

## 8. OBJETIVO GENERAL

En la gestión de los recursos hídricos, la protección y recuperación de la calidad del agua en las fuentes naturales es una labor irrenunciable porque la potencialidad del uso de recursos hídricos está en función de su calidad. Por eso, el *objetivo específico b)* de la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos es *“Recuperar y proteger la calidad de los recursos hídricos en las fuentes naturales y sus ecosistemas, así como la vigilancia y fiscalización de los agentes contaminantes de las fuentes naturales al nivel nacional”*.

La calidad del agua en sus fuentes naturales se ve afectada por diferentes vertimientos contaminantes, mermando el potencial de su utilización para usos poblacionales y productivos. El crecimiento de las ciudades está originando el aumento de la contaminación del agua en las fuentes naturales causados por el vertimiento de aguas residuales sin tratar. Por otro lado, se presenta la descarga de agua contaminada procedente de pasivos ambientales, minería informal e ilegal y otras actividades productivas, cuyo destino final son las fuentes naturales de agua.

El desarrollo de las actividades productivas exige vigilar la calidad del agua en las fuentes naturales de manera participativa, conjuntamente con los gobiernos regionales, gobiernos locales y demás actores sociales que tienen genuino interés por la gestión de la calidad de los recursos hídricos, así como fiscalizar el cumplimiento de la normativa ambiental de la calidad del agua por parte del Estado para recuperar y proteger la calidad de los recursos hídricos, de manera que se logre el desarrollo sostenible de las unidades hidrográficas de cada región y su interrelación entre ellas, inclusive si estas se constituyen en transfronterizas.

La entidad pública responsable de aprobar o implementar los programas de medidas contenidos en las estrategias de intervención de este eje de política deberá observar, de ser el caso, el cumplimiento del derecho a la consulta previa a los pueblos indígenas, según lo establecido en la Ley N° 29785 y su Reglamento.

La Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos establece los siguientes lineamientos de acción para cada una de las estrategias de intervención identificadas del Eje de Política 2: Gestión de la Calidad:



Cuadro 8.1. Estrategias y lineamientos sobre gestión de la calidad	
ESTRATEGIAS ASOCIADAS	LINEAMIENTOS DE ACCIÓN
<p>2.1. Fortalecer las acciones sectoriales y multisectoriales en materia de gestión de la protección del agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar y articular la normatividad sectorial y multisectorial para su cumplimiento en materia de calidad del agua.</li> <li>• Actualizar los estándares nacionales de la calidad ambiental del agua, así como los límites máximos permisibles para efluentes de actividades poblacionales y productivas en coordinación con las instituciones o sectores competentes.</li> <li>• Implementar indicadores de calidad del agua (ICA) para la calificación de los cuerpos naturales de agua.</li> <li>• Promover acciones de carácter multisectorial y participativo en previsión a posibles conflictos vinculados a la calidad del agua.</li> <li>• Adecuar e implementar, progresivamente instrumentos de gestión ambiental que permitan el cumplimiento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y Límites Máximos Permisibles.</li> <li>• Impulsar la formalización del derecho de uso de agua de las actividades productivas y poblacionales que generan impactos en la calidad de las fuentes naturales de agua.</li> </ul>
<p>2.2. Mantener y/o mejorar la calidad del agua en las fuentes naturales continentales y marítimas y en sus bienes asociados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular e implementar planes y programas para el mejoramiento de la calidad del agua en las unidades hidrográficas y marino costeras.</li> <li>• Promover la implementación de una red nacional de laboratorios acreditados para el análisis de agua.</li> <li>• Fortalecer la vigilancia y monitoreo de la calidad del agua en fuentes naturales de agua.</li> <li>• Fortalecer la fiscalización y vigilancia de los vertimientos de aguas residuales, priorizando los provenientes de origen doméstico urbano y rural.</li> <li>• Identificar e inventariar participativamente, bajo la conducción de la ANA, las fuentes contaminantes de los cuerpos naturales de agua.</li> <li>• Implementar acciones para el control del uso de sustancias peligrosas en actividades productivas y poblacionales que pongan en riesgo la calidad del agua.</li> <li>• Promover, en coordinación con los sectores competentes, la aplicación de incentivos para el tratamiento de las aguas residuales generadas por las actividades productivas.</li> <li>• Formular e implementar, en coordinación con los sectores competentes, medidas para la gestión de residuos sólidos, a fin de proteger fuentes naturales de agua.</li> <li>• Desarrollar investigación destinada a mejorar la calidad del agua, mediante la aplicación de nuevas y/o mejores tecnologías.</li> <li>• Formular e implementar medidas, en coordinación con los sectores competentes, para la remediación de los pasivos ambientales que impactan en las fuentes naturales de agua en cuencas priorizadas.</li> </ul>

Fuente: Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (aprobada en 2013)

Aunque el agua superficial disponible en el Perú es abundante, su calidad es crítica en algunas regiones geográficas del país. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre, ya que es un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, comprometiendo el abastecimiento, tanto en calidad como en cantidad, la salud de las personas, del ganado, la producción agrícola y la conservación del medio ambiente. Las principales fuentes contaminantes de los cursos de agua en Perú son las siguientes:



- **Vertimiento directo de aguas servidas** de las ciudades y pueblos a los ambientes acuáticos sin tratamiento previo, pues muy pocos centros poblados tienen plantas de tratamiento. Así, por ejemplo, las ciudades más grandes (Lima, Callao, Chimbote, Huancayo, Cusco, Arequipa, Puno, Juliaca, Pucallpa e Iquitos, entre otras) en donde en muchas actualmente no existe un tratamiento completo de su volumen de aguas residuales, están originando una grave contaminación de los ambientes acuáticos, entre ellos, el lago Titicaca, los ríos Chili Urubamba, Mantaro y Santa, así como de los ambientes marinos. Las aguas residuales domésticas contaminan las aguas elevando las concentraciones de nutrientes, especialmente el fósforo, y añadiendo materia orgánica y microorganismos, que pueden afectar muy seriamente a la salud de las personas.
- **La contaminación industrial y minera.** En el Perú existen industrias de diversa índole, como las industrias de productos alimenticios, textiles, químicos, farmacéuticos, etc. También existe una actividad minera muy extendida, como la minería de polimetales, la extracción de petróleo y actualmente también está en expansión, la industria extractiva de áridos para la construcción. Muchos de los efluentes que se generan en estas industrias, son descargados directamente a los ríos sin ningún tratamiento previo, o sin el tratamiento adecuado, provocando diferentes problemas en los ríos como contaminación por metales, hidrocarburos, acidificación o aumento de sólidos en suspensión. Además en el caso de las industrias extractivas ilegales, se generan pasivos ambientales que siguen contaminando las aguas aun cuando ha cesado la actividad.
- **La contaminación por agroquímicos:** Los agroquímicos son la principal fuente de contaminación derivada de la agricultura. En el Perú, la agricultura extensiva se desarrolla sobre todo en la zona de la costa, existiendo zonas en donde esta actividad es muy extendida, como, por ejemplo, en la AAA Jequetepeque-Zarumilla, que es la zona con mayor actividad agrícola de todo el país. En la agricultura se utilizan pesticidas y fertilizantes, en muchos casos, con un uso indiscriminado, lo cual provoca la contaminación de los ríos y aguas subterráneas con nutrientes y elementos tóxicos, que además suelen ser bioacumulativos.
- Otra fuente de contaminación a tener en cuenta en algunas zonas del Perú, **es el cultivo y procesamiento de la hoja de coca.** En esta actividad ilegal también agroquímica, los daños provienen del uso abusivo de biocidas, como el glifoxato, y fertilizantes para su cultivo, que a través de la escorrentía superficial llegan hasta los cauces, así como de los vertimientos en los ríos de productos químicos, que sirven para la transformación de la hoja en pasta básica de cocaína. Para la elaboración de pasta básica de cocaína se utilizan indiscriminadamente altos volúmenes de sustancias químicas tales como ácido sulfúrico, keroseno, acetona, amoníaco y otras altamente contaminantes. El impacto ambiental de estos productos químicos se sospecha que es mucho más grave que el de los agroquímicos antes indicados, por los incalculables volúmenes de esos elementos que son arrojados a los cursos de agua en las cuencas cocaleras.
- **Deforestación.** A tener en cuenta sobre todo en la zona de la Selva. Esta deforestación se origina debido a diversas causas como son la explotación de la madera, la minería informal, la construcción de carreteras y la conversión de las zonas de selva a zonas de actividad agropecuaria. Con respecto a la calidad de las cuencas de agua limítrofes, esta defo-



restación produce una contaminación, sobre todo, por la mayor cantidad de sólidos y otros contaminantes normalmente retenidos en el suelo que son arrastrados al agua.

- **El sobrepastoreo** es una fuente de contaminación que debería tenerse en cuenta en algunas zonas específicas de Perú, como es la zona alta andina. En este territorio existe un sobrepastoreo extensivo que llega a influir en la calidad de las aguas limítrofes a las que llegan excrementos procedentes del ganado, provocando una contaminación orgánica y microbiológica, que limita el uso de estas aguas, principalmente para consumo y para riego de vegetales y bebida de animales.

Considerando las fuentes contaminantes a las que están expuestas las aguas del Perú, el **objetivo general de esta política de "Gestión de la calidad"** debe enfocarse, por un lado, en promover la mejora del conocimiento de la calidad de las aguas, en su recuperación y protección y, por otro lado, en establecer una vigilancia, fiscalización y mitigación de las fuentes contaminantes. En tercera instancia, debe mejorar y ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento a la población.

## 9. PROBLEMAS Y NECESIDADES IDENTIFICADAS

Con motivo de la formulación del PNRH, se realizaron entre el año 2012 y 2013 una serie de Talleres tanto Regionales, como Nacionales, en donde se convocaron todas las partes interesadas en la gestión de los recursos hídricos con el fin de identificar cuáles eran los problemas que afectaban a dichos recursos. Con respecto a los problemas derivados de la gestión de la calidad del agua se identificaron los siguientes:

- Conocimiento insuficiente de la calidad del agua
- Objetivos de calidad del agua no definidos en todas las Unidades Hidrográficas
- Contaminación y necesidad de mejorar la calidad de los recursos hídricos

El *conocimiento insuficiente de la calidad del agua*, es causa directa de aspectos como la insuficiencia de monitoreos tanto en aguas superficiales como en subterráneas, la escasez de laboratorios acreditados o la ausencia de los mismos en determinadas regiones, la ausencia o escasez de datos de efluentes y su tratamiento, la falta de estudios de calidad en cuerpos de agua lénticos y el reparto y la falta de coordinación de competencias en materia de calidad de agua entre diferentes entidades del Estado.

Por su parte, el hecho de que los *objetivos de calidad no estén definidos en todas las Unidades Hidrográficas*, se debe a que la clasificación de los cuerpos de aguas es reciente, por lo que se tiene que seguir trabajando e invertir los medios necesarios para seguir realizando esta clasificación a mayor cantidad de cuerpos de agua.

Por último, los recursos hídricos del Perú muestran un problema significativo de *contaminación y de necesidad de mejora de su calidad* originado por múltiples causas como la falta de tratamiento de efluentes urbanos e industriales, el reúso para riego de aguas servidas crudas procedentes de poblaciones, la contaminación por fertilizantes, plaguicidas y productos derivados de actividades ganaderas extensivas, la contaminación natural por metales y fuentes termales en zonas de cabecera o la contaminación originada por el transporte fluvial, entre otros.



Estos problemas y sus causas, producen una serie de efectos, tanto sociales como ambientales, que tienen que intentar mitigarse por el bien común tanto de las personas, como del medio que las alberga.

Todo ello, se refleja y detalla en el siguiente cuadro que ha sido el producto de todos los Talleres Regionales celebrados en el marco de la formulación del PNRH.

**Cuadro 9.1. Diagnóstico de la gestión de la calidad de agua**

Problemas	Causas	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento insuficiente de la calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreos insuficientes</li> <li>• Red de monitoreo con puntos insuficientes</li> <li>• Falta de información sobre calidad del agua subterránea</li> <li>• Escasez de laboratorios acreditados en las RH Pacífico y Atlántico</li> <li>• Ausencia de laboratorios acreditados en la RH Titicaca</li> <li>• Agua para abastecimiento de población: se dispone de pocos datos de analíticas</li> <li>• Efluentes urbanos: información escasa/nula y genérica sobre características y tratamiento</li> <li>• Vertidos mineros: ausencia de datos</li> <li>• No se han realizado estudios para determinar la eutrofización de cuerpos de agua; especial atención al lago Titicaca</li> <li>• Reparto de competencias y estudios entre instituciones y falta de coordinación: ANA, MINAM, Ministerio Vivienda, SUNASS, EPS, FONAM, GORE, Municipalidades, JASS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa conciencia social respecto a la calidad del agua</li> <li>• Uso del agua sin verificación de la calidad: mayor exposición a enfermedades de origen hídrico por uso de agua contaminada</li> <li>• Desconocimiento de la localización y características de las fuentes contaminantes</li> <li>• Falta de datos objetivos fiables para responder a alarmas por mala calidad del agua</li> <li>• Conflictos sociales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos de calidad no definidos en todas las unidades hidrográficas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de evaluación y actualización de los ECA y LMP</li> <li>• Falta de clasificación de muchos cuerpos de agua continentales y marinos</li> <li>• Desconocimiento del efecto de la calidad del agua sobre los diferentes usos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estándares de calidad no están actualizados</li> <li>• Los estándares de calidad no son conocidos por la población</li> <li>• Dificultad para tomar decisiones y definir acciones para mejorar la calidad de los ríos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación y necesidad de mejorar la calidad de los recursos hídricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efluentes urbanos: falta de tratamiento</li> <li>• Reutilización para riego de aguas servidas crudas procedentes de poblaciones</li> <li>• Contaminación por fertilizantes y plaguicidas: agua superficial y contaminación difusa de acuíferos</li> <li>• Ganadería extensiva de bovino (llamas y alpacas) y vacuno en la costa y la sierra</li> <li>• Contaminación natural por metales en cabecera procedente de nevados</li> <li>• Contaminación natural por fuentes termales</li> <li>• Contaminación por metales consecuencia de actividad minera: vertimientos sin tratamiento</li> <li>• Vertidos industriales sin tratamiento previo</li> <li>• Explotaciones petrolíferas en el Amazonas</li> <li>• Contaminación por piscifactorías</li> <li>• Utilización de preservantes para la madera en aserraderos</li> <li>• Transporte fluvial</li> <li>• Contaminación durante el proceso de tratado de la coca (en la RH Amazonas se encuentra la zona cocalera más importante del Perú)</li> <li>• Detección de aguas muy ácidas en captaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No toda la población tiene acceso al agua potable</li> <li>• Deterioro de ecosistemas acuáticos</li> <li>• En RH Pacífico contaminación por:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- fecales aguas abajo poblaciones</li> <li>- nitratos (agricultura)</li> <li>- difusa por nitrógeno y fósforo (ganadería)</li> <li>- azufre, cobre y metales (nevados)</li> <li>- azufre, arsénico y boro (fuentes termales)</li> <li>- metales (minería)</li> </ul> </li> <li>• En RH Amazonas contaminación por:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- metales pesados, hierro, níquel, manganeso y arsénico (minería)</li> <li>- hidrocarburos (extracciones petrolíferas y transporte fluvial)</li> <li>- xenobióticos (coca)</li> </ul> </li> <li>• Movilización de la sal del subsuelo durante el proceso extractivo del petróleo</li> <li>• Limitación de usos (poblacional, agropecuario o industrial): daños a la salud y pérdidas económicas</li> </ul>



Cuadro 9.1. Diagnóstico de la gestión de la calidad de agua		
Problemas	Causas	Efectos
	<p>que explotan acuífero aluvial y en cursos fluviales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrales hidroeléctricas: en el Mantaro se produce el 35% de la energía hidroeléctrica del Perú.</li> <li>• Contaminación con mercurio a causa de la minería informal de oro que crece continuamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos sociales entre sectores</li> <li>• Arrastre de sedimentos consecuencia del vaciado de desarenadoras de centrales hidroeléctricas</li> <li>• Discontinuidad fluvial en el caso de centrales hidroeléctricas con presas en el cauce</li> <li>• Arrastre de mercurio y sedimentos como resultado de la minería informal</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de planes municipales de gestión de residuos sólidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cauces de los ríos se convierten en botaderos de basura</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobreexplotación de acuíferos: descensos acentuados del nivel dinámico de bombeo en captaciones costeras</li> <li>• Vertidos incontrolados de aguas residuales poblacionales hacia pozos negros (silos) construidos próximos a pozos de extracción de acuíferos aluviales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuíferos con mineralizaciones altas que limitan uso doméstico y riego</li> <li>• Contaminaciones microbiológicas en pozos de captación: invalidan uso doméstico del agua</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de cultura del agua</li> <li>• Desconocimiento de la acción sancionadora de la Ley de RRHH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de agua contaminada</li> <li>• Afectación de flora y fauna</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Por todo ello, las estrategias y programas contemplados en el PNRH dirigidos a la gestión de la calidad son los siguientes:

- Estrategia para la mejora de la calidad de las aguas
  - Programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales
  - Programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas
  - Programa de supervisión y fiscalización de vertimientos de aguas residuales
  - Programa de regulación normativa de la calidad de las aguas y buenas prácticas en el uso del agua
- Estrategia para la mejora y ampliación de la cobertura de los servicios de saneamiento
  - Programa de mejora y aumento de la cobertura de agua potable
  - Programa de mejora y aumento de la cobertura de alcantarillado
  - Programa de mejora y aumento de la cobertura del tratamiento de aguas residuales

## 10. ESTRATEGIA PARA LA MEJORA DEL CONOCIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

El deterioro de la calidad del agua no sólo inutiliza los ríos para diferentes usos como, por ejemplo, el consumo humano y otros usos, lo que ya de por sí es grave, sino que también produce daños ecológicos y afecta al valor del agua como bien económico. La mejora de la calidad de las aguas es, por tanto, una tarea ineludible e inaplazable.

Para mejorar la calidad del agua del Perú, se deben realizar una serie de lineamientos de acción, que dentro de este PNRH se han englobado en los siguientes programas, que pasarán a detallarse individualmente en los siguientes apartados:



- Programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales
- Programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas
- Programa de supervisión y fiscalización de vertimientos de aguas residuales
- Programa de regulación normativa de la calidad de las aguas y buenas prácticas en el uso del agua

### 10.1. Programa 12. Mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales

La calidad del agua hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua. Estas características afectan a la capacidad que tiene el agua para sustentar tanto a las comunidades humanas, como al conjunto del ecosistema acuático propiamente dicho.

Por lo tanto, mejorar el conocimiento de la calidad de las aguas del Perú es un paso primordial a establecer, ya que "conocer" es la base para entender tanto los problemas que puedan estar afectando a la calidad del agua como sus posibles soluciones.

Desde el año 2009 a septiembre del 2012, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la ANA ha realizado 100 monitoreos en un total de 46 cuencas y evaluado la calidad de 257 ríos, 88 quebradas, 12 manantiales, 29 lagunas, 2 represas, 1 nevado, 1 bahía y 1 zona costera, tal y como se observa en el siguiente cuadro.



El presente informe tiene como objetivo principal informar a la ciudadanía sobre los resultados de los monitoreos realizados en el marco del Programa 12, Mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales, durante el periodo comprendido entre el año 2009 y septiembre del 2012. Este informe se estructura en tres partes: la primera describe el contexto del programa, la segunda detalla los resultados de los monitoreos y la tercera presenta las conclusiones y recomendaciones.

		Monitoreo de calidad de agua						
AAA	ALA	Cuenca	2009	2010	2011	2012	Subtotal	
Amazonas	Alto Amazonas	Cuenca Pastaza				1	1	
Cañete - Fortaleza	Chancay - Huaral Chillón - Rimac - Lurín	Cuenca Chancay - Huaral			1	3	4	
		Cuenca Rimac			1	1	2	
		Cuenca Chillón				1	1	
Cajalima-Ocoña	Chill Locumba - Sama	Cuenca Quilec - Vitor - Chill	1	1	3	2	7	
		Cuenca Locumba			3	2	5	
	Majes Tacna	Cuenca Sama			3	2	5	
		Cuenca Moquegua-Ilo				1	1	
		Cuenca Cajalima			3	2	5	
			Intercuenca 13155			3	2	5
			Cuenca Mauri			3	2	5
		Cuenca Ushusuma			3	2	5	
Chaparra - Chincha	Ica	Cuenca Ica				1	1	
Huarmey - Chicama	Casma - Huarmey Moche - Viru - Chao Santa - Huaraz	Cuenca Huarmey-Aija				1	1	
		Cuenca Moche	1				1	
		Cuenca Santa	1			1	2	
Jaqu沿海e - Zarumilla	Chancay-Lambayeque Chira Piura Tumbes	Cuenca Chancay-Lambayeque	1	1	3	2	7	
		Cuenca Chira	1	2	2	2	5	
		Cuenca Piura	1		1	1	3	
		Cuenca Tumbes			1	3	4	
Madre de Dios	Madre de Dios	Cuenca Malanowski - Tambopata - Madre de Dios	1			1	2	
Mantaro	Mantaro Pasco	Cuenca Mantaro		1			1	
		UH San Juan				1	1	
Marañón	Chotano-Llaucano Yungas-Suite	Intercuenca Alto Marañón IV		2			2	
		Cuenca Puchca				1	1	
		Cuenca Yungas				1	1	
Pampas - Apurímac	Bajo Apurímac Pampas	Cuenca Chihumcalla				1	1	
		Cuenca Espinar - Cañipa				1	1	
		Cuenca Pampas				1	1	
Titicaca	Juliaca Ilave	Cuenca Coata			2	1	3	
		Cuenca Ilave			2	1	3	
		Cuenca Iloa			2	1	3	
	Ramis	Cuenca Tambo				1	1	
		Cuenca Azángaro				1	1	
		Cuenca Ayaviri			1	1	2	
		Cuenca Pucara			1	1	2	
		Cuenca Ramis			1	2	3	
Urubamba - Vilcanota	Cusco / Sicuani	Cuenca Urubamba		1			1	
<b>Total</b>			<b>6</b>	<b>7</b>	<b>39</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	

Fuente: ANA, junio 2013 ([www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe))

### 10.1.1. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este programa son los siguientes:

- Establecer una red de monitoreos a nivel nacional, **Red Nacional de Calidad del Agua**, para disponer de datos de calidad de manera periódica y conocer así el estado actual, la evolución de estos cuerpos de agua y las fuentes contaminantes a las que están expuestos. Esta red de monitoreo se establecerá tanto en cuerpos de agua lénticos como lóticos incluyéndose estudios de eutrofización en aquellos cuerpos de agua lénticos en donde se considere necesario.
- Constituir una **Red Nacional de Laboratorios de Calidad del Agua**, construyendo nuevos laboratorios de calidad del agua en aquellas regiones en donde se considere necesario. Estos laboratorios y los ya existentes, deberán estar acreditados por el INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual), con el fin de aportar garantías a los resultados de análisis y para que los datos puedan ser extrapolables y comparables entre los diferentes cuerpos de agua del Perú.

- Instaurar un **Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua**, en donde de manera digitalizada, se recopile y unifique toda la información generada en los monitoreos realizados en el ámbito nacional del Perú.

### 10.1.2. Aspectos legales, técnicos, medioambientales y sociales

La Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) es quien regula el uso y la gestión integrada del agua superficial, subterránea y continental, así como los bienes asociados a ésta. Según esta ley, la protección del agua recae bajo la responsabilidad de la Autoridad Nacional del Agua, quien será, por tanto, el ente responsable de la implementación de este programa.

En el artículo 123° del Reglamento de esta Ley se establece que la ANA ejercerá acciones de vigilancia y monitoreo del estado de la calidad de los cuerpos de agua y en el artículo 124° se describe el Plan Nacional de Vigilancia de Calidad del Agua, que es el conjunto de actividades orientadas a la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua.

Asimismo, en el artículo 126° del mismo Reglamento se establece que el monitoreo de calidad de las aguas se efectuará de acuerdo con el protocolo aprobado por la ANA, y hasta que este protocolo no se implemente, la recolección, preservación y análisis de las muestras de agua podrá realizarse de acuerdo con los métodos y procedimientos establecidos en las normas técnicas peruanas aprobadas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) o, en su defecto, por los métodos de análisis internacionalmente reconocidos. En esta Ley también se describen detalles sobre los aspectos técnicos y medioambientales a considerar en este programa, así, por ejemplo, en el artículo 126° se especifica que las labores de monitoreo se ejecutarán de acuerdo con el protocolo aprobado por la ANA. Este "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad" sirve, a su vez, como instrumento de gestión del "Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua" y en ambos documentos se especifican aspectos técnicos y ambientales a tener en cuenta a la hora de realizar los muestreos.

En última instancia, también es importante considerar dentro de este programa, el aspecto social, ya que hacer partícipe a la población beneficiará sin duda el resultado del mismo, ya que conocer es la base para entender y empezar a proteger no sólo el agua, si no el resto del ecosistema. La ANA ya ha realizado algunas actuaciones sociales, mediante la realización de monitoreos participativos.

### 10.1.3. Contenido y alcance del programa

Este Programa contempla el establecimiento de una red de monitoreos, de laboratorios y de información a nivel nacional cuyo contenido y alcance específico se detallan a continuación.

#### 10.1.3.1. Red Nacional de Calidad del Agua

En el Perú actualmente el enfoque de gestión de calidad del agua se basa en los usos, de tal manera que una masa tendrá más o mejor calidad cuantos más usos permita. Este enfoque de gestión de la calidad debe ir complementándose en el transcurso de este PNRH, con el concepto de estado ecológico, introducido en Europa desde la implantación de la Directiva Marco del Agua (DMA). Para controlar en los primeros años de establecimiento de este



PNRH los usos, y progresivamente también el estado, se propone muestrear las siguientes subredes de monitoreo, establecidas con criterios diferentes ya que controlan diferentes parámetros. Estas subredes en su conjunto conformarán la red de muestreo nacional. También es importante considerar que estas redes se complementarán con las redes establecidas en los Planes de Gestión de Cuenca.

### Subredes que conformarán la Red Nacional de Calidad del Agua

Estas redes deberán ubicarse con los mismos criterios tanto en cuerpos de agua superficial como de tipo léntico (lagunas, lagos y represas), con excepción de la red denominada "Control de la eutrofización" que sólo se establecerá en cuerpos de agua de tipo léntico.

- **Red de control de usos:** Controlará la calidad de las aguas con categoría de clasificación por usos que se citan en el Anexo I de la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA. En estos cuerpos de agua se ubicará al menos un punto de monitoreo aguas abajo de la misma, ya que si se cumple la calidad del agua en este tramo que recoge todas las aguas de la masa, se supone que también cumplirá las condiciones de calidad en el resto de su extensión. Los cuerpos de agua del Perú que tienen definido un uso determinado son actualmente 327, por lo que esta red contará al menos con este número de estaciones.
- **Red de control operativo o red de control de vertimientos:** Esta red controlará la calidad aguas abajo de los vertimientos industriales y urbanos principales, en donde existe riesgo de incumplimiento de los objetivos de calidad. Para empezar a crear esta red de control, se propone ubicar una estación en aquellos cuerpos de agua a menos de 5 km de un vertimiento industrial y/o a menos de 5 km de un vertimiento urbano derivado de una población mayor a 10 000 habitantes. Con estos criterios, se ha analizado que deberían ubicarse al menos 200 puntos de monitoreo.

Las redes anteriores, a medida que vaya avanzando el PNRH se irán completando con otras redes definidas con criterios más específicos y en donde se muestreen indicadores de calidad no sólo físico-químicos, si no también biológicos e hidromorfológicos con el fin de ir instaurando en el Perú el concepto de "estado ecológico" y no limitar la calidad del agua a un determinado uso, si no a la integración de todo el ecosistema y a conseguir una calidad que asegure a todos sus componentes. De esta manera se plantean ubicar las siguientes redes de calidad específicas:

- **Red de vigilancia:** El principal objetivo de esta red es ofrecer una visión general y coherente sobre el estado de las aguas de la cuenca. Por lo tanto, los puntos de monitoreo deberán establecerse siguiendo criterios estadísticos, de tal forma que toda la red, en su conjunto, responda a este objetivo. Para definir esta red se propone utilizar un diseño probabilístico estratificado. Este muestreo precisa que los cuerpos de agua estén divididos en subpoblaciones o estratos homogéneos en referencia a su calidad o impacto similar, con el fin de minimizar la variabilidad de cada estrato y reducir el número de estaciones necesarias. Una vez elaborada la estratificación, se deberá realizar el muestreo aleatorio simple en cada una de las subpoblaciones o estratos definidos. Esta red deberá contar, al menos, con 100 estaciones de monitoreo, definidas según los criterios anteriores.



- **Red de control sustancias peligrosas:** Esta red se ubicará en aquellos cuerpos de agua en donde exista riesgo de incumplimiento de los objetivos de calidad, debido a la existencia de fuentes contaminantes importantes. Esta red podría subdividirse en las siguientes:

- *Red de control de plaguicidas:* Esta red estará ubicada en zonas agrícolas para controlar los niveles de plaguicidas y pesticidas utilizados en esta actividad. Para ubicar las estaciones de monitoreo, se deberían utilizar los datos de demanda agrícola generados en el PNRH e ir actualizando esta información a lo largo de los años. Según el análisis inicial realizado, esta red debería estar compuesta, al menos, por 100 estaciones de monitoreo.

- *Red de control de otras sustancias peligrosas:* Esta red de estaciones de monitoreo se ubicará en aquellas zonas en donde se conozca o se intuya que se están desarrollando actividades normalmente ilegales en donde puedan estar vertiéndose a las masas de agua limítrofes sustancias altamente contaminantes. Según las fuentes consultadas, y realizando un análisis previo, esta red debería estar compuesta, al menos, por 80 estaciones de monitoreo y, a su vez, podría subdividirse en las siguientes:

1. Red de control de la minería ilegal: en aquellas zonas del Perú en donde se tenga constancia de que existen mineras ilegales, sobre todo, derivadas de la minería aurífera, como por ejemplo en la zona de Madre de Dios, sería conveniente controlar de manera periódica las aguas limítrofes para determinar la existencia de sustancias peligrosas utilizadas en esta actividad.

2. Red de control de la industria cocalera: en aquellas zonas donde se tiene constancia de la existencia de una importante actividad de producción de coca, debería controlarse la calidad de los cursos de agua limítrofe con el fin de determinar la existencia de productos xenobióticos altamente contaminantes derivados de esta actividad como cianuro, ácido sulfúrico, productos derivados del petróleo o fertilizantes. Dado que los vertimientos son puntuales y muy difícilmente controlables, se deberá valorar la utilización de otras alternativas para evaluar la calidad, como el muestreo de sedimentos o biota.

- **Red de referencia:** Esta red deberá diseñarse para tener una línea base natural de los diferentes tipos de ecosistemas acuáticos. Actualmente, encontrar condiciones prístinas es difícil, pero en el Perú, es muy probable que existan masas de agua con poca intervención humana que puedan servir como base para conocer las condiciones naturales y poder compararlas con la actual, valorando así el estado en el que se encuentran. Para construir esta red, se propone realizar una serie de actuaciones paralelas como la tipificación de los cuerpos de agua y la instauración de un sistema de medida de la calidad, basado en indicadores biológicos e hidromorfológicos, que además utilice la comparación con referencias. Esta red debería estar compuesta, al menos, por 80 estaciones de monitoreo, ubicadas en zonas sin presiones.

- **Red de control de la eutrofización:** Esta red estará compuesta por puntos de monitoreo ubicados en cuerpos de agua lénticos, ya se trate de lagos, lagunas o represas. Actualmente existen muy pocos estudios específicos de eutrofización de estos cuerpos de agua en el Perú, por lo que su implementación resultará novedosa y aportará nuevos conoci-



mientos sobre calidad del agua. Esta red debería estar compuesto, al menos, por 50 puntos de monitoreo.

- **Red automática de Alerta de la Calidad:** Esta red tendrá como objetivo el control continuado y en tiempo real de la calidad de las aguas continentales superficiales. Las Estaciones de Alerta Automática (EAA) se ubicarán estratégicamente en determinados tramos de ríos considerados como críticos por estar situados en zonas susceptibles de recibir vertimientos o por ser zonas protegidas como, por ejemplo, zonas destinadas a la producción de agua potable. En estas EAA se analizarán continuamente una serie de parámetros básicos representativos de la calidad del agua. El coste de implantación de este tipo de estaciones es elevado, por ello, consideramos que deben ubicarse aproximadamente 20 estaciones de monitoreo. También sería interesante, poder utilizar la infraestructura de estaciones fijas que se van a construir, por ejemplo, dentro del marco del Proyecto de Modernización de la Gestión de los RRHH del Perú o bien de las estaciones hidrométricas que también se plantean ubicar en este PNRH.

#### Parámetros a muestrear en cada red y periodicidad de los muestreos

En el cuadro siguiente, se presenta un resumen del grupo de parámetros que se propone muestrear en cada una de las subredes de muestreo y la periodicidad de muestreo que se propone para cada uno de ellos. Sobre este particular, también sería interesante considerar el muestreo de sedimentos, actualmente no recogido en la legislación actual, que puede ser un indicador fuerte del riesgo potencial de contaminación del cuerpo de agua y de las condiciones de óxido-reducción.

También es importante considerar, que debería realizarse un estudio previo al desarrollo de los monitoreos para definir entre otras variables, cuáles serían los parámetros específicos a muestrear para cada tipo de red y su periodicidad específica, en función entre otros factores, de los laboratorios existentes en ese momento y sus capacidades, de la nueva legislación que haya podido surgir y de la ubicación específica de los puntos de cada una de las redes.

Cuadro 10.1. Parámetros y periodicidad de muestreo para cada tipo de red de monitoreo			
Tipo red		Grupo de parámetros a muestrear	Periodicidad muestreo
Red de Control usos	Categoría 1-A1, 1-A2	Revisión de los exigidos en los ECA: FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Metales pesados, Microbiológicos	Mensual, 8 veces al año, o trimestral dependiendo de la población abastecida *
	Categoría 3	Revisión de los exigidos en los ECA: FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Metales pesados, Microbiológicos	Trimestral
	Categoría 4	Revisión de los exigidos en los ECA: FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Metales pesados	Trimestral
Red operativa-vertimientos		Revisión de los exigidos en los LMP: FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Metales pesados, además de biológicos e hidromorfológicos**	Trimestral
Red sustancias peligrosas	Plaguicidas	FQ in situ, Compuestos orgánicos	Mensual
	Sust. Peligrosas minería ilegal	FQ in situ, Metales pesados	Mensual
	Sust. Peligrosas zonas	FQ in situ, Compuestos orgánicos	Mensual



Tipo red	Grupo de parámetros a muestrear	Periodicidad muestreo
cocaleras		
Red Vigilancia	FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Metales pesados, biológicos, hidromorfológicos**	Trimestral
Red Referencia	FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Metales pesados, biológicos, hidromorfológicos**	Trimestral
Red Control Eutrofización	FQ in situ, FQ laboratorio, Compuestos orgánicos, Determinación cuantitativa de fitoplancton, determinación cuantitativa de cianofíceas, cálculo estado trófico, nutrientes	Trimestral
Red Automática de Alerta de la Calidad	Parámetros físico-químicos básicos y Compuestos orgánicos	Diaria

FQ in situ: Físico-químicos determinados en tiempo real en el punto de monitoreo;

FQ de laboratorio: Físico-químicos determinados mediante técnicas analíticas

Fuente: elaboración propia

\*En el caso de los cuerpos de agua destinados a abastecimiento, se propone que en aquellas que proporcionen más de 100 m<sup>3</sup> diarios de agua para tal uso, se establezca una periodicidad de muestreo trimestral en el caso de que abastezcan a poblaciones menores a 10 000 habitantes, de 8 veces al año en el caso de poblaciones de 10 000 a 30 000 habitantes y mensual en el caso de poblaciones superiores a 30 000 habitantes.

\*\*En el caso del muestreo de parámetros biológicos e hidromorfológicos dentro de las redes de vigilancia, operativa y referencia, la periodicidad de muestreo de dichos indicadores variará en función del tipo de masa de agua y del tipo de parámetro según el cuadro siguiente.



Indicador de calidad	Ríos	Cuerpos de agua lentos
<b>Biológicos</b>		
Fitoplancton	6 meses	6 meses
Otra flora acuática	3 años	3 años
Macroinvertebrados	3 años	3 años
<b>Hidromorfológicos</b>		
Continuidad	6 años	
Hidrología	Continuo	1 mes
Morfología	6 años	6 años

Fuente: elaboración propia

### Directrices generales para ubicar las estaciones de monitoreo

- Las estaciones deberán ubicarse en tramos representativos del conjunto de la masa, salvo que se precise ubicar la estación en zonas específicas para conocer problemas determinados. Normalmente estos tramos representativos suelen coincidir con los tramos bajos ya que recogen el conjunto de fuentes contaminantes.
- Ubicar el punto de monitoreo en un lugar donde el cuerpo natural de agua presente un cauce regular y uniforme, evitando ubicar la estación en zonas de turbulencia.

- Si se tiene que ubicar el punto de monitoreo cerca de una zona de unión entre cuerpos de agua, el punto de monitoreo se desplazará hacia aguas abajo, para evitar muestrear en la zona donde todavía no se ha producido la mezcla de aguas.
- Para ayudar a la ubicación de las estaciones en campo, es conveniente localizar las mismas previamente mediante Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), ortofotos y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Siempre que sea posible las estaciones deberán ubicarse en zonas accesibles y seguras.

### Directrices generales con respecto a la toma de muestras

Para la toma de muestras se tendrá en cuenta el “Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial” elaborado por la ANA en el año 2011. Además, en este PNRH, se añaden otras directrices generales a considerar:

- En todo momento, se deberá garantizar realizar un transporte y conservación adecuado de las muestras, respetando los tiempos máximos establecidos previos a comenzar los análisis.
- El personal que deba realizar los trabajos de toma de muestras, dispondrá de una capacitación suficiente en el manejo de equipos portátiles para la medida y determinación de parámetros “*in situ*”, así como de la preparación necesaria como para, con buen criterio, emitir un juicio fiable sobre las observaciones que se realicen sobre la muestra. Se considerarán las medidas como correctas si sus valores se encuentran en el rango que establece el valor medio  $\pm$  2% de dispersión. Este personal también estará cualificado para realizar muestreos biológicos en aquellas redes de monitoreo que lo precisen.
- De modo general, en todas las estaciones de la Red Nacional, se llevarán a cabo las siguientes determinaciones “*in situ*”:
  - Tª ambiente
  - Tª del agua
  - pH
  - Conductividad
  - Oxígeno Disuelto (concentración mg/l y % de saturación)
  - Turbidez
- Igualmente, en todas las estaciones de la Red Nacional, se llevarán a cabo las siguientes observaciones “*in situ*” relativas al estado o aspecto, y situación del agua:
  - Olor (indicando si se detectan olores específicos)
  - Cambios anormales de color
  - Presencia de aceites minerales flotantes o emulsionados
  - Presencia de residuos alquitranados
  - Presencia de espumas
  - Proliferación de algas u otras plagas
- Evitar el daño al entorno y la captura de especies protegidas.
- No transportar organismos entre cuencas.
- Los equipos de medida que se empleen para realizar determinaciones “*in situ*” estarán sometidos a las operaciones de control (mantenimiento, verificación, ajuste y calibración) del mismo modo que los equipos fijos de laboratorio.



### 10.1.3.2. Red Nacional de Laboratorios de Calidad del Agua

Actualmente existen 52 laboratorios en el Perú, acreditados con la norma ISO 17025-2006 en, al menos, alguno de los ensayos o parámetros que realizan. Esta norma establece los requisitos generales para verificar la competencia en la realización de ensayos o calibraciones y también, en el muestreo.

De estos laboratorios, aproximadamente 42 muestrean parámetros en muestras de agua y de vertimientos, y de éstos 18 cuentan con un programa de acreditación a cargo del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Estos laboratorios analizan algunos de los parámetros recogidos en los ECA-Agua, pero no todos los exigidos. De esta manera de los 105 parámetros que solicita los ECA-agua sólo se miden 69 parámetros, y un grupo de alrededor 20 parámetros solo lo pueden medir unos 14 ó 15 laboratorios.

Por estos motivos, desde este PNRH se propone lo siguiente:

- Fomentar la creación de nuevos laboratorios, sobre todo, en regiones donde actualmente no existe ninguno, con el fin de crear una "Red Nacional de Laboratorios de Calidad del Agua" que dé cobertura analítica a todo el Perú. Estos laboratorios no tendrán por qué ser públicos solamente, pero para realizar las mediciones analíticas deberán estar acreditados y tener la capacidad necesaria para analizar todos los parámetros que se contemplan en la legislación peruana.
- Por otra parte, sería interesante utilizar la cobertura estructural con la que cuentan otros laboratorios públicos como, por ejemplo, los que conforman la "Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública" del Instituto Nacional de Salud (INS), y que es gestionada a través del Centro de Salud Pública (CNSP). Esta red de laboratorios ya está constituida por todo el Perú con más de 20 laboratorios y se podría añadir en ellos un departamento de "Salud ambiental" en donde poder analizar las muestras de agua.
- Los laboratorios existentes deberán estar acreditados, con el fin de aportar calidad y estandarización a sus métodos de análisis y, en consecuencia, a sus resultados analíticos. Por su parte, el programa de acreditación actual a cargo de INDECOPI deberá seguir avanzando para acreditar más parámetros y métodos analíticos que los que existen actualmente.
- Los parámetros a muestrear en los cuerpos de agua superficial que exige la legislación actual deben revisarse para adaptarlos a las necesidades específicas de Perú y los laboratorios deben estar preparados para analizar, al menos, todos los parámetros legales.
- La legislación peruana también debe contemplar metas de calidad analítica como, por ejemplo, límites de detección o grados de incertidumbre.

### 10.1.3.3. Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua

Para recopilar, unificar, gestionar y difundir toda la información de calidad que se genere con la creación del "Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua", se propone realizar una base de datos gestionada por la ANA, pero a la que puedan tener acceso el resto de organismos con competencias en la calidad de los recursos hídricos, así como el público en general. Esta base de datos podrá integrar también toda la información de calidad generada en los Planes de Cuenca.



Esta herramienta debería disponer de un formato ACCESS o similar, desde el que puedan realizarse consultas, selección y exportación de todos los datos generados, y también formato WEB a disposición pública, donde se pueda consultar toda esta información. Ambos formatos integrarán, no sólo los resultados de los parámetros analíticos, sino también los referentes a la estación de monitoreo y al momento de la toma de muestras, así como otros campos que se consideren importantes. Para realizar esta tarea, se propone utilizar un software de gestión global de toda esta información hidrológica, con el fin de agilizar las labores de consulta y transferencia de información entre diferentes instituciones y particulares.

#### 10.1.4. Prioridades por horizontes de planificación

En cuanto a las prioridades de actuación por horizontes de planificación se consideran los siguientes:

##### Horizonte 2021:

- Deben estar instauradas las redes de monitoreo denominadas como “Red de control de usos” y “Red de control operativo o red de control de vertimientos”. En total, estas redes engloban 527 estaciones de monitoreo, que serán muestreadas trimestralmente durante los 9 años de duración de este horizonte. Además, deberán establecerse cuatro estaciones de monitoreo fijas para ir conformando la denominada “Red Automática de Alerta de la calidad”.
- Para este horizonte se han instalado 7 nuevos laboratorios de calidad del agua, uno por AAA, con su correspondiente acreditación de INDECOPI.
- Se creará un “Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua” en donde esté recogida toda la información que se realice en el Perú en materia de calidad del agua.
- Se habrá revisado la legislación peruana con respecto a las metas de calidad analítica, con el propósito de que se incluyan por ejemplo límites de detección o grados de incertidumbre.

##### Horizonte 2035:

- Deben estar instauradas todas las redes de monitoreo y haber adoptado el concepto de “estado ecológico”, por lo que los parámetros a muestrear deben ser los necesarios para calcularlo. Para este horizonte, se deben muestrear un total de 937 estaciones, de las cuales 180 tendrán una periodicidad de muestreo mensual, y las 757 restantes tendrán una periodicidad trimestral, en los 14 años de duración de este horizonte. Se considera que esta Red Nacional empezará a muestrearse completa y correctamente a partir del año 2021. En este horizonte también se construirán un total de 16 estaciones más de monitoreo fijas, que junto con las 4 estaciones construidas en el horizonte anterior, conformarán la denominada “Red Automática de Alerta de la Calidad”, constituida por 20 estaciones.

**Cuadro 10.3. Monitoreos de la calidad de las aguas superficiales entre 2021 y 2035**

Tipo red	Estaciones de monitoreo	Periodicidad muestreo
Red de Control usos	327	Trimestral*
Red operativa-vertimientos	200	Trimestral



**Cuadro 10.3. Monitoreos de la calidad de las aguas superficiales entre 2021 y 2035**

Tipo red		Estaciones de monitoreo	Periodicidad muestreo
Red sustancias peligrosas	Plaguicidas	100	Mensual
	Sust. Peligrosas	80	Mensual
Red Vigilancia		100	Trimestral
Red Referencia		80	Trimestral
Red Control Eutrofización		50	Trimestral
Red Automática de Alerta de la Calidad		20	Diaria

\*A efectos de cálculo de la inversión, y a falta de estudios más detallados del tamaño de las poblaciones, se ha considerado una periodicidad trimestral.

- Se habrá completado y consolidado la “Red Nacional de Laboratorios de Calidad del Agua”, con la puesta en marcha de otros 7 nuevos laboratorios en las 7 AAA restantes.
- Para este horizonte se seguirá trabajando en el “Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua”, con el fin de ir actualizando y mejorando esta herramienta.

#### 10.1.5. Inversiones necesarias

Para la primera de las actuaciones que es la implantación de la “Red Nacional de Calidad del Agua”, partimos de la base de que esta red deberá estar compuesta, al menos, por 937 estaciones de monitoreo móvil. Los estudios de monitoreos realizados por la ANA hasta el momento, valoran aproximadamente que el muestreo de una estación sin equipar tiene un precio aproximado de S/. 2 500. Este precio incluye la logística, el muestreo propiamente dicho y el análisis de los parámetros. Esta Red además deberá estar compuesta por un total de 20 estaciones de monitoreo fijo. La inversión necesaria referencial para la construcción de cada una de estas estaciones, se ha valorado considerando las experiencias previas existentes de la implantación de estas estructuras en España y adecuando esta al marco peruano, de tal manera que se ha considerado un coste total por estación fija de S/. 137 159.

En la segunda de las actuaciones contempladas, encaminada a crear la “Red Nacional de Laboratorios de Calidad del Agua”, se considerará la instalación de 1 laboratorio de calidad del agua por cada AAA: 7 para el primer horizonte, 2021, y los 7 restantes para el segundo horizonte, 2035. Tomando como ejemplo el proyecto denominado “Construcción y equipamiento del laboratorio regional de monitoreo de agua en Cajamarca”, llevado a cabo por el gobierno regional de Cajamarca, la construcción de un laboratorio de calidad de agua, incluido su equipamiento, supone una inversión de S/. 4 200 000. Si en vez de construir laboratorios, se adecuasen otros existentes como los de la “Red Nacional de Salud Pública” para el análisis de parámetros de calidad de agua, el coste del equipamiento sería mucho menor. En el proyecto citado anteriormente, el equipamiento del laboratorio de Cajamarca con equipos de última generación para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos supuso una inversión referencial de S/. 2 500 000. No obstante, al no disponer de datos más concretos sobre la factibilidad de incorporar laboratorios de calidad del agua en la “Red Nacional de Salud Pública”, en este programa se presupuesta la instalación del laboratorio completo, es decir, infraestructura y equipamiento.



Asimismo, se considera la inversión necesaria referencial para obtener la acreditación por parte de INDECOPI de los 14 laboratorios de calidad del agua, que según la tarifa de precios de dicho organismo para el año 2011, supone un coste de S/. 7 000 que incluye la solicitud, evaluación y mantenimiento de la acreditación anual. Si bien, este precio dependerá del número de métodos y parámetros que sea preciso acreditar en cada caso.

En tercer lugar, dentro de este PNRH, se prevé la revisión de la legislación actual peruana en materia de analítica de calidad de las aguas, con el fin de que esta nueva legislación incluya límites de detección analítica, grados de incertidumbre etc. Esta actuación podrá realizarse si se aumenta el personal de la ANA, destinando personal a realizar esta revisión. Tanto el coste de esta inversión, como su seguimiento están recogidos en el **Programa de fortalecimiento institucional de la GIRH** de la Política 3 "Gestión de la oportunidad".

La última de las actuaciones a desarrollar dentro de este programa contemplaba la creación de una base de datos nacional, en donde se fuese recopilando toda la información de calidad de agua del Perú, además de contar con un *software* de gestión global de toda esta información hidrológica. De manera generalizada, la creación y mantenimiento de esta herramienta se estima que tendrá un coste anual medio aproximado de S/. 93 000, precio que incluye su mantenimiento y actualización.

La inversión referencial de estas actividades para cada uno de los dos horizontes temporales propuestos, se incluye en el cuadro siguiente. A esta inversión global habría que añadirle un 2% de la misma en materia de estudios iniciales para la implementación de estas actuaciones, para cada uno de los horizontes propuestos. Es importante considerar que si en vez de construir los laboratorios de calidad y las estaciones de monitoreo fijo, se pudiesen utilizar las infraestructuras de estaciones y laboratorios ya existentes, la inversión de este programa podría disminuir de manera significativa.



**Cuadro 10.4. Inversiones estimadas para el programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales**

ACTUACIONES	HORIZONTE 2021			HORIZONTE 2035			INSTITUCIONES RELACIONADAS CON EL PROGRAMA
	Medición (ud)	Precio (S/ud)	Importe Referencial (Mills S/.)*	Medición (ud)	Precio (S/ud)	Importe Referencial (Mills S/.)*	
Implantación de la "Red Nacional de Calidad del Agua":			<b>47,98</b>			<b>183,77</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pública: ANA, MINSA, MINAM, MINAGR, SUNASS, EPS, JASS, Municipalidades, Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales.</li> <li>• Privada: Empresas mineras, empresas petroleras, empresas hidroeléctricas, laboratorios, Juntas de usuarios.</li> </ul>
• Monitoreos de calidad del agua	18 972	2 500	47,43	72 632	2 500	181,58	
• Establecimiento Red de alerta	4	137 159	0,55	16	137 159	2,19	
Establecimiento de la "Red Nacional de Laboratorios de Calidad del Agua"	7	4 263 000 <sup>(1)</sup>	<b>29,84</b>	7	4 298 000 <sup>(2)</sup>	<b>30,09</b>	
Implantación del "Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua"	1	93 000	<b>0,84</b>	1	93 000	<b>1,30</b>	

Cuadro 10.4. Inversiones estimadas para el programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales							
ACTUACIONES	HORIZONTE 2021			HORIZONTE 2035			INSTITUCIONES RELACIONADAS CON EL PROGRAMA
	Medición (ud)	Precio (S/ud)	Importe Referencial (Mills S/.)*	Medición (ud)	Precio (S/ud)	Importe Referencial (Mills S/.)*	
Estudios previos			1,57			4,30	
<b>TOTAL (Millones S/)</b>			<b>80,23</b>			<b>219,47</b>	

Fuente: elaboración propia

(1) Incluye la acreditación anual durante 9 años. (2) Incluye la acreditación anual durante 14 años.

\*Sujeto al presupuesto de la(s) instituciones responsables

### 10.1.6. Seguimiento del programa y metas

Para el seguimiento de este programa se proponen los siguientes indicadores, con su unidad de medida, ámbito de aplicación y metas:

Cuadro 10.5. Seguimiento y metas del programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales					
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	UNIDAD DE MEDIDA	ÁMBITO DE APLICACIÓN	META		
			2021	2035	
Estaciones monitorizadas de la Red Nacional de Calidad del Agua	Número	Unidad Hidrográfica	Se han monitoreado 527 estaciones de calidad del agua, con su periodicidad específica y se han implantado 4 estaciones de monitoreo fijo	Se está monitorizando, con su periodicidad específica, las 937 estaciones de muestreo que conforman la Red Nacional. También se habrán implantado el total de 20 estaciones de monitoreo fijo.	
Laboratorios de Calidad del Agua constituidos y acreditados	Número	AAA	Se han constituido 7 laboratorios de calidad, uno por AAA	Se han constituido, en total, los 14 laboratorios de calidad que recoge el PNRH, uno por AAA	
El Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua ha sido creado	Verdadero/Falso	ANA	Se ha constituido y está ya en funcionamiento el denominada "Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua"	La base de datos es una herramienta consolidada	

Fuente: elaboración propia

### 10.2. Programa 13. Mejora del conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas

La calidad del agua subterránea hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas que presenta el agua almacenada en los acuíferos que se encuentran en explotación en el Perú. Estas características afectan a la capacidad que tiene el agua para sustentar tanto a las comunidades humanas, mediante el abastecimiento de agua potable para su consumo, como para el uso agropecuario y la conservación del medio ambiente.

Por lo tanto, mejorar el conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas es un paso primordial a establecer, para poder entender tanto los problemas que puedan estar afectando a la calidad del agua como sus posibles soluciones

### 10.2.1. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este programa son los siguientes:

- Establecer una red de monitoreos a nivel nacional, para disponer de datos de la calidad química del agua subterránea almacenada en los acuíferos, de manera periódica, y conocer así el estado actual, la evolución de estos acuíferos y las fuentes contaminantes a las que están expuestos.
- Establecer, para el caso de las poblaciones que se abastecen a partir de aguas subterráneas, una red de vigilancia específica en la que, además de su calidad físico-química, se detecten también los posibles contaminantes biológicos y bacteriológicos existentes en el agua.
- Instaurar un Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua subterránea que, junto con la calidad del agua superficial de los ríos y embalses, de manera digitalizada, se recopile y unifique toda la información generada en los monitoreos realizados en el ámbito nacional del Perú.
- De acuerdo con las especificidades de contaminación y alteración detectadas en la calidad del agua subterránea de los acuíferos, dictar normas para su protección y explotación.



### 10.2.2. Aspectos legales, técnicos y medioambientales

La LRH (Ley N°29338) es quien regula el uso y la gestión integrada del agua superficial, subterránea y continental así como los bienes asociados a ésta. Según esta ley, la protección del agua recae bajo la responsabilidad de la Autoridad Nacional del Agua, quien será, por tanto, el ente responsable de la implementación de este programa.

En el artículo 123.1 del Reglamento de esta Ley se establece que la ANA ejercerá acciones de vigilancia y monitoreo del estado de la calidad de los cuerpos de agua y en el artículo 124 se describe el Plan Nacional de Vigilancia de Calidad del Agua, que es el conjunto de actividades orientadas a la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua.

Asimismo, en el artículo 126 del mismo Reglamento se establece que el monitoreo de calidad de las aguas se efectuará de acuerdo con el protocolo aprobado por la ANA, y hasta que este protocolo no se implemente, la recolección, preservación y análisis de las muestras de agua podrá realizarse de acuerdo con los métodos y procedimientos establecidos en las normas técnicas peruanas aprobadas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), o en su defecto por los métodos de análisis internacionalmente reconocidos.

En esta Ley, también se describen detalles sobre los aspectos técnicos y medioambientales a considerar en este programa, así, por ejemplo, en el artículo 126 se especifica que las labores de monitoreo se ejecutarán de acuerdo con el protocolo aprobado por la ANA. Este

“Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad” sirve, a su vez, como instrumento de gestión del “Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua” y en ambos documentos se especifican aspectos técnicos y ambientales a tener en cuenta a la hora de realizar los muestreos.

### 10.2.3. Contenido y alcance del programa

Para la mejora del conocimiento de la calidad del agua subterránea es necesario determinar, en primer lugar, su composición actual, el grado de variación que ha ido experimentando en el tiempo y las causas de ese posible cambio en su composición, para, en segundo lugar, tratar de indicar las normas de explotación y preservación de los acuíferos que hagan posible la recuperación de la calidad de su agua y el mantenimiento del buen estado químico de la misma. Por ello, el contenido de este programa, deberá abordar los siguientes aspectos:

- Continuar con la vigilancia de la red de monitoreo establecida en los 47 acuíferos actualmente estudiados y explotados con un cierto control (43 en la región hidrográfica del Pacífico, 2 en la del Amazonas y otros 2 en la del Lago Titicaca).
- El establecimiento de una red específica para vigilar y controlar la calidad del agua subterránea utilizada en los abastecimientos a las poblaciones.
- La asociación causa-efecto, que permita relacionar una hipotética contaminación con el foco del que se pudiese estar originando (vertimientos de aguas residuales urbanas, mineras, industriales, fuentes agropecuarias, contaminantes minerales naturales, intrusión de agua marina).
- La determinación de las zonas más sensibles a una hipotética contaminación, que requieran el tratamiento más intenso de los vertimientos y de una mayor vigilancia.
- El establecimiento de normas de explotación en los acuíferos con problemas de salinización marina y/o contaminación antrópica, y la creación de perímetros de protección a las captaciones de agua subterránea utilizadas en el abastecimiento.

En el Perú, actualmente el enfoque de gestión de calidad del agua se basa en los usos, de tal manera que una masa de agua subterránea tendrá más o mejor calidad cuantos más usos permita. Este enfoque de gestión de la calidad debe ir complementándose con el concepto de estado ecológico, introducido en Europa, desde la implantación de la Directiva Marco del Agua (DMA).

En la actualidad, por parte del Ministerio del Ambiente, Viceministerio de Gestión Ambiental, Dirección General de Calidad Ambiental (Lima, 2012) se han establecido unas *Propuestas de Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Subterráneas*, en las que estas se clasifican, en función de su aplicación, en las tres **categorías** que señala la Ley N°29338 de Recursos Hídricos, y son las siguientes:

- Categoría A: Aguas Subterráneas Destinadas a la Producción de Agua Potable  
A1: Aguas que puede ser Potabilizadas con Desinfección (también en concordancia a lo fijado en la Ley 29338, Art 36 agua para uso primario).



A2: Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional o Avanzado. (Aplicable lo fijado en la Ley 29338, Art 39 agua para uso poblacional).

- Categoría B: Aguas Subterráneas Aprovechables para uso Agropecuario (acorde a lo fijado en la Ley 29338, Art 43 agua de tipo de uso Productivo numeral 1 tipo Agrario: pecuario y agrícola)
- Categoría C: Aguas Subterráneas para Conservación del Ambiente (acorde a lo fijado en la Ley 29338, y normas ambientales aplicables)

En base a esta clasificación de aguas subterráneas, se propone que los estándares de Calidad Ambiental para el agua subterránea, según los usos a los que se destina, sean los siguientes:

Cuadro 10.6. Propuestas de Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea

Parámetro	Unidad	Tipos de Aguas Subterráneas			
		Categoría A		Categoría B	Categoría C
		A-1	A-2		
<b>Aspectos Físico Químicos</b>					
Cloruros	mg/L	350	500	700	**
Conductividad	µS/cm	1600	2000	**	**
Dureza	mg/L	600	**	**	**
pH	pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Calcio	mg/L	150	200	200	**
Magnesio	mg/L	125	170	**	**
Sodio	mg/L	300	450	200	300
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	500
Sulfatos	mg/L	300	350	400	**
<b>Nutrientes</b>					
Nitratos	mg/L-N	10*	10*	**	**
Nitritos	mg/L-N	1*	1*	**	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L- N	1,5	2	**	**
Fosforo Total	mg/L	**	**	**	0,4
Nitrógeno Total	mg/L	**	**	**	1,6
<b>Metaloides y Metales Pesados</b>					
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,05
Boro	mg/L	0,05	0,3	0,3	0,3
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,005	0,004
Cobre	mg/L	1	2	2	1
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,001	0,002
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,001
Zinc	mg/L	3	3	15	1
<b>Plaguicidas</b>					
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,001	0,03	0,03	0,001
Clordano	µg/L	0,01	0,2	0,2	0,01
DDT	µg/L	0,0001	0,001	0,001	0,0001
Lindano	µg/L	1	2	2	1
<b>Parámetros Microbiológicos</b>					
Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C	NMP/100 ml	0	2000	2000	**
Coliformes Totales (35 – 37 °C)	NMP/100 ml	3	3000	5000	**



Cuadro 10.6. Propuestas de Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea

Parámetro	Unidad	Tipos de Aguas Subterráneas			
		Categoría A		Categoría B	Categoría C
		A-1	A-2		
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	0	50	**

\*Este valor es para una exposición de corto plazo, tras lo cual se deberá bajar estos límites totales en conjunto del Nitrato y nitrito (la suma de los cocientes entre la concentración de cada uno y su valor de referencia no deberá ser mayor que 1mg/L).

\*\*Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que a la autoridad competente le determine.

Fuente: *Propuestas de Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Subterráneas (MINEM, 2012)*

a controlar, en los primeros años de implantación de este PNRH, los usos y, progresivamente, también el estado, se proponen las siguientes redes de calidad, establecidas con criterios diferentes, ya que controlan diferentes parámetros, cuyo conjunto, junto a la de la red de control de las aguas superficiales, conformará la red de muestreo nacional.

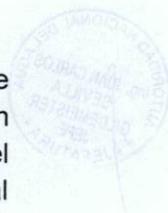
#### 10.2.3.1. Red de vigilancia general de los acuíferos

El principal objetivo de esta red es ofrecer una visión general y coherente sobre el estado de las aguas de los acuíferos explotados en el Perú. Por lo tanto, los puntos de control deberán establecerse siguiendo criterios estadísticos, en cuanto a su distribución espacial dentro del acuífero y representativa de las diferentes facies química existentes en los mismos, de tal forma que toda la red, en su conjunto, responda a este objetivo.

En la actualidad, la ANA tiene establecida una red de monitoreo químico en el conjunto de los 47 acuíferos estudiados en el Perú, compuesta por 5 862 puntos, de acuerdo con los datos extraídos de los informes elaborados, hasta la fecha, por este organismo. De estos puntos, al menos ya se dispone de una analítica realizada, de sus componentes mayoritarios (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio), analizados en la fecha en la que se realizaron los correspondientes estudios. En general, en estas analíticas, se echa en falta las determinaciones de los nitratos, que es un parámetro que indica el estado químico del agua, de tal manera que concentraciones superiores a los 50 mg/l determinan un *mal estado químico*, según la DMA europea.

En base al estudio e interpretación de los datos analíticos obtenidos de estos informes, a la comparación de sus resultados y al nivel de dispersión geográfica encontrada en los puntos muestreados dentro del acuífero, en una primera fase de los trabajos a realizar se debería efectuar una selección de los puntos a incluir en la nueva y futura red de control químico de las aguas subterráneas, descartando muchos de los que actualmente han sido muestreados, si es que los datos observados, en puntos de agua situados próximos entre sí en la geometría del acuífero, son muy similares.

Una cantidad superior a los 2 300 puntos puede hacer que su muestro y control fuese difícilmente abordable y, en principio, parece suficiente como para mantener una buena red de vigilancia general en los 47 acuíferos en explotación del Perú, lo que equivale a una media por acuífero de 49 puntos de muestreo. Por tanto, la red de vigilancia general que en este programa se propone, sólo se establecerá en los 47 acuíferos ya estudiados, y que, de algún modo, en algún momento, ya han sido monitoreados.



Las determinaciones analíticas a realizar en esta red de vigilancia, podría quedar limitada a aquellos parámetros químicos que, por su concentración y evolución, puedan ser buenos indicadores de los problemas que, en relación con la calidad, afecten a los acuíferos. Por tanto de las *Propuestas de Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Subterráneas*, que establece la Dirección General de Calidad Ambiental (Lima 2012), expuesta en el cuadro anterior, se deberían controlar periódicamente las incluidas en los apartados de "Aspectos Físico químicos" y de "Nutrientes", como son: cloruros, conductividad, dureza, pH, calcio, magnesio, sodio, sólidos totales disueltos, sulfatos, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, fósforo total y nitrógeno total. También se puede incorporar la medición de parámetros como arsénico, hierro, manganeso y boro en los acuíferos de la zona sur del país donde hay en forma natural.

La evolución de los cloruros, sodio y magnesio en los acuíferos que se encuentran en contacto con el océano, van a ser clave para el análisis del estado en el que se halla la intrusión marina en la franja costera del acuífero. En otros casos, la presencia y evolución de los nutrientes, dará una idea sobre la contaminación que está provocando en los acuíferos la percolación de los excedentes del agua utilizada en el riego de los cultivos.

Se recomienda una periodicidad semestral en los muestreos (coincidiendo con los periodos de mayor precipitación y de estiaje), e incluso trimestral, en los acuíferos en los que se detecte una mayor vulnerabilidad frente a la contaminación salina y/o de nutrientes, con riesgo para su uso. No obstante, a efectos de ajuste presupuestario, en este programa se presuponían los muestreos con una periodicidad anual.

#### **10.2.3.2. Red de vigilancia específica en las aguas utilizadas en el abastecimiento urbano**

La utilización de las aguas subterráneas para el abastecimiento de agua potable de las poblaciones es una práctica muy extendida en el Perú, dado que en buen número de los núcleos urbanos esta es la única fuente de agua que tienen disponible. La utilización directa del agua subterránea extraída se puede realizar con un simple tratamiento de cloración, lo que hace fácil su tratamiento y consumo. Además, por su mayor protección frente a la contaminación exterior, suele presentar mejor calidad físico- química que la de las aguas superficiales.

Por este conjunto de circunstancias, la mayoría de las poblaciones existentes en la zona de la Cordillera y del Amazonas se abastecen a partir del agua que extraen de pozos o manantiales. En el caso de los núcleos mayores que se ubican en la región costera del Pacífico, también es muy frecuente su uso, a veces potenciado, cuando la demanda es muy alta, con aguas superficiales embalsadas para este fin.

Puesto que un hipotético riesgo de contaminación de las aguas subterráneas dedicadas al consumo, podría afectar a la población abastecida, es de gran interés mantener una vigilancia periódica sobre la calidad físico-química y bacteriológica de las mismas.

De la relación de parámetros químicos y biológicos que se indican en el anterior cuadro, todos ellos son recomendables analizarlos para el control y vigilancia del agua potable. La periodicidad de su medición debería ser bimensual para algunos de los parámetros (los bac-



teriológicos, plaguicidas y de nutrientes), que pueden ser los más cambiantes en el tiempo, y con un periodo más amplio, semestral, para el resto de los elementos químicos a determinar. No obstante, a efectos de ajuste presupuestario en este programa se presupuestan los muestreos con una periodicidad anual.

Se desconoce en estos momentos cual es el número de poblaciones que se abastecen a partir de las aguas subterráneas, por lo que no se puede establecer cuál sería la cantidad de puntos a muestrear. En consecuencia, en una primera fase del trabajo y con el apoyo de las actividades del inventario de puntos de agua propuesto en el *Programa de aumento del conocimiento de las aguas subterráneas* hay que efectuar una relación de estas captaciones, con sus características constructivas y la calidad analítica del agua, si tuviesen.

Probablemente, muchas de ellas ya vendrán siendo analizadas por las propias empresas de suministro, por lo que se trataría de coordinar la recepción periódica de sus resultados, completándolos solamente con las determinaciones de los parámetros que estas municipalidades no realicen. En los casos en los que esta actividad no se venga realizando, se pondrá los muestreos para hacerlo, bajo los presupuestos que aquí se proponen.

En principio, para la valoración de esta actividad, se ha considerado que es necesario establecer una red mínima de control sobre unos 300 puntos de abastecimiento urbano, en los que en la actualidad no se venga efectuando ninguna vigilancia. Serán puntos a sumar a los seleccionados para la red de vigilancia general, estimada en el anterior apartado en unas 2 300 captaciones de agua.



### 10.2.3.3. Parámetros a muestrear en cada red y periodicidad de los muestreos

En el cuadro siguiente, se presenta un resumen del grupo de parámetros que se propone muestrear en cada una de las redes de muestreo y la periodicidad del mismo que se presupuesta para cada uno de ellos.

Cuadro 10.7. Parámetros y periodicidad de muestreo para cada tipo de red de monitoreo de la calidad			
Tipo red		Grupo de parámetros a muestrear	Periodicidad muestreo
Red de Vigilancia General de los acuíferos	Categoría B y C	<i>Aspectos físico-químicos</i> (cloruros, conductividad, dureza, pH, calcio, magnesio, sodio, sólidos totales disueltos, sulfatos)	Anual
		<i>Nutrientes</i> (nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, fósforo total y nitrógeno total)	
Red de vigilancia específica de los abastecimientos urbanos	Categoría A	<i>Aspectos físico-químicos</i> (cloruros, conductividad, dureza, pH, calcio, magnesio, sodio, sólidos totales disueltos, sulfatos)	Anual
		<i>Metaloides y metales pesados</i> (arsénico, boro, cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc) + hierro y manganeso	
		<i>Nutrientes</i> (nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, fósforo total y nitrógeno total)	Anual
		<i>Plaguicidas</i> (aldrin+ dieldrin, clordano, DDT, lindano)	

Cuadro 10.7. Parámetros y periodicidad de muestreo para cada tipo de red de monitoreo de la calidad		
Tipo red	Grupo de parámetros a muestrear	Periodicidad muestreo
	Parámetros microbiológicos (coliformes termotolerantes a 44,5°C, Coniformes totales a 35-37°C, escherichia coli)	

Fuente: elaboración propia

#### 10.2.3.4. Directrices generales con respecto a la toma de muestras

Para la toma de muestras se tendrá en cuenta el "Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial" elaborado por la ANA en el año 2011. Además, en este PNRH, se añaden otras directrices generales a considerar:

- En todo momento, se deberá garantizar que los análisis de las muestras en el laboratorio comenzarán antes de transcurridas 24 horas después de su toma.
- El personal que deba realizar los trabajos de toma de muestras dispondrá de experiencia suficiente en el manejo de equipos portátiles para la medida y determinación de parámetros "in situ", así como de la preparación necesaria como para, con buen criterio, emitir un juicio fiable sobre las observaciones que se realicen sobre la muestra. Se considerarán las medidas como correctas, si sus valores se encuentran en el rango que establece el valor medio  $\pm 2\%$  de dispersión. Este personal también estará cualificado para realizar muestreos biológicos en aquellas redes de monitoreo que lo precisen.
- De modo general, en todas las estaciones de monitoreo, se llevarán a cabo las siguientes determinaciones "in situ":
  - Tª ambiente y del agua
  - pH
  - Conductividad
  - Oxígeno Disuelto (concentración mg/l y % de saturación)
- Siempre que sea posible, se emplearán materiales valorizables y, cuando las situaciones lo permitan, también reutilizables.
- Se tomará la muestra del agua mediante el bombeo de la captación y después de un periodo de extracción suficientemente amplio como para haber retirado bien el agua del pozo, si este llevase un tiempo sin bombearse, evitando de este modo el muestreo de aguas estancadas, que no sean representativas de la verdadera calidad del agua del acuífero.
- Los equipos de medición que se empleen para realizar determinaciones "in situ" estarán sometidos a las operaciones de control (mantenimiento, verificación, ajuste y calibración), del mismo modo que los equipos fijos de laboratorio.

#### 10.2.3.5. Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua

Para recopilar, unificar y gestionar toda la información de calidad que se genere con la creación del "Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua", se propone realizar una base de datos gestionada por la ANA. Esta base de datos podrá integrar también toda la



información de calidad generada en los Planes de Cuenca. Deberá ser una misma base que incluya tanto las aguas superficiales como las subterráneas.

Esta base de datos tendrá un formato ACCESS 2010 y deberá integrar, no sólo los resultados de los parámetros analíticos, sino también los referentes a la estación de monitoreo y al momento de la toma de muestras, así como otros campos que se consideren importantes.

La creación de esta base de datos agilizará sin duda las labores de consulta y transferencia de información entre diferentes instituciones y particulares.

#### 10.2.4. Prioridades por horizontes de planificación

En cuanto a las prioridades de actuación por horizontes de planificación se consideran los siguientes:

##### Horizonte 2021:

- Deben estar instauradas las redes de monitoreo denominadas como “Red de vigilancia general de los acuíferos” y “Red de vigilancia específica de las captaciones de agua utilizadas en el abastecimiento a las poblaciones”. En total estas redes englobarían 2 600 estaciones de monitoreo.
- La prioridad en su instauración sería la red, de unos 300 puntos, dedicada a la vigilancia y control de las aguas potables.
- A partir de la selección de las dos redes de calidad, y con la periodicidad en los muestreos que se ha indicado en el anterior cuadro, se empezaría a llevar el control anual de la calidad del agua subterránea durante los 9 años de este horizonte.

##### Horizonte 2035:

- Debe mantenerse el control de las dos redes de vigilancia de calidad de las aguas subterráneas durante el siguiente periodo de 14 años. La red, en cuanto al número y los puntos a muestrear, a la vista del estudio, análisis e interpretación que anualmente se deberá ir haciendo de los puntos seleccionados, se podría ir produciendo algún cambio, reajuste y sustitución en los mismos, al objeto de que la red de vigilancia siempre sea lo más representativa de la calidad del agua de los acuíferos.
- Los resultados de todas las analíticas efectuadas, se deben ir incorporando al “Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua”, en donde esté recogida toda la información que se realice en el Perú en materia de calidad del agua.

#### 10.2.5. Inversiones necesarias

La primera actuación que se valora en esta actividad es la correspondiente al tiempo de técnico/coste que llevaría, en gabinete, el análisis de los datos físico-químicos existentes de los 5 862 puntos analizados hasta la fecha, la distribución espacial que estos presentan en los 47 acuíferos monitoreados por la ANA, para, a partir de su interpretación, seleccionar una



red general operativa de la calidad del agua, de unos 2 300 puntos, para vigilar y controlar en el futuro.

Para el caso de la red de *vigilancia específica de la calidad del agua dedicada al abastecimiento urbano*, compuesta de unos 300 puntos, también se deberá de revisar y seleccionar, en trabajo de campo y gabinete, cual serían los puntos más adecuados y representativos para hacerlo.

Para la estimación de costes que podría acarrear la segunda actuación, el monitoreo de las redes de calidad de las aguas subterráneas que aquí se proponen, se parte de los precios aplicados por la ANA en los estudios de monitoreo realizados hasta el momento, en los que se valora un precio medio de S/. 2 200. Este precio incluye el desplazamiento hasta la captación de agua subterránea a muestrear, el muestreo propiamente dicho, el envío de las muestras al laboratorio y el análisis completo de sus parámetros, que son todos los indicados en el cuadro de Propuestas de Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea, incluido anteriormente.

Por consiguiente, para los muestreos de los puntos en los que se haga una analítica de parámetros más reducida, el precio de la muestra podría reducirse a unos S/. 1 500.

La tercera de las actuaciones a desarrollar dentro de este programa contempla la interpretación de los datos obtenidos, el análisis de las causas-efecto que se producen sobre la calidad del agua, las propuestas para proteger las aguas subterráneas de una hipotética contaminación y la incorporación de los datos obtenidos a la base de datos nacional, en donde se fuese recopilando toda la información de calidad de agua del Perú.

La inversión referencial de estas actividades para cada uno de los dos horizontes temporales propuestos, se añade en el cuadro siguiente.



Cuadro 10.8. Inversiones estimadas para el programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas						
ACTUACIONES	Unidad	Costo unitario (S./Jud)	Cantidad (ud)	Costo parcial (S.)	MONTO REFERENCIAL (Mills. S/.) *	
					2 021	2 035
Selección de redes de control de la calidad, general (1)	acuífero	10 000	47	470 000	0,47	
Selección de redes de control de la calidad, específica (abastecimientos) (2)	acuífero	6 000	48	288 000	0,29	
Red de Vigilancia General de Acuíferos (2 300 puntos con muestreos anuales) (3)	análisis	1 500	2 300	3 450 000	31,05	48,30
Red de Vigilancia en captaciones de abastecimiento (300 puntos con muestreos anuales) (4)	análisis	2 200	300	660 000	5,94	9,24
Interpretación de datos, análisis de causa-efecto, propuestas de protección de los acuíferos e incorporación de resultados al Sistema Nacional de Informa-	acuífero	6 000	47	282 000	2,54	3,95

**Cuadro 10.8. Inversiones estimadas para el programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas**

ACTUACIONES	Unidad	Costo unitario (S/./ud)	Cantidad (ud)	Costo parcial (S/.)	MONTO REFERENCIAL (Mills. S/.) *	
					2 021	2 035
ción de la Calidad (5)						
<b>TOTAL (Millones S/.)</b>					<b>40,29</b>	<b>61,49</b>

Fuente: elaboración propia

\*Sujeto al presupuesto de la(s) instituciones responsables

(1) Valoración teniendo en cuenta una ratio de técnico de S/. 500/día en oficina, con una dedicación de 1 mes de trabajo para cada uno de los 47 acuíferos monitoreados.

(2) Valoración teniendo en cuenta una ratio de técnico de S/. 500/día en oficina, con una dedicación de 12 días para la selección de captaciones de abastecimiento en los 48 nuevos acuíferos identificados.

(3) Precio reducido a los aplicados por la ANA, de S/. 1 500, al ser la analítica a efectuar al agua de tipo reducido (sólo los "aspectos físico-químicos" y de "nutrientes").

(4) Precios aplicados por la ANA en los estudios de monitoreo realizados hasta el momento, en los que se valora un precio medio de S/. 2 200, incluyendo el monitoreo y análisis completo del agua.

(5) Valoración teniendo en cuenta una ratio de técnico de S/. 500/día en oficina, con una dedicación de 12 días de trabajo para cada uno de los 46 acuíferos monitoreados, durante cada uno de los años de control de la calidad (9 años en el periodo 2013-2021 y 14 años en el de 2022 a 2035).



### 10.2.6. Seguimiento del programa y metas

Para el seguimiento de este programa se proponen los siguientes indicadores, con su unidad de medida, ámbito de aplicación y metas:

**Cuadro 10.9. Seguimiento y metas del programa de mejora del conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas**

INDICADOR DE SEGUIMIENTO	UNIDAD DE MEDIDA	ÁMBITO DE APLICACIÓN	META	
			2021	2035
Red de Vigilancia General de Acuíferos (2 300 puntos con muestreos anuales)	análisis	Nivel nacional	20 700	32 200
Red de Vigilancia en captaciones de abastecimiento (300 puntos con muestreos anuales)	análisis	Nivel nacional	2 700	4 200

Fuente: elaboración propia

### 10.3. Programa 14. Supervisión y fiscalización de vertimientos de aguas residuales

Los vertimientos a los cuerpos de agua sin tratamiento previo o sin el tratamiento adecuado, son los factores que alteran la calidad del agua. Por este motivo, debe realizarse un control exhaustivo de estos vertimientos con el fin de identificarlos, controlarlos y sancionarlos si incumplen la legislación vigente. En el Perú, los vertimientos con mayor carga contaminante y los que deben considerarse en el programa de control podrían agruparse en las categorías siguientes:

- **Vertimientos de aguas residuales domésticas.** Según el artículo 132.1 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, estas aguas son aquellas de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana. La disposición final de estas aguas residuales está a cargo de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) o municipalidades, según corresponda, quienes a través del sistema de alcantarillado, deben recolectarlas para darle el tratamiento correspondiente previamente a su vertimiento en los cuerpos naturales de agua. El problema existente en el Perú es que actualmente no toda la población tiene acceso a este sistema de alcantarillado, por lo que las aguas residuales domésticas son descargadas sin tratamiento previo o sin el tratamiento adecuado a los cuerpos naturales de agua. Según datos de la SUNASS del 2012, las EPS al nivel nacional sólo tratan el 32,7% de las aguas residuales domésticas, por lo que el 67,3% de las aguas residuales domésticas son vertidas a los cuerpos de agua sin el tratamiento adecuado.
- **Arrojo de residuos sólidos municipales y residuos sólidos de la construcción y demolición en los cuerpos naturales de agua.** Según la Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento, Decreto Supremo N°057-2004-PCM, son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos, en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones y procesos: minimización de recursos, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia, disposición final. Sin embargo, es costumbre generalizada en Perú, sobre todo cerca de los centros poblados e industrias, el arrojo de residuos sólidos municipales y residuos sólidos de la construcción y demolición de manera directa a los cuerpos naturales de agua.
- **Vertimientos agrícolas.** Este tipo de vertimientos se realizan en las zonas agrícolas y alteran la calidad del agua en los cuerpos de agua con desechos agrícolas y agroquímicos como plaguicidas y pesticidas, en muchos casos, utilizados de manera indiscriminada. Estos productos contaminan los cursos de agua con nutrientes y elementos tóxicos que, entre otros problemas, pueden producir problemas de eutrofización.
- **Vertimientos de aguas residuales industriales.** Según la RJ 224-2013-ANA, los vertimientos residuales industriales son aquellos que se originan como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose los provenientes de la actividad minera, agrícola, energética o agroindustrial entre otras. Cada uno de estos sectores industriales, tiene establecidos sus Límites Máximos Permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en el vertimiento, pero, por regla general, las industrias están ubicadas cerca de las ciudades

