para asegurar el cumplimiento de la norma y detectar a tiempo cualquier presencia ilegal de OVM en el ambiente que puedan generar impactos sobre la biodiversidad, se ejecutan desde el año 2016 acciones de vigilancia en el territorio nacional. Para ello, se han priorizado los cultivos que cuenten con variedades OVM y cuyas especies sean nativas del Perú, como en el mencionado caso del maíz.

FOTO: MINAM

Gráfico 4.29. Porcentaje de campos de maíz con presencia ilegal de OVM en el Perú



Nota: Debido al fenómeno de El Niño 2017, no se evaluó la región Piura, lo que influyó en los resultados de ese año
Fuente: MINAM. (2019c).

Se han analizado 1471 campos de maíz, de los cuales 189 (12,8 %) tenían presencia ilegal de OVM. De todos los campos con presencia de OVM, el 97,9 % se concentra en Piura, específicamente en el sector medio y bajo del río Piura (distritos de Catacaos, Cura Mori, La Arena, La Unión, El Tallán, Bernal y Vice). En la dinámica a nivel nacional se observa un ligero incremento de la presencia de eventos OVM ilegales entre el 2016 y el 2019. Ese incremento, sin embargo, está fuertemente influenciado por lo encontrado en el departamento de Piura, donde la presencia de OVM ilegales fue alta (entre el 69,5 % el 2016 y el 86 % el 2019). En el resto del país se registró también un incremento, pero mucho menos notorio, pasando de 0 % en el 2016 a 0,71 % en el 2019.

Diversidad cultural

La diversidad biológica es consustancial a la diversidad cultural, en ese sentido, el Perú ha desarrollado normas para el registro de los conocimientos tradicionales. Es importante destacar la participación efectiva de los pueblos indígenas y poblaciones locales en la conservación de los agroecosistemas, quienes mediante su desarrollo han mantenido viva la cultura y la forma de cómo hacen uso de los recursos naturales. Por otro lado, la participación del Estado en la conservación de los agroecosistemas sigue siendo todavía muy débil, por lo que se debe mejorar la gestión articulada entre los sectores y las regiones, la consolidación del respeto a la tenencia de la tierra y la consolidación de los instrumentos de conservación relacionados a los agroecosistemas contemplados en la ley peruana.

Actualmente, las poblaciones rurales asumen la mayor parte de los costos de la conservación, tanto de ecosistemas naturales como de los agroecosistemas y de los servicios que prestan los ecosistemas, de los cuales son beneficiarios. Si se aspira a conservar procesos o funciones ecológicas y evolutivas, así como los ciclos biogeoquímicos de los agroecosistemas, lo más recomendable es aplicar una estrategia de conservación *in situ*, ya que esta sería la única manera de procurar el buen funcionamiento del ambiente y el desarrollo natural de sus componentes, por lo tanto, conservar los ambientes naturales nativos debe estar considerada como una prioridad absoluta de conservación.

Gráfico 4.30. Comunidades que registran su conocimiento

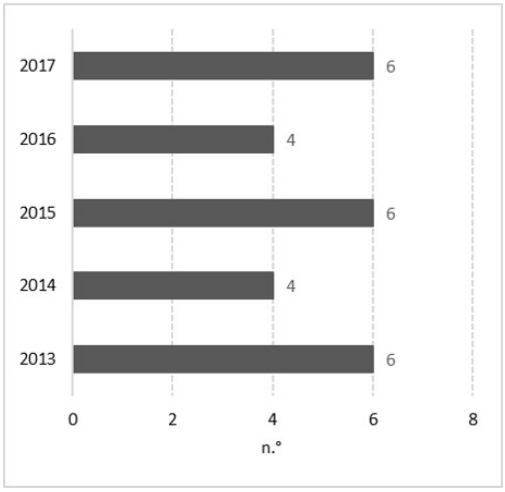
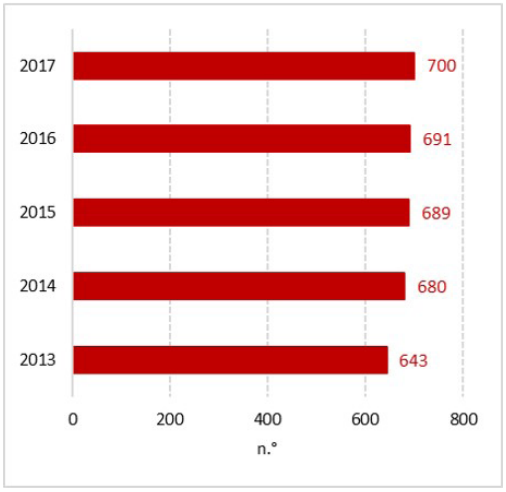


Gráfico 4.31. Registros de conocimientos tradicionales



Fuente: MINAM. (2019h).

El registro de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas de la Amazonia 2014-2019, se presenta en el cuadro 4.25 (ver anexos).

4.2. El estado del cambio climático y su impacto en el país

4.2.1. El estado del cambio climático en el país

El cambio climático está definido como una variación en el estado del sistema climático que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos —decadales o seculares— para suponer que se ha alcanzado un nuevo equilibrio. Puede afectar tanto a los valores medios del clima como a su variabilidad y extremos. Los cambios climáticos han existido desde el inicio de la historia de la tierra, han sido graduales o abruptos y se han debido a causas diversas, como las relacionadas con los cambios en los parámetros orbitales, la deriva continental o periodos de vulcanismo intenso. El cambio climático actual es de origen antropogénico y se relaciona principalmente con la intensificación del efecto invernadero debido a las emisiones humanas procedentes de la quema de combustibles fósiles (AEC-ACOMET, 2015).

4.2.1.1. Estado de la vulnerabilidad en el Perú frente al cambio climático

De acuerdo a la *Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (MINAM, 2016c) se señala que:

> El Perú es un país con poblaciones y ecosistemas altamente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. Dicha vulnerabilidad está configurada por diversos factores como la pobreza, la baja articulación institucional, debilidades en la gobernanza del desarrollo, una base productiva afectada por factores climáticos, entre otros. En el 2013, se realizó el *Balance de la Gestión Regional frente al Cambio Climático en el País*, en el cual las regiones priorizaron los sectores, ecosistemas y grupos humanos vulnerables frente al cambio climático. De acuerdo con dicho balance, los sectores vulnerables priorizados son agricultura, pesca y los sistemas de recursos hídricos para distintos usos (factor que además condiciona el desarrollo de la actividad agrícola), así como el sector salud. Los grupos humanos vulnerables priorizados son las poblaciones rurales ligadas a la agricultura familiar de subsistencia y con débil articulación al mercado (muchas de ellas organizadas en comunidades campesinas o nativas); y los pescadores artesanales. Por su lado, los ecosistemas vulnerables priorizados son los montañosos andinos, los forestales, los amazónicos y los marinos costeros. Muchos de ellos tienen como eje común y articulador al agua, tal es el caso de las

nacientes o cabeceras de cuencas, bofedales y cuerpos de agua, puna, humedales, praderas naturales, glaciares, etc.

Se ha registrado un aumento de las emergencias climáticas que afectan al país, habiendo crecido en 25 % entre 2003 y 2014, frente a una tendencia de estabilidad en las emergencias no climáticas (Indeci, 2015). Las emergencias afectan principalmente a las poblaciones más vulnerables del país, incluyendo sus actividades productivas, el acceso al agua y la ocurrencia de enfermedades.

En 2014, el país registro una tasa de crecimiento de 2,4 % (BCRP, 2015d) y aunque hay avances en la reducción de la pobreza, todavía tiene desafíos importantes: el 22,7 % de la población está en situación de pobreza, y el 4,3 % vive en pobreza extrema (INEI, 2015a). Sumado a esto, aún existen regiones del país que presentan un IDH muy bajo, siendo las tres regiones con más bajo a nivel nacional: Huancavelica (0,29), Ayacucho (0,33) y Apurímac (0,34) (PNUD, 2013) y, consecuentemente, dada su condición de infraestructura y poca capacidad de adaptación, son las más vulnerables a emergencias climáticas.

En 2014, las cinco regiones que registraron mayor ocurrencia de emergencias de origen climático fueron Amazonas, Apurímac, Cusco, Huancavelica y Pasco. Solo en estas cinco zonas se concentró poco más del 63 % del total de emergencias ocasionadas por eventos climáticos a nivel nacional (Indeci, 2015). Estas observaciones resultan importantes ya que tales circunstancias ponen a la población en riesgo de regresar a la pobreza o no poder salir de ella dada su condición de vulnerabilidad ante el cambio climático.

Los sectores agricultura y pesca, claves para la seguridad alimentaria del país, dependen directamente del clima. Estos sectores aportan el 5,7 % del PBI nacional (BCRP, 2015b), y junto con el sector minero emplean al 25,8 % de la PEA ocupada a nivel nacional y al 74 % de la PEA rural (INEI, 2015d). Considerando que el 55 % de la población en situación de pobreza trabaja en estas actividades, y que además sostienen sistemas alimentarios, se pone en evidencia que un grueso de la población se halla en una condición muy sensible al cambio climático (INEI, 2015a). Así también, el clima tiene efectos sobre sectores relevantes para el desarrollo de otras actividades productivas y de seguridad nacional, tales como el sector minero y de energía hidroeléctrica, debido a su dependencia de recursos hídricos para su funcionamiento.

Con relación a los peligros naturales y antrópicos que afectan tanto a la persona como a sus medios de vida, que en muchos casos representan algún tipo de ecosistemas o alguna especie de flora o fauna, los cuales producen bienes y servicios ecosistémicos, Uribe (2015), mencionado en MINAM (2020b) señala que:

[…]

[L]os efectos del cambio climático tenderían a aumentar la tasa de pérdida de recursos biológicos; que serían particularmente severos en aquellos ecosistemas que ya se encuentran significativamente alterados por las actividades humanas. El cambio climático podría entonces inducir cambios en los ecosistemas y acelerar la pérdida de especies en la región. Esto conduciría a una disminución de la oferta de los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad.

4.2.1.2. Financiamiento para la gestión del cambio climático

En el estudio *Estado Actual del Financiamiento Climático en el Perú* (Galarza Contreras y Ruiz Pérez, 2015), citado en MINAM (2016c):

En lo que concierne a las barreras asociadas al acceso al financiamiento, el estudio identifica, entre otros, el limitado conocimiento sobre las fuentes de fondos, la escasa variedad de instrumentos financieros utilizados, la limitada capacidad de acceder a recursos financieros debido a que las funciones no son explicitas en los documentos de gestión. En lo que corresponde a limitaciones y necesidades asociadas a institucionalidad, podemos destacar la existencia de vacíos en la normativa y la falta de una arquitectura financiera que permita canalizar los recursos hacia las necesidades del cambio climático. Finalmente, aún existen limitadas capacidades financieras para la gestión del financiamiento, además de una insuficiente inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación; así como una reducida capacidad para el monitoreo del financiamiento de programas y proyectos de cambio climático.

Las barreras de acceso a las fuentes y mecanismos para el financiamiento climático se pueden clasificar en tres principales; las primeras, asociadas a las fuentes de financiamiento, debido a que las condiciones, organización o prerrequisitos exigidos por estas fuentes pueden dificultar el acceso a los recursos de manera oportuna; las segundas se asocian a la institucionalidad del cambio climático en el Perú, ya que la normativa, la asignación de responsabilidades, objetivos y mecanismos de comunicación pueden limitar el acceso o hacerlo ineficiente. Finalmente, las terceras se refieren a las capacidades nacionales en relación con el cambio climático, que son factores que pueden generar costos asociados a cubrir las brechas o limitan la gestión de los fondos.

En el siguiente cuadro, se mencionan las barreras identificadas, de acuerdo a la clasificación mencionada.

Cuadro 4.26. Barreras y necesidades asociadas al financiamiento para la gestión del cambio climático

Asociadas a las fuentes de financiamiento	• Conocimiento limitado sobre las fuentes de fondos. • Escasa variedad de instrumentos financieros utilizados. • Limitada capacidad de acceder a recursos financieros debido a que las funciones no son explícitas en los documentos de gestión. • No existen sistemas uniformes para el monitoreo, obtención de información e impacto del financiamiento.
Asociadas a la institucionalidad del cambio climático	• La inclusión de consideraciones climáticas en las políticas de desarrollo no está del todo explícitas ni relacionadas a aspectos sociales. • Existen vacíos e inestabilidad normativa en materia de cambio climático. • Frágil capacidad para hacer cumplir las normas. • No se cuenta con una arquitectura financiera que permita canalizar los recursos hacia las necesidades del cambio climático. • Falta de adecuadas capacidades para formular y ejecutar acciones sobre el clima en los gobiernos nacionales y subnacionales. • Necesidad de traducir las ERCC y la ENCC en propuestas para financiamiento para el Fondo Verde del Clima, integrando las metas condicionadas de las INDC, particularmente en adaptación.
Asociadas a las capacidades nacionales en relación al cambio climático	• Limitadas capacidades sobre el cambio climático a nivel subnacional. • Limitadas capacidades financieras para la gestión del financiamiento del clima. • Limitada inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación. • Reducida capacidad para elaboración, gestión y monitoreo del financiamiento para la gestión del cambio climático y de la ejecución de programas y proyectos de cambio climático

Fuente: Adaptado de Galarza Contreras y Ruiz Pérez (2015); Zevallos P., y otros (2014) y MOCICC (2016)
Tomado de: MINAM. (2016c).

En el estudio *Evaluación de los Flujos Financieros y de Inversión para la Adaptación al Cambio Climático en el Perú* (MINAM-PNUD, 2011), citado en MINAM (2016c):

> En el año 2011, se realizó la Evaluación de los Flujos Financieros y de Inversión (FFI) para la adaptación al cambio climático en el Perú en los sectores agricultura, pesca, y agua y saneamiento. Dichos estudios permiten visualizar aproximaciones del financiamiento necesario para adaptar estos tres sectores vulnerables. El estudio señala la brecha de inversión por cada sector de acuerdo con un conjunto de medidas de adaptación establecidas.

Cuadro 4.27. Brechas de inversión para la adaptación en los sectores agricultura, pesca, y agua y saneamiento

Sector	Medidas de adaptación consideradas	Brecha de inversión para la adaptación
Agricultura	a) Programa para la mejora del rendimiento agrícola. b) Programa de mejoramiento genético de cultivos. c) Proyectos de defensa ribereña y protección de cauces. d) Proyectos de conservación de suelos. e) Programa de difusión sobre adaptación y cambio climático en la agricultura. f) Proyectos de infraestructura y tecnología de riego. g) Proyectos de protección de cabeceras de cuenca (reforestación y manejo de praderas). h) Paquete de investigación y monitoreo de cambio climático y la agricultura. i) Sistema de alerta temprana ante el cambio climático. j) Programa de zonificación ecológica, económica y ordenamiento territorial. k) Gobernanza para la adaptación. l) Seguros agrarios comerciales.	El estudio dio como resultado que la brecha de inversión para la adaptación en San Martín y Junín alcanza el monto de USD 1 130 millones. Y aunque el estudio solo se basó en dos regiones, las medidas de adaptación que se consideraron son muy necesarias para otras regiones de condiciones similares, lo cual permite tener una idea de la brecha de inversión necesaria para aplicar estas medidas a nivel nacional (PNUD-MINAM, 2011a).
Pesca	a) Monitoreo e investigación. b) Diversificación sobre otras especies / productos. c) Gobernanza para la adaptación. d) Capacitación, difusión y sensibilización. e) Enfoque ecosistémico y control de contaminación (medida estudiada solo para el subsector de Consumo Humano Indirecto). f) Gestión del riesgo (medida estudiada solo para el subsector de Acuicultura)	Para lograr la adaptación al cambio climático en el subsector de Consumo Humano Indirecto, el estudio estimó que se necesitaría una inversión adicional (o brecha de inversión) de cerca de USD 279,7 millones. Asimismo, para lograr la adaptación en el subsector de Acuicultura, se necesitaría una inversión adicional, entre los años 2010 a 2030, de USD 173,5 millones (PNUD-MINAM, 2011b).
Agua y Saneamiento	a) Rediseño institucional para la gestión integral de recursos hídricos. b) Paquete de Estudios Científicos y Monitoreo sobre escenarios climáticos y disponibilidad hídrica en las cuencas que vierten hacia el Pacífico con énfasis en el abastecimiento en ciudades. c) Difusión y sensibilización sobre el valor del agua, los efectos del cambio climático, y educación sanitaria. d) Gestión de riesgos contra eventos climáticos. e) Eficiencia en el servicio de agua y saneamiento. f) Gestión integral del RR. HH. (enfoque ecosistémico). g) Programa de rehabilitación y mejoramiento de infraestructura de captación, tratamiento, almacenamiento, cobertura y alcantarillado.	El estudio estima que para lograr la adaptación al cambio climático del subsector de Agua y Saneamiento para consumo humano en la región de la vertiente del Pacífico, el Perú necesitará una inversión adicional que ascendería a USD 952,9 millones (PNUD-MINAM, 2011c).

Fuente: Elaborado en base al estudio de Evaluación de los Flujos Financieros y de Inversión (FFI) para la Adaptación al Cambio Climático en el Perú.
Tomado de: MINAM. (2016c).

Para lograr la adaptación al cambio climático en el subsector de agua para consumo humano y saneamiento en la región de la vertiente del Pacífico, el Perú necesitaría, entre los años 2010 y 2030, una inversión adicional de US$ 952,9 millones de dólares (descontados a US$ 2005) con respecto al escenario base; mientras que en el subsector de agricultura tradicional en las regiones de San Martín y Junín, se necesitaría una inversión adicional de US$ 324 millones y US$ 806 millones respectivamente; y finalmente para los subsectores de pesca CHI unos US$ 279.7 millones y acuicultura otros US$ 173,5 millones. Aunque, dichas cifras pueden parecer muy altas a simple vista; es importante mencionar que otros países latinoamericanos que realizaron la misma estimación bajo la metodología del PNUD, obtuvieron resultados que excedieron inclusive los 2000 millones por sector (Minam & PNUMA, 2011)

FOTO: MINAM

4.2.1.3. Emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Se consideran dos componentes temáticos en los que se han establecido estrategias para las medidas formuladas, adoptadas e implementadas por el Perú para la gestión y planificación de la reducción de emisiones de GEI[81] (mitigación), así como para la adaptación al cambio climático, incluyendo aspectos normativos. Respecto al componente de mitigación, se tiene el *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 – Ingei 2014* (MINAM, 2019i), que describe la estimación de las emisiones/absorciones de GEI del año 2014 y la actualización de las estimaciones correspondientes a los años 2000, 2005, 2010 y 2012. En el mismo se incluyen los procedimientos, métodos e información utilizada y los resultados de las estimaciones.

En la atmósfera además de contaminantes atmosféricos, se encuentran los gases de efecto invernadero los cuales pueden ser de origen natural o antropogénico. Debido al desarrollo de las actividades económicas y productivas se han incrementado la concentración de los gases de efecto invernadero, causando el aumento de la temperatura promedio del mundo que a su vez da origen al calentamiento global y cambios particulares en el clima conocido como cambio climático. Los gases de invernadero más comunes e importantes son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) que son químicamente estables y persisten en la atmósfera durante escalas de tiempo desde décadas hasta siglos o más. A nivel nacional, se realizan las estimaciones de emisiones y/o absorciones de GEI y se reporta en el Ingei.

El Ingei 2014 se elaboró aplicando una combinación de metodologías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) presentadas en los siguientes documentos: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GL2006), Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996 (GL1996), Orientación sobre las buenas prácticas para uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (OBP2003), y Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (OBP2000).

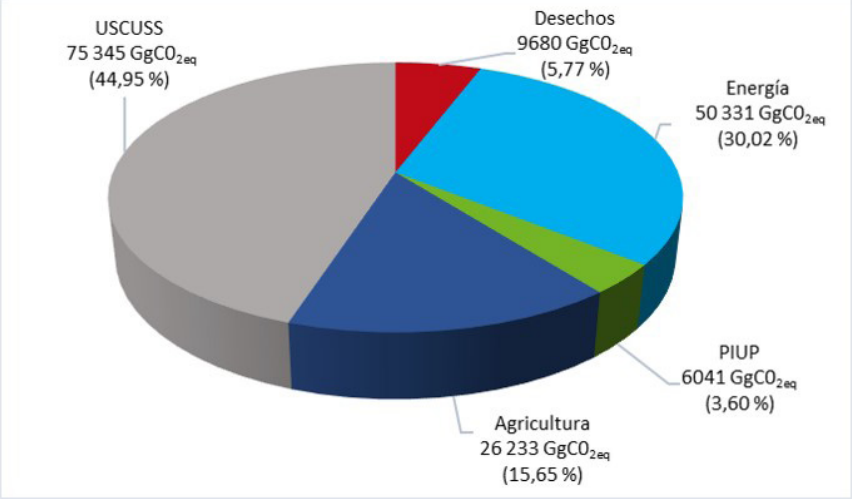
En 2014, las emisiones totales del país ascendieron a 167 630,3 Gigagramos[82] de dióxido de carbono equivalente (Gg CO_{2eq}). Tal como se muestra en el gráfico, la principal fuente de emisiones de GEI a nivel nacional proviene del sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), con 75,345 Gg CO_{2eq}, que representa el 45 % del Ingei 2014. Dentro de este sector, la principal fuente de emisiones es la conversión de Tierras forestales a Tierras agrícolas (TFTA), con 43,778 Gg CO_{2eq}.

[81] La gestión de GEI consiste en reducir o evitar las emisiones de GEI de las fuentes antropógenos o aumentar los sumideros que absorben dichas emisiones

[82] Para medir de manera indirecta las cantidades de CO_2 en los inventarios, se utiliza el Gigagramo (Gg) que es un múltiplo decimal de la unidad de masa del Sistema Internacional de Unidades (SI), el kilogramo. Siendo $1Gg=10^9$ g= 10^6 Kg.

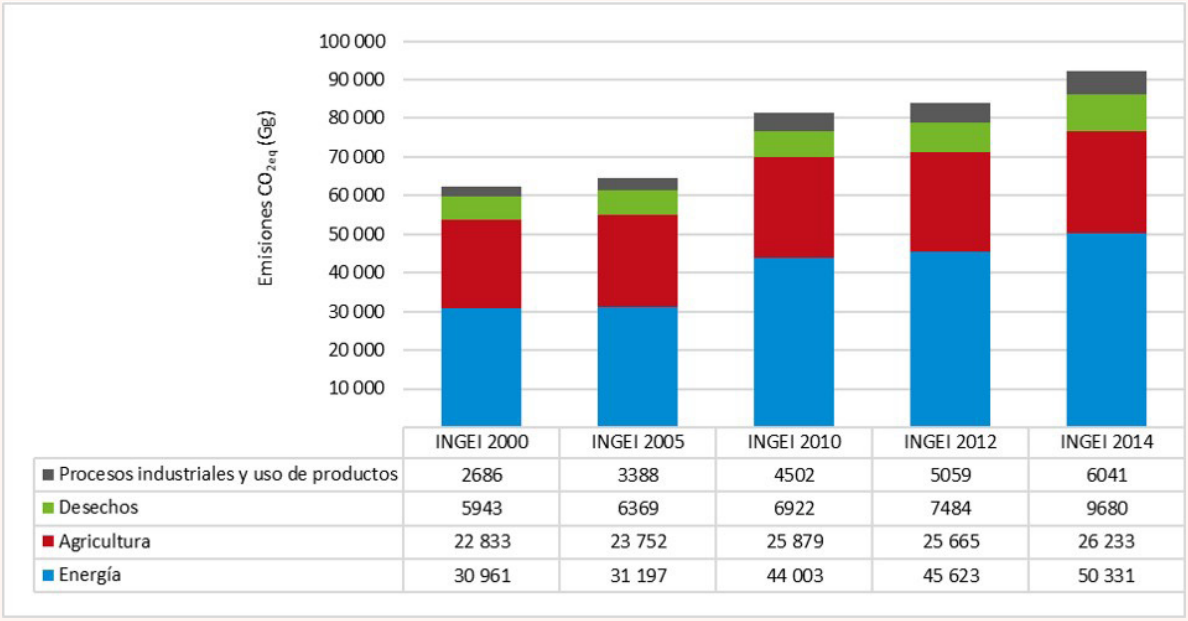
El segundo sector con mayor emisión de GEI reportada es Energía, con 50,331 Gg CO_{2eq}, que representa el 30 % del Ingei 2014. Dentro de este sector, destaca la fuente de emisión generada por la combustión de combustibles en el sector transporte, con 17,298 Gg CO_{2eq}. Seguido a ellos, el sector agricultura participa con el 16 % de las emisiones (26 233,2 Gg CO_{2eq}), el sector desechos (residuos sólidos) con el 6,0 % (9679,7 Gg CO_{2eq}), y el sector PIUP (procesos industriales y otros usos de productos) con el 3 % (6040,8 Gg CO_{2eq}).

Gráfico 4.32. Distribución de las emisiones de GEI por sectores IPCC en el Ingei, 2014



Fuente: MINAM. (2019i).

Gráfico 4.33. Inventarios nacionales de GEI sin USCUSS y por sector, 2000, 2005, 2010, 2012, 2014

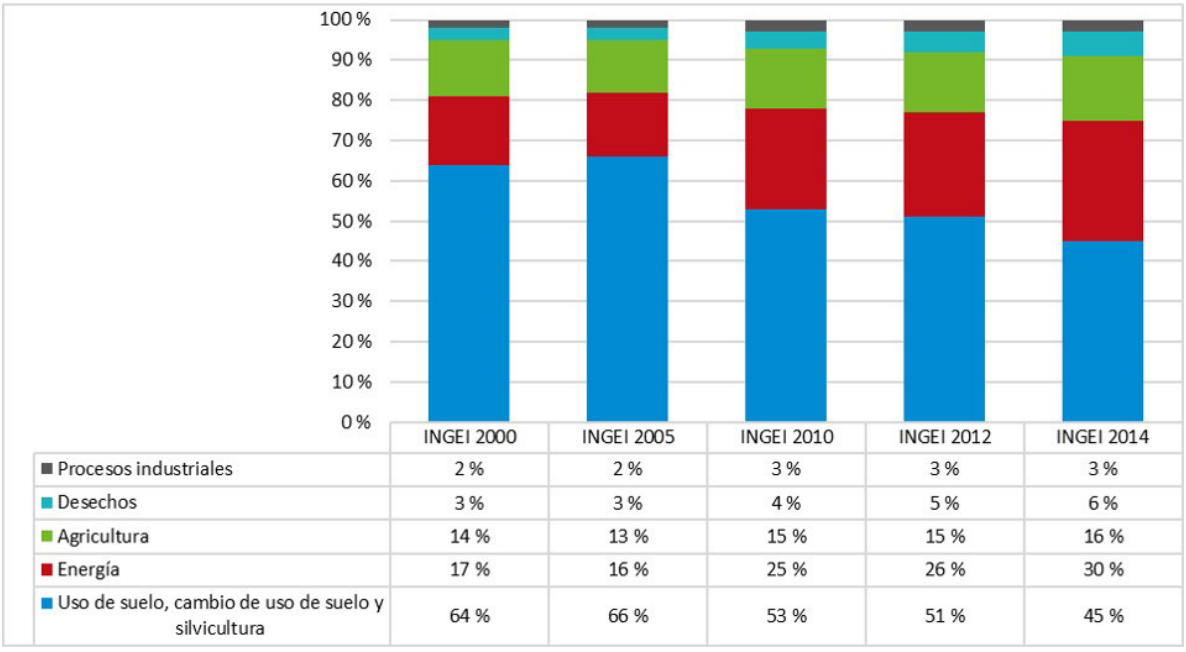


	INGEI 2000	INGEI 2005	INGEI 2010	INGEI 2012	INGEI 2014
Procesos industriales y uso de productos	2686	3388	4502	5059	6041
Desechos	5943	6369	6922	7484	9680
Agricultura	22 833	23 752	25 879	25 665	26 233
Energía	30 961	31 197	44 003	45 623	50 331

Fuente: MINAM. (2019i).

Elaboración propia a partir de la información del Ingei 2014. https://infocarbono.minam.gob.pe/inventarios-nacionales-gei/intro/

Gráfico 4.34. Porcentaje de emisiones por sector, 2000, 2005, 2010, 2012, 2014



	INGEI 2000	INGEI 2005	INGEI 2010	INGEI 2012	INGEI 2014
Procesos industriales	2 %	2 %	3 %	3 %	3 %
Desechos	3 %	3 %	4 %	5 %	6 %
Agricultura	14 %	13 %	15 %	15 %	16 %
Energía	17 %	16 %	25 %	26 %	30 %
Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura	64 %	66 %	53 %	51 %	45 %

Fuente: MINAM. (2019i).

Elaboración propia a partir de la información del Ingei 2014. https://infocarbono.minam.gob.pe/inventarios-nacionales-gei/intro/

Balance del estado actual del MDL y el mercado voluntario

De acuerdo a la *Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (MINAM, 2016c):

> El mercado de carbono más relevante en los países en vías de desarrollo como el Perú ha sido el regulado por el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). […]Los proyectos MDL peruanos registrados ante la CMNUCC suman un potencial de reducción de emisiones de 10,6 millones de tCO2eq anuales; sin embargo, hasta septiembre de 2015 solo se pudo emitir 4 502 342 Certificados de Emisiones Reducidas (CERs). El mayor potencial de reducción de emisiones de GEI anuales corresponde a los proyectos de energía renovable (79 %), seguidos por los proyectos de eficiencia energética (13 %) [ver cuadro 4.28]. […]El potencial anual del conjunto de proyectos MDL registrados ante la CMNUCC hasta septiembre de 2015 representó 6,2 % de las emisiones totales del Inventario Nacional GEI 2012.

Cuadro 4.28. Potencial de reducción de emisiones de GEI

Tipo de proyecto	Reducción potencial anual (t CO_{2eq})	Cantidad de proyectos*	CERs emitidos acumulados hasta setiembre 2015
Energía renovable	8 363 936	52	2 900 443
Eficiencia energética	1 396 757	3	272 816
Captura de metano	485 550	6	943 594
Cambio de combustible	295 637	3	385 489
Aforestación / Reforestación	48 689	1	0
Total	10 590 569	65	4 502 342

*Incluye 5 PoA registrados.
Fuente: MINAM. (2016c).

4.2.2. El impacto del cambio climático en el país

4.2.2.1. En el recurso hídrico

Según lo señalado en el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú* (MINAM, 2021c):

> La oferta hídrica se encuentra afectada por la variabilidad y el cambio climático. En las últimas décadas, el aumento registrado en la temperatura del aire ha desencadenado el retroceso y pérdida de glaciares. Como consecuencia, Perú ha perdido el 53,56 % de su superficie glaciar en los últimos cincuenta años (Inaigem, 2018), alterándose, consecuentemente, el comportamiento hídrico.
>
> La vulnerabilidad frente al acceso al recurso hídrico tiene también dimensiones interculturales e intergeneracionales. Las cifras del Censo 2017 revelan que el 67,3 % de los pueblos indígenas u originarios cuenta con agua potable y solo el 48 % con un sistema de desagüe; por su lado, en el caso del pueblo afroperuano, el 70,2 % cuenta con agua potable y el 62,7 % con un sistema de desagüe. Esta situación se hace especialmente relevante en las comunidades rurales y las zonas periféricas, ya que solo el 53,3 % de las mismas cuenta con servicio de red pública de agua y saneamiento (MIMP, 2015).

El detalle de los potenciales impactos que producen estos peligros se detallan en el cuadro 4.29; y la identificación de los daños ambientales generados por efectos antrópicos en el cuadro 4.30 (ver anexos).

4.2.2.2. En los bosques

De acuerdo a los estudios realizados en el marco de la elaboración del *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú* (MINAM, 2021c), en relación con los impactos asociados al área temática de bosques, los principales riesgos se asocian a:

1) *Movimientos en masa:* los ecosistemas de la zona de la Sierra altoandina están expuestos a movimientos en masa; sin embargo, en zonas de Selva del norte y centro del Perú, el riesgo es mayor para las poblaciones, debido a la vulnerabilidad (alta presencia de ecosistemas frágiles, alta fragmentación de los bosques y a una alta deforestación), alta exposición y, por ende, un mayor nivel de peligro.

2) *Inundaciones:* principalmente en la Selva (tanto para los ecosistemas como las poblaciones, debido a la presencia de zonas expuestas (o, lo que es lo mismo, los ecosistemas con la mayor superficie) y con las zonas más vulnerables asociadas a la presencia de ecosistemas frágiles, a una alta fragmentación de los bosques y a una alta deforestación, además de las características propias del relieve (baja pendiente) y a la dinámica fluvial de los ríos que cambian sus cursos de agua cada año.

3) *Aridez:* como riesgo para los ecosistemas presentan un riesgo bajo y medio, localizado principalmente en la zona de la Sierra y la Selva, sin embargo, el riesgo de aridez para las poblaciones es mayor en zonas de Selva del norte y centro del Perú, por su alta exposición y vulnerabilidad.

Gracias a que se examina la interacción entre los ecosistemas constituidos por bosques y la sociedad que hace uso de los servicios ecosistémicos que existen allí, se puede identificar una cadena de efectos. Como contraparte de las contribuciones, existen los potenciales impactos asociados a peligros asociados al cambio climático, así como los daños ambientales ocasionados por las personas que incrementan los efectos del cambio climático y conllevan efectos negativos relevantes sobre el sistema socioecológico (ver cuadro 4.31 en anexos).

4.2.2.3. En la pesca y acuicultura

Según el Estudio Técnico denominado *Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional del Perú* (MINAM, 2020e):

> El Perú, tiene la mayor industria pesquera de una sola especie del mundo, […]lo cual contribuye significativamente al desarrollo económico del país a través de la exportación de harina de pescado para el consumo humano indirecto (CHI). Además, la pesca y la acuicultura para el consumo humano directo

> (CHD) contribuyen a la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables del país, debido a que aportan una base proteica indispensable para su desarrollo y calidad de vida. No obstante, y a pesar de su importancia para el país, la actividad pesquera peruana es considerada una de las diez pesquerías más vulnerables ante los peligros asociados al cambio climático a nivel global (Allison *et al.* 2009). Como ha sido demostrado por diversos autores (FAO 2016b; DAW *et al.* 2009), el cambio climático, a través de sus diversas manifestaciones, como el aumento en la variabilidad climática, la ocurrencia de eventos climáticos extremos, el aumento de la temperatura de los océanos y la acidificación, afecta la abundancia y la distribución de los recursos pesqueros y la idoneidad de áreas geográficas para el desarrollo de sistemas acuícolas. Por otro lado, cabe resaltar que estos cambios en las tendencias climáticas implican no solo riesgos si no también oportunidades que, de ser identificadas y aprovechadas, pueden traer beneficios a la actividad y a la población.

Asimismo, según el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú* (MINAM, 2021c):

> Diversos estudios han señalado que la disminución de la productividad y el aumento de la temperatura del mar afectarían a los niveles de biomasa y la captura de la anchoveta *Engraulis ringens* (Brochier *et al.*, 2013; Gutiérrez *et al.*, 2019). En general, aunque los sistemas de afloramiento para la anchoveta en el Pacífico Este ocupen un área pequeña, los efectos del cambio climático sobre ellos tendrán consecuencias desproporcionadamente grandes para la sociedad humana (IPCC, 2019b). Sumado a ello, las comunidades costeras también estarán expuestas al aumento del nivel del mar y las fuertes lluvias y los oleajes anómalos originados por una mayor frecuencia e intensidad de los eventos de El Niño (Yánez *et al.*, 2018).

En el cuadro 4.32 se presentan los potenciales impactos asociados a los peligros relacionados al cambio climático por cada sujeto de análisis en el área temática de pesca y acuicultura. (ver anexos).

4.2.2.4. En la salud

El Informe Final del Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC)[83] señala que:

> Según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, en particular el que elabora el Grupo de Trabajo II, denominado *Impacto, adaptación y vulnerabilidad* (IPCC 2007b), la adaptación al cambio climático será la respuesta ante los peligros ocasionados por las condiciones extremas en la atmósfera, manifestadas a través de: i) sequías; ii) olas de calor; iii) inundaciones; iv) heladas; v) friajes; vi) desertificación; vii) erosión, entre otros fenómenos. De esta forma, frente a la situación de vulnerabilidad a la que está expuesta la sociedad como consecuencia del incremento de estos eventos climáticos extremos, la salud es considerada como uno de los sectores que se verá más afectado.
>
> Asimismo, la OMS señala que el cambio climático puede afectar la salud de la población de diversas formas.

De igual manera, según el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú* (MINAM, 2021c):

> En este sentido, el caracterizar el efecto del cambio climático sobre la salud de las poblaciones resulta una tarea compleja cuando se toma en cuenta que la salud no es solo la ausencia de enfermedad sino el bienestar humano, cuyo entorno es el principal condicionante del bienestar (Minsa, 2017). Distintos estudios mencionan que el cambio climático incrementaría la mortalidad y la morbilidad asociadas al calor, aumentaría la frecuencia de las epidemias después de la ocurrencia de las inundaciones y tendría efectos considerables sobre la salud tras los desplazamientos de las poblaciones por un incremento del nivel del mar y una mayor actividad tormentosa (IPCC, 2014b; Minsa, 2017).

[83] Resolución Suprema n.° 005-2016-MINAM, Conforman Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional presentadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

FOTO: MINAM

> Cabe precisar que el efecto del cambio climático sobre la salud no solo ocurre de forma directa sobre la población, sino también sobre la infraestructura sanitaria y los insumos para la provisión del servicio mismo (equipamiento, suministros y medicamentos). A su vez, también se debe considerar que los efectos por el cambio climático pueden afectar a la dinámica de la atención y la respuesta de los servicios de salud (potencial humano de los trabajadores de salud).

En el cuadro 4.33 (ver anexos) se detallan los principales peligros asociados al cambio climático, los daños ambientales y los efectos potenciales relacionados a la temática de salud.

4.2.2.6. En la agricultura

Según el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú:* Documento de trabajo (MINAM, 2020f), se indica que:

> Existe evidencia que indica una mayor ocurrencia de inundaciones, huaycos y aluviones que ocasionaron situaciones de emergencia a nivel nacional en el año 2017 y que afectaron de forma directa o indirecta a la agricultura (Indeci, 2017). Además, de acuerdo con el Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario (PLANGRACC) [2012-2021], se consideran como peligros de importancia relativa a las tormentas eléctricas, las sequías, veranillos, cambios en la evapotranspiración, incendios forestales, friaje, heladas, olas de calor, cambios en el Niño, La Niña y la Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés), retroceso glacial y cambios en los promedios de la precipitación (PRATEC, 2009).
>
> […] Debido al incremento de los promedios de temperatura, se presenta un desplazamiento de los cultivos hacia las zonas más altas, afectando la distribución tradicional por pisos ecológicos en las comunidades andinas. Asimismo, la sequía afecta de forma significativa a la agricultura con pérdida de productividad, de cobertura vegetal y déficit hídrico. En este sentido, el Perú ha registrado 10 episodios de sequías severas en últimos 37 años, que han afectado de forma directa a la productividad agrícola (Senamhi, 2019c).
>
> […] Como consecuencia, tiene lugar un incremento de los efectos negativos y riesgos sobre los sistemas productivos ante los peligros asociados al cambio climático, afectando a la seguridad alimentaria y nutricional (Minagri, 2012). Ello incluye no solo la producción de alimentos que suelen consumir los productores andinos y sus familias, sino también, de aquellos que forman parte de la Canasta Básica de Consumo Familiar del país; así como la erosión genética de variedades nativas y parientes silvestres que compromete la agrobiodiversidad y la capacidad de resiliencia de los sistemas alimentarios.

> En consecuencia, todos los peligros mencionados y su afección sobre los sistemas productivos derivan en la problemática general como es el *incremento de los impactos negativos sobre los agricultores y disminución de la resiliencia de los sistemas productivos agrarios ante los efectos asociados al cambio climático afectando a la seguridad alimentaria.*

Del mismo modo, de acuerdo con el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú* (MINAM, 2021c):

> Si continúan las tendencias y proyecciones con respecto de los peligros asociados al cambio climático, tendrán efectos devastadores en la producción agropecuaria, ya que la producción de ciertos cultivos disminuiría (arroz, maíz, papa, cebada, plátano, entre otros) y, en consecuencia, se elevaría el precio de los productos y sus costos de producción, lo que afectaría a la seguridad alimentaria nacional e internacional.
>
> El 72 % de las emergencias en agricultura tienen relación con sequías, lluvias intensas, inundaciones y heladas.

En el cuadro 4.34 (ver anexos) se señalan los peligros asociados al cambio climático, los daños ambientales ocasionados por efectos antrópicos relacionados con la agricultura.

4.3. Acápite: el fenómeno El Niño en el Perú

Con relación al monitoreo del fenómeno El Niño y su impacto en el Perú, Martínez (2020) señala que:

> En el Perú, la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen) es el ente científico y técnico multisectorial que tiene la función de monitorear, vigilar, analizar y alertar sobre las anomalías del océano y la atmósfera que permitan diseñar medidas de prevención oportunas para reducir los impactos del fenómeno El Niño, y está conformado actualmente por el Imarpe, el Senamhi, el IGP, la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú (MGP), la ANA, el Cenepred y el Indeci.

Para caracterizar los eventos El Niño y La Niña en la región Niño 1+2 y en la costa peruana, se han desarrollado varios índices océano-climático, basados en los registros de temperatura superficial del mar tal como el Índice Costero El Niño (ICEN), definido como "la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la Región 1+2" el cual ha sido adoptado por el comité Enfen para el monitoreo y pronóstico (Quispe y Vásquez, 2015).

Asimismo, Martínez (2020) menciona que:

> […] el Enfen introdujo los conceptos diferenciados de "El Niño costero" (calentamiento en la región Niño 1+2) y "El Niño en el Pacífico central" (calentamiento en la región 3.4), sin dejar de lado la existencia de la versión "fría" de ambos eventos (La Niña costera, y La Niña en el Pacífico central), ni la posibilidad de combinaciones entre todos ellos (Martínez & Takahashi, 2017)[84].

4.3.1. Tipos de evento El Niño

Los eventos El Niño pueden ser de acuerdo con su intensidad: débiles, moderados, fuertes o extraordinarios, aunque en el Perú, hablar de El Niño es vincularlo a los eventos catastróficos que se han presentado con mayor calor y han generado fuertes lluvias e inundaciones a lo largo de la costa del país, como los de 1982-83 y 1997-98 (Takahashi K., 2014; Martínez & Takahashi, 2017), y que normalmente se presentan cada tres a siete años. Sin embargo, actualmente existe consenso en que ningún evento es idéntico a otro y, a grandes rasgos, se pueden tipificar cuatro grandes tipos, cuyas principales características se sistematizan en el siguiente cuadro.

[84] Por ejemplo, el fenómeno El Niño 1997-1998 - de gran recordación en el país por sus impactos catastróficos -, fue tanto "El Niño costero" como "El Niño en el Pacífico central" (Martínez & Takahashi, 2017).

Cuadro 4.35. Tipos de eventos El Niño

Tipo	Ejemplos	Características
Extraordinario	1982-83	Calentamiento tanto en la costa de Perú (región El Niño 1+2), como en una gran porción del Océano Pacífico central (región El Niño 3.4). Probablemente sean los de mayor recordación entre la población, se caracterizaron por lluvias muy intensas e inundaciones en la costa del país que causaron gran destrucción y pérdidas económicas.
	1997-98	
Típico o canónico	1973	Inicio con una fase de calentamiento frente a la costa de Perú (región Niño 1+2), calentamiento que posteriormente se desplaza hacia el oeste, produciendo un calentamiento en el Pacífico central oriental (región Niño 3.4), y en este tipo de eventos, el calentamiento de la región Niño 1+2 funciona como un precursor con el cual se puede proyectar el calentamiento que ocurrirá en los meses siguientes.
Modoki	2010	Caracterizados por un calentamiento en el Pacífico tropical central (región Niño 3.4), pero sin un calentamiento en las costas de Sudamérica.
Costero	1925	Caracterizado por el calentamiento de la costa sudamericana, específicamente frente a las costas de Perú y sur de Ecuador (región Niño 1+2), pero sin observarse un calentamiento en el Océano Pacífico central (región Niño 3.4), y que, en el caso del 2017, tuvo serias repercusiones en prácticamente toda la costa de nuestro país.
	2017	

Fuente: Rasmusson & Carpenter, 1982; Senamhi, 2014; Takahashi K., 2014; Takahashi & Martínez, 2017

4.3.2. Impactos del fenómeno El Niño

Según la *Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (MINAM, 2016c):

> Se define al término impacto como los efectos en los sistemas naturales y humanos. Por lo tanto, en este contexto, el término se emplea para describir, principalmente, los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático (IPCC, 2014).
>
> […] Al año 2014, el 64 % de las emergencias registradas a nivel nacional correspondieron a eventos de origen climático causando pérdidas y daños humanos, materiales y ambientales, mientras que en el año 2003 alcanzaron el 59 %. Destaca el año 2012, donde este porcentaje fue el mayor en toda la última década, llegó a un poco más de 68 % del total de eventos registrados (Indeci, 2015).
>
> Desde 2003 hasta 2014, el número de eventos climáticos que se registraron han aumentado en casi un 25 % (Indeci, 2015). En la última década, el año 2012 registró un aumento de cerca de un 80 % de eventos climáticos con respecto al año 2003.
>
> […]El Perú se encuentra expuesto a los impactos adversos del fenómeno El Niño. Se prevé que un evento severo afecte los sectores primarios, como agricultura y pesca, e infraestructura, con similar magnitud a la registrada entre 1997-1998 (MEF, 2014a).
>
> En los años de 1997-1998, el FEN ocasionó pérdidas por más USD 3500 millones, que representaron más del 4,5 % del producto bruto interno (PBI) de 1997 (CAF, 2000), esto principalmente debido a la caída en los sectores productivos primarios y destrucción de la infraestructura. Las caídas en los sectores agricultura y pesca afectaron la manufactura primaria, al registrarse un fuerte descenso en la elaboración de harina de pescado y la refinación de la caña de azúcar (MEF, 2014a).
>
> […]A pesar del efecto transitorio del fenómeno El Niño, algunos sectores de exportación tradicional, principalmente pesqueros (harina y aceite de pescado) podrían tardar entre dos y tres años en recuperar sus niveles previos. En el segmento no tradicional, las exportaciones de productos agropecuarios como

uva, paltas, café, banano orgánico y otros se verían afectadas por la pérdida en su capacidad productiva e infraestructura (MEF, 2014a).

Dada la vulnerabilidad de las fuentes de agua, se reduce su disponibilidad de distintos usos esenciales para el bienestar de la población, tales como el consumo humano —95 % de la población peruana utiliza el agua que proviene de zonas altoandinas (PNUD, 2013)—, el riego de la agricultura alimentaria y para la generación de energía. Adicionalmente, con esta situación aumenta el riesgo a desastres para las poblaciones ubicadas en las zonas altoandinas, dada la formación de nuevas lagunas por el derretimiento glaciar y la consecuente ocurrencia de probables aludes (PNUD, 2014).

El Niño 2015-2016

El evento El Niño de 2015-2016 fue uno de los eventos más cálidos registrados en el Pacífico ecuatorial del que se tiene noticia, comparable con los eventos de 1982-1983 y 1997-1998, y fue posiblemente el mejor pronosticado en la historia, pero que sin embargo presentó varias particularidades. L´Heureux et al., (2017) han descrito en detalle la evolución del evento, indicando que las anomalías de temperatura superficial y subsuperficial del mar en el Pacífico occidental-central fueron muy cálidas, alcanzando un pico durante noviembre 2015-enero 2016, una disminución paulatina, y su final desaparición en mayo 2016; y la consecuencia para el Perú fue, que si bien el evento produjo las condiciones secas esperadas en los Andes y Amazonía, no produjo lluvias intensas en la costa norte que sí observaron en los eventos de 1982-1983 y 1997-1998.

En el Perú, el Enfen, a través de sus comunicados oficiales mensuales y quincenales durante el evento, informó tanto del estado[85] de El Niño frente a nuestras costas, como sobre los pronósticos y desarrollo del evento en el Pacífico central, y desde el gobierno central se tomaron una serie de medidas de preparación que incluyeron la ejecución de los trabajos de limpieza de cauces de ríos y drenes, la limpieza de quebradas, y el reforzamiento de zonas vulnerables, entre otras acciones, que fueron un desafío para las instituciones locales, regionales y nacionales, permitiendo sacar a la luz las deficiencias y fortalezas existentes en las capacidades de coordinación interinstitucional e intrasectorial, capacidad de ejecución financiera y física para efectuar obras de esa envergadura, y al presentarse lluvias extremas, el MEF pudo redireccionar dichos recursos (Martínez, 2020).

El Niño costero 2017

A mediados de enero de 2017 se inició un abrupto calentamiento del mar frente a la costa y sobre la base del análisis de la evolución de las condiciones oceánico-atmosféricas en el Pacífico oriental. A fines de enero, el Enfen inició el estado de "Vigilancia de El Niño costero"[86], y el 2 de febrero a "Alerta de El Niño costero"[87], indicando que las condiciones favorecían un aumento en la frecuencia de lluvias de magnitud muy fuerte, sobre todo en la costa norte, constituyéndose en lo que ahora se identifica como un evento El Niño costero, sin embargo, eventos similares tuvieron lugar en 1891 y 1925 (Takahashi & Martínez, 2017; Martínez, 2020).

Las lluvias más intensas se presentaron durante febrero, con un pico en el mes de marzo en toda la costa norte y parte de la costa central y sur, afectando campos de cultivo, colapsando puentes y caminos, inundando grandes zonas urbanas, etc. (Martínez & Morón, 2017), cuyos impactos fueron enormes, con declaración del estado de emergencia en 879 distritos ubicados en 109 provincias y 14 regiones, y gran número de fallecidos, desaparecidos y heridos, así como 21 000 viviendas colapsadas, 710 establecimientos de salud afectados y 39 colapsados, 323 puentes destruidos, entre muchos otros daños (Indeci, 2017). En setiembre de ese año se aprobó, después de culminado, el evento Plan de la Reconstrucción.

Estos eventos Niño podrían ser más frecuentes con el cambio climático, diversos estudios a nivel global han determinado, en base a la aplicación de modelos climáticos, un aumento proyectado de 47 % en la recurrencia del evento Niño Extremo, y otros estudios también sugieren un aumento en la frecuencia de El Niño costero.

[85] Estado de vigilancia de El Niño costero durante marzo y abril 2015, y estado de alerta de El Niño costero desde mayo 2015 hasta la segunda quincena de abril 2016

[86] Comunicado Oficial Enfen n.° 03-2017

[87] Decreto Supremo n.° 091-2017-PCM, aprueba el Plan de la Reconstrucción al que se refiere la Ley Nº 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios.