

## RESUMEN DEL PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRADA E INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y DE LAS CUENCAS Y MICROCUENCAS HIDROGRÁFICAS DE ECUADOR

### SUMMARY OF NATIONAL PLAN FOR THE INTEGRATED AND INTEGRAL MANAGEMENT OF WATER RESOURCES AND THE BASINS AND WATERSHEDS OF ECUADOR

Luis Yáñez<sup>1</sup>; Pamela Franco<sup>2</sup>; Wellington Bastidas<sup>3</sup>; Verónica Córdova<sup>4</sup>

#### Resumen

El gobierno del Ecuador planteó disposiciones y requisitos para el desarrollo sostenible de los recursos hídricos, tomando como marco legal la Constitución del Ecuador (2008) Art. 318 estableciendo “*El agua es patrimonio nacional...*”, las políticas nacionales de recursos hídricos propuestas en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA 2014), El Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017); Objetivo 3: “*Mejorar la calidad de vida de la población*” y Objetivo 7: “*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global*” y El Plan Nacional de Desarrollo (2007-2010); Objetivo 4: “*Promover un ambiente sano y sustentable, y garantizar el acceso al agua, aire y suelo seguros*”. Siguiendo estas disposiciones se realizó El Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas y Microcuencas Hidrográficas del Ecuador (PNGIRH), en el cual se realiza el análisis por 9 Demarcaciones Hidrográficas (Continente), y un análisis específico en las Islas Galápagos, con el objeto de resolver el conflicto entre oferta y demanda de los recursos hídricos, salvaguardando la vida de las personas, la soberanía alimentaria y garantizando el consumo de agua industrial, estableciendo años horizonte; que consta de un año base (2010), año horizonte de corto plazo Fase I (2015-2025); horizonte medio Fase II (2026-2030); y de largo plazo Fase III (2031-2035). Para la resolución de problemas se han planteado medidas estructurales y no estructurales para el control de inundaciones y alivio de desastres; suministro y uso de agua de buena calidad, protección y conservación de agua y suelo, así como la planificación de un sistema eficaz de gestión de los recursos hídricos, los cuales se han planteado bajo condiciones de desarrollo económico normal con un total de: 176 proyectos de asignación de recursos hídricos, 13 sistemas de control de inundaciones, 265 áreas de protección para fuentes de agua potable, 7,834.65 Km<sup>2</sup> para el control de erosión, planificados para todo el país. Después de la ejecución de los proyectos de asignación de recursos hídricos, se espera que los resultados del análisis del balance de oferta y demanda muestran que la probabilidad de suministro de agua cumple con el valor objetivo establecido en este Plan con el porcentaje de déficit hídrico nacional que no deberá superar el 10%.

**Palabras clave:** Planificación, Recursos Hídricos, Ecuador, déficit hídrico.

#### Abstract

The government of Ecuador set out provisions and requirements for the sustainable development of water resources, taking as a legal framework the Constitution of Ecuador (2008) Art. 318 establishing “*Water is national heritage ...*”, the national water resources policies proposed in the Organic Law of Water Resources, Uses and Use of Water (LORHUyA 2014), The National Plan for Good Living (2013-2017); Objective 3: “*Improve the quality of life of the population*” and Objective 7: “*Guarantee the rights of nature and promote territorial and global environmental sustainability*” and The National Development Plan (2007-2010); Objective 4: “*Promote a healthy and sustainable environment and guarantee access to safe water, air and soil.*” Following these provisions, the National Plan for Integrated and Integrated Management of Water Resources of the Watersheds and Micro-watersheds of Ecuador was carried out ( PNGIRH), in which the analysis is carried out by 9 Hydrographic Demarcations (Continent), and a specific analysis in the Galapagos Islands, in order to resolve the conflict between supply and demand of water resources, safeguarding the lives of people, food sovereignty and guaranteeing the consumption of industrial water, establishing horizon years, consisting of a base year (2010), short-term horizon year Phase I (2015-2025), medium-term Phase II (2026-2030); Long Term Phase III (2031-2035). For the resolution of problems, structural and non-structural measures have been proposed for flood control and disaster relief; supply and use of good quality water, protection and conservation of water and soil, as well as the planning of an effective system for managing water resources, which have been raised under conditions of normal economic development with a total of: 176 projects for the allocation of water resources, 13 flood control systems, 265 protection areas for drinking water sources, 7,834.65 Km for erosion control, planned for the whole country. After the execution of the water allocation projects, it is expected that the results of the analysis of the supply and demand balance show that the probability of water supply meets the objective value established in this Plan with the percentage of national water deficit that should not exceed 10%.

**Keywords:** Planning, Water Resources, Ecuador, water deficit.

1 Secretaría del Agua Ecuador, luis.yanez@senagua.gob.ec

2 Secretaría del Agua Ecuador, katherine.franco@senagua.gob.ec

3 Secretaría del Agua Ecuador, wellington.bastidas@senagua.gob.ec

4 Secretaría del Agua Ecuador, maria.cordova@senagua.gob.ec

## 1. INTRODUCCIÓN

Para resolver el conflicto entre oferta y demanda de los recursos hídricos y salvaguardar la vida de las personas, la soberanía alimentaria y garantizar el consumo de agua industrial, con apoyo de la Cooperación Española, canalizada a través del Centro de Estudios Hidrográficos de España (CEH) y el CEDEX, el Ecuador elaboró un Plan entre 1982 y 1984 para el Ordenamiento de los Recursos Hídricos. Durante los años siguientes se realizaron varios estudios de planificación a nivel de cuencas hidrográficas; Así, hasta el Año 2001 se contó con 20 Estudios en cuencas y subcuencas, muchos de estos planes fueron trabajados por sectores, obedeciendo a intereses particulares de la entidad que planificaba o que financiaba la iniciativa, llegando en la práctica a una visión fragmentada e ineficaz de la planificación y gestión de los recursos hídricos.

A partir de estos antecedentes, la República del Ecuador con la finalidad de cumplir con las disposiciones constitucionales y alcanzar los objetivos propuestos; en octubre del 2012 la Autoridad Única del Agua (Secretaría del Agua del Ecuador -SENAGUA) y el *Changjiang Insitute of Survey Planning Design and Research* (CISPDR) de la República Popular de China, suscribieron un contrato para desarrollar el Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas y Microcuencas hidrográficas de Ecuador (PNGIRH).

La implementación del PNGIRH permite contar con la Planificación Hidrográfica del Ecuador (Continental), conforme a las disposiciones legales, políticas nacionales, planificación y gestión del recurso hídrico, y las necesidades de la población y del medio ambiente.

Esta planificación tiene como objetivos:

- Definir y fortalecer las medidas estructurales y no estructurales para control o protección del recurso hídrico.
- Incrementar la captación de los recursos hídricos mediante infraestructura, que brinde sostenibilidad para la dotación del recurso hídrico.
- Gestionar los desastres provocados por sequías e inundaciones para asegurar el derecho humano al agua.
- Asignar racionalmente y utilizar de manera eficiente los recursos hídricos respetando los derechos de la naturaleza.
- Garantizar la protección y conservación de los recursos hídricos.
- Establecer la gestión integral e integrada de las cuencas hídricas.
- Salvaguardar la seguridad del agua para la fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria.
- Promover el desarrollo socio-económico.
- Conservación ecológica.

De acuerdo con el análisis inicial del PNGIRH, en el Ecuador, actualmente las medidas de ingeniería hidráulica son incompletas en algunas zonas, con insuficiente capacidad de control de inundaciones, el área erosionada del suelo y la pérdida de agua alcanza a 114,316.14 Km<sup>2</sup>, que representan el 46% del total del territorio. El 81.8% del suelo nacional erosionado y la pérdida del agua se llevan a cabo en las zonas con más del 25% de pendiente, esto es, 64.3% de lo que sucede en las áreas con más del 50% de pendiente.

El área total de planificación de los recursos hídricos continentales del Ecuador, es de 28,000 Km<sup>2</sup>, distribuidos en 9 demarcaciones hidrográficas, establecidas a nivel 4 de la clasificación Pfafstetter.

Se considera al año 2010 como la base de la planificación hídrica; y los períodos establecidos como años horizonte o fases de planificación; se toman: para la Fase I año horizonte de corto plazo (2015-2025); para la Fase II horizonte medio (2026-2030); y para la Fase III de largo plazo (2031-2035).

En Ecuador el volumen total de recursos hídricos es de 376 Km<sup>3</sup>. En el 2010, el consumo de agua en Ecuador fue de 15.8 Km<sup>3</sup>, incluyendo el consumo doméstico de 1.48 Km<sup>3</sup>, que representan el 9.4% del consumo total de agua; 13.05 Km<sup>3</sup> de consumo agrícola, que representa el 82.6% del total y 1.27 Km<sup>3</sup> de consumo de agua de producción industrial y otros, que representan el 8.0% del consumo total.

Luego de la implementación de los proyectos de asignación de recursos hídricos planeados, los resultados del análisis de balance de oferta y demanda indican que existe una alta probabilidad de suministro de agua para todos los usuarios, contemplando así que para el año 2035, el porcentaje de déficit hídrico de agua para uso doméstico sea de 0.1% y su probabilidad de suministro será de 99.9%. El porcentaje de déficit hídrico de agua para uso de riego será del 11% y su probabilidad de suministro de agua podrá llegar al 88%. El porcentaje de déficit hídrico para la industria es de 0.1% y su probabilidad de suministro de agua podrá alcanzar el 99%.

## 2. METODOLOGÍA

Esta planificación de las cuencas hidrográficas contiene evaluación de los recursos hídricos, pronóstico de la demanda y oferta de agua, análisis del balance hídrico, el plan de control de inundaciones y la protección de los recursos hídricos; los métodos de planificación mencionados se describen brevemente:

### 1. Método/s de cálculo de la cantidad de recursos hídricos

#### *Cantidad de recursos de agua superficial*

Para el análisis y el cálculo de la escorrentía superficial histórica de los recursos hídricos, en las "unidades hidrográficas" se utilizaron los datos de escorrentía

registrados en las estaciones hidrológicas. Los datos utilizados corresponden a las series mensuales reales de escorrentía y precipitación entre el período de años 1971 y 2010, registrados por las estaciones hidrométricas y meteorológicas. Se completan los datos de las series temporales, teniendo en cuenta el impacto de las actividades humanas sobre la cantidad de agua superficial aguas arriba de las diferentes estaciones.

Se clasificaron y analizaron todos los datos de las estaciones hidrometeorológicas proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), y se obtuvieron las estadísticas relativas al número de estaciones hidrometeorológicas; la distribución regional y la edad de los datos observados. La mayoría de las estaciones meteorológicas tienen tiempo sincrónico de registro de datos, y se confirmó que la serie unificada de año se adoptó para los datos de todas las estaciones meteorológicas.

Con relación al análisis y validación de los datos de dichas estaciones, se adoptó el método especificado de Validación, Homogeneización y Relleno de la Información Meteorológica a Nivel Mensual multianual para cada Demarcación Hidrográfica, los cuales fueron completados mediante convenio entre INAMHI y SENAGUA, en el año 2012.

#### *Cálculo de la cantidad de agua subterránea*

Los recursos hídricos subterráneos se evaluaron sobre la base de los sistemas acuíferos, las áreas y subáreas. Debido a que el agua subterránea en la zona de investigación, proviene principalmente de las lluvias y de las filtraciones de agua de riego y del agua superficial (ríos y lagos, etc.). Debido a la falta de datos de nivel dinámico de agua subterránea y de datos de recarga de esta agua, solo se calcula la cantidad de recarga de precipitación atmosférica y de infiltración por riego y se evalúa la cantidad de recarga, el volumen de almacenamiento y la cantidad explotable.

Para calcular la recarga de infiltración, de la precipitación y del agua de riego, se adoptó el método de coeficiente de infiltración. La recarga natural de agua subterránea se calcula restando la cantidad de retorno por infiltración de agua de riego, de la cantidad total de recarga. La recarga por infiltración de agua de riego se obtiene multiplicando la infiltración de riego por el área de riego. En general, el desarrollo y la utilización de las aguas subterráneas no deben exceder la cantidad explotable, calculada con el método de coeficiente de explotación, y su valor es igual a la cantidad de recarga, multiplicada por el coeficiente de explotación.

## **2. Método para la predicción de demanda de agua**

### *Demanda de agua para uso consuntivo*

Para determinar la demanda fuera de la corriente de agua, se adopta el método de dotaciones y se

utiliza el valor propuesto en el Manual Técnico de Procedimiento para la Elaboración de Informes Técnicos de Sustentación para las Resoluciones de Autorización del Derecho de Uso y Aprovechamiento del Agua (MTP-2012) como el valor de dotación de agua; se usa la fórmula de Penman modificado para el cálculo en cultivos o se hace referencia a la dotación en China u otros países de América del Sur.

### *Demanda de agua para uso no consuntivo*

De acuerdo con la situación real del Ecuador, la demanda de agua para uso no consuntivo considera únicamente la generación hidroeléctrica y el caudal ecológico.

Para el cálculo de la demanda actual de generación hidroeléctrica se toma en cuenta el volumen autorizado por la SENAGUA y, para la demanda futura se estima sobre la base de la capacidad hidroeléctrica instalada.

La demanda ecológica del agua (caudal ecológico), se calcula con los métodos *Tennant* y la Curva de Duración de Flujo (FDC). Con el fin de garantizar el caudal ecológico, se toma el mayor valor calculado por el método de *Tennant* y el valor del método de Curva de Duración de Flujo.

Por el método de *Tennant*, el porcentaje del caudal promedio anual se utiliza como caudal ecológico para establecer la relación empírica del caudal y la calidad del hábitat. Considerando la diferencia estacional, los valores para el caudal ecológico se calculan para la época lluviosa y para la época seca; del 10 al 20% del caudal promedio anual a largo plazo se asigna para la estación seca (la variación estacional de las precipitaciones es mayor en la zona costera y se le asigna un valor inferior; la precipitación en la zona Andina es relativamente abundante y se le asigna el 15%, y; la precipitación en la zona amazónica es abundante, se le asigna el valor más alto); entre el 30-40% del caudal promedio anual a largo plazo es asignado para la época lluviosa (el valor más bajo se asigna para la zona costera; el 35% para la zona andina y el valor más alto para la zona amazónica).

Por el método de la Curva de Duración de Flujo, los datos históricos de flujo se utilizan para construir la curva mensual de caudales, un flujo de frecuencia acumulado en particular ( $Q_p$ , normalmente el 90% o 95% para el valor  $p$ ) se utiliza como caudal ecológico, P95 se utiliza como valor de caudal ecológico para la zona costera y zona andina, y P90 para la zona amazónica.

## **3. Método analítico del balance oferta-demanda**

El análisis de la oferta y la demanda de los recursos hídricos se refieren a la comparación de varias soluciones, coordinaciones y evaluaciones, de acuerdo con la situación real de desarrollo y utilización de los recursos hídricos a nivel nacional. Este análisis, se realiza en 3 niveles considerando para



ello: la capacidad de suministro de agua determinada a través de la infraestructura existente, los proyectos locales de suministro de agua planificados y los proyectos de transferencia de agua se evalúan con la demanda en los diferentes horizontes.

Primero, se realiza el análisis de equilibrio entre la oferta y la demanda, tomando en cuenta la capacidad de abastecimiento instalada, frente a la necesidad actual y futura para reflejar el grado de satisfacción de la demanda del recurso, y se reflexiona sobre la brecha entre la demanda y el suministro de agua en los diferentes horizontes de planificación, a fin de sentar las bases para el desarrollo de los recursos hídricos y su utilización en el futuro.

A continuación, se analiza el balance entre la oferta y la demanda, desde la perspectiva de una mayor oferta de agua alcanzada a través del máximo aprovechamiento del potencial de suministro de agua de los proyectos existentes, el ahorro de agua y el establecimiento de nuevos proyectos hidráulicos. Si después de la aplicación de las medidas anteriores, aún no se cubre con la demanda de agua, se consideran proyectos de transferencia de agua regional, de agua entre cuencas, para resolver problemas como la “escasez de agua inducida por la cantidad” y la “escasez de agua inducida por la calidad”, que todavía existen en algunas zonas, de tal manera que se alcance el equilibrio entre la oferta y la demanda de los recursos hídricos.

#### **4. Método de simulación de propagación de inundaciones**

El modelo matemático hidrodinámico de una dimensión (1D) se establece para simular el proceso de propagación de inundaciones. Las dos variables, el nivel del agua y la descarga, se calcularán mediante la resolución de las ecuaciones de Saint-Venant, que consiste en ecuaciones de continuidad e impulso. La solución de estas ecuaciones se basa en un esquema de diferencia finita implícita, desarrollada por Abbott y Lonescu (1967) y el algoritmo de doble barrido.

Las medidas no estructurales para control de inundaciones se refieren al uso de software para un sistema de información de gestión del riesgo de inundación, el cual da apoyo a la toma de decisiones (comprende la vigilancia meteorológica e instalación de previsión, la hidrología y la información sobre el seguimiento de lluvia y la instalación del pronóstico, facilidad de comunicación, inundación de alerta temprana y el sistema de inundación de su expedición), seguro contra inundaciones, políticas y regulaciones.

#### **5. Selección y priorización de proyecto**

La prioridad de los proyectos se ha seleccionado por el método de puntuación, es decir, a través de la selección del índice del elemento, según el orden

de prelación del usuario del agua, establecido en la Constitución de la República del Ecuador y en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua –LORHUyA-(2014); se anota cada índice en concordancia con las características del proyecto, se define el peso de cada índice por el método Delphi y se calcula la puntuación integral del proyecto, según el peso y la puntuación del índice, y finalmente, se clasifica de acuerdo con la puntuación completa.

#### **6. Protección de recursos hídricos**

La protección hídrica incluye principalmente la construcción del área de protección de fuentes de agua potable, control de fuentes contaminantes (fuentes de origen doméstico y urbano, agrícola, industrial y minero) y la optimización de la red de estaciones de monitoreo de la calidad del agua. La prioridad de la construcción del área de protección de fuentes de agua potable se determinará de acuerdo con la secuencia de construcción de los embalses que darán suministro de agua. El control de las fuentes de contaminación será dispuesto de acuerdo con el principio de “centrándose en los puntos clave, de fácil a difícil”.

Las instalaciones de eliminación de aguas residuales se deberán construir primeramente en las principales ciudades; la recolección y disposición de aguas residuales se efectuarán en las industrias contaminantes clave; las franjas de transición en las zonas agrícolas; para continuar con los contaminantes de origen minero. La construcción de la red de secciones de monitoreo de calidad del agua y monitoreo de áreas de protección de fuentes hídricas deberán ser dispuestas antes que otras medidas para garantizar la seguridad del agua potable.

#### **7. Obras para la conservación de agua y suelos**

Para controlar la erosión se han dispuesto las siguientes medidas: agricultura aplicada a la conservación del suelo, cercas vivas, bosque frutal económico, terrazas, remoción de tierras de cultivo para la forestación, bosques para la conservación de suelo, presas de retención de sedimentos, entre otras, con el objetivo de impulsar las condiciones de producción agrícola y el ambiente, mejorar el nivel de vida, desarrollar la economía regional, promover la armonía entre los seres humanos y la naturaleza, y lograr un desarrollo sustentable, dicho proceso se realiza priorizando aquellas zonas más urgentes implementando en primer lugar las medidas con una eficiencia señalada en la producción e ingreso y por consiguiente una mejora eminente del nivel de vida, en segundo lugar las medidas a implementarse son aquellas que promueven la recuperación ecológica y el ambiente, tales como remoción de tierras de cultivo para la forestación, bosques para la conservación de suelo, y cercas vivas, etc.

### 3. RESULTADOS DE LA PLANIFICACIÓN

#### 1. Cálculo de la cantidad de recursos hídricos

Ecuador tiene una cantidad de recursos hídricos superficiales anuales de 376 Km<sup>3</sup>, cantidad de recursos hídricos subterráneos de 56.6 Km<sup>3</sup>, el volumen de agua no repetitivo de los recursos hídricos subterráneos y de superficie se sitúan en aproximadamente 14.27 Km<sup>3</sup>, la cantidad de recursos hídricos per cápita es de 26 Km<sup>3</sup>. La cantidad media anual de los recursos hídricos en las zonas, costera, andina y amazónica es de 70.05 Km<sup>3</sup>, 59.73 Km<sup>3</sup> y 246.25 Km<sup>3</sup>, respectivamente.

#### 2. Demanda de agua

De acuerdo a los resultados del análisis entre oferta y demanda de recursos hídricos de los años a nivel de la planificación, se presentan las siguientes condiciones:

**Tabla 1.** Demanda de agua en años horizonte

Año	Demanda (Km <sup>3</sup> )	Déficit (Km <sup>3</sup> )	Déficit (%)
2010	15.80	4.42	28.0
2025	20.33	8.28	40.7
2035	22.56	10.46	46.3

Fuente: PNGIRH, 2016

La demanda integral del agua para los usos no consuntivos, se puede obtener mediante la adopción de criterios asociados a cada uso (generación hidroeléctrica), exceptuando el cálculo de caudal ecológico, cuya metodología se está desarrollando actualmente.

#### 3. Balance oferta-demanda

Para el análisis del suministro y escasez se establecen tres escenarios de diagnóstico para cada fase, presentándose así:

**Tabla 2.** Descripción de los escenarios para el análisis del balance entre la oferta y la demanda de agua

Escenario	Oferta	Demanda
I	Con proyectos actuales	Demanda de agua en los años horizonte 2010, 2025 y 2035
II	Con proyectos planificados en la misma cuenca	Demanda de agua en los años horizonte 2025 y 2035
III	Con trasvase entre cuencas	

Fuente: PNGIRH, 2016

**Tabla 3.** Resultados del balance Oferta - Demanda por escenario

Escenarios	Año	TOTAL			
		Capacidad de demanda de agua (Km <sup>3</sup> )	Capacidad de suministro de agua (Km <sup>3</sup> )	Déficit hídrico (Km <sup>3</sup> )	Tasa de déficit hídrico (%)
Escenario I	2010	15.79	11.38	4.42	28.0
	2025	20.32	12.04	8.28	40.7
	2035	22.56	12.11	10.46	46.3
Escenario II	2025	20.32	17.21	3.11	15.3
	2035	22.56	18.72	3.84	17.0
Escenario III	2025	20.32	18.51	1.82	8.9
	2035	22.56	20.37	2.19	9.7

Fuente: PNGIRH, 2016

#### 4. Control de inundaciones

Para realizar el control de inundaciones, se analizaron medidas estructurales y no estructurales, basándose en las características histórica de inundaciones y la sociedad económica actual de las cuencas hidrográficas, por lo que se establece la construcción de 13 proyectos o sistemas para el control de inundaciones que se detallan así:

**Tabla 4.** Obras estructurales de control de inundaciones a nivel nacional

Obras	Total de obras	
Obras de control de inundaciones	Dique	1,603
	Embalse	18
		1,425
	Obra de regulación fluvial	930
	Compuerta	16
	Áreas de retención de inundaciones	2
		360
Baipases de inundaciones	4	

Fuente: PNGIRH, 2016

##### 4.1 Medidas no estructurales para el control de inundaciones

Las medidas no estructurales planificadas para el control de inundaciones incluyen el Sistema de información de gestión del riesgo de inundación y los planes de contingencia contra inundaciones.

El Sistema de información para la gestión del riesgo de inundación se compone de 8 subsistemas:

- Pronóstico de inundaciones
- Regulación de inundaciones
- Servicio de información
- Consulta
- Alarma de inundación
- Información de aguas y lluvias
- Información de ingeniería
- Información de desastres

Los planes de contingencia se detallan a continuación:

**Tabla 5.** Medidas no estructurales para el control de inundaciones a nivel nacional

Medidas		Total	
Medidas no estructurales para el control de inundaciones	Sistema de información de gestión de riesgos de inundaciones	6	
	Plan de contingencia de inundaciones	Plan de áreas de drenaje para el despacho de inundaciones	8
		Plan de prevención de inundaciones a nivel cantonal	120
		Regulaciones para embalses de despacho	30
		Plan para el control de inundaciones	30
		<b>Subtotal</b>	<b>188</b>

Fuente: PNGIRH, 2016

## 5. Proyectos de asignación

**Tabla 6.** Proyectos de asignación de recursos a nivel nacional

Obras		Total	
Proyectos de asignación de recursos	Proyectos	En construcción	8
		Planificación	102
		Rehabilitación y tecnificación	66
		<b>Total</b>	<b>176</b>
	Obras	Nuevos embalses	132
		Obras de bombeo o derivación de agua	273
		Obras de trasvase	8
		Presas artesanal	516

Fuente: PNGIRH, 2016

De acuerdo con las condiciones regionales del recurso hídrico y los resultados del balance oferta/

demanda, se propone la implementación de 176 proyectos en las 9 demarcaciones hidrográficas hasta el año 2035, entre los cuales se analizaron proyectos que ya han sido construidos, proyectos que cumplieron su período útil y deben ser repotenciados, aquellos que están planificados actualmente y otros que deben ser analizados por las futuras demandas y condiciones ambientales.

## 6. Protección de recursos hídricos

Para asegurar que el agua domestica esté disponible para los residentes urbanos, se han previsto 265 áreas de determinación y control:

**Tabla 7.** Protección de recursos hídricos a nivel nacional

Fase	Áreas de protección de fuentes de agua potable	Monitoreo de la calidad del agua
Fase I	Determinar 233 áreas de protección de fuentes de agua potable	Establecer 9 centros de monitoreo de la calidad del agua y terminar el monitoreo de las 324 secciones de calidad del agua
Fase II	Determinar 13 áreas de protección de fuentes de agua potable Control de 246 áreas de protección de fuentes de agua potable	Finalizar el monitoreo de 430 secciones de calidad del agua
Fase III	Determinar 19 áreas de protección de fuentes de agua potable Controlar 19 áreas de protección de fuentes de agua potable	Finalizar el monitoreo de 607 secciones de calidad del agua

Fuente: PNGIRH, 2016

## 7. Obras para la conservación de agua y suelos

Las medidas para evitar la pérdida de agua y erosión del suelo comprenden medidas estructurales y no estructurales.

**Tabla 8.** Medidas de conservación de suelo y agua

Fase	Agricultura aplicada a la conservación del suelo (Km <sup>2</sup> )	Cercado de montañas (Km <sup>2</sup> )	Bosque frutal económico (Km <sup>2</sup> )	Terraza (Km <sup>2</sup> )	Remoción de tierras de cultivo para la forestación (Km <sup>2</sup> )	Bosques para la conservación de agua y suelo (Km <sup>2</sup> )	Total (Km <sup>2</sup> )	Presa de retención sedimentos (No.)
Fase I	6,160.31	33,896.44	761.28	892.22	234.10	2,050.48	43,994.83	4,778
Fase II	2,089.59	18,053.25	229.21	184.40	157.24	304.98	21,018.67	1,399
Fase III	2,338.91	10,110.21	306.77	238.81	100.59	237.46	13,332.75	1,701
<b>Total</b>	<b>10,588.81</b>	<b>62,059.90</b>	<b>1,297.26</b>	<b>1,315.43</b>	<b>491.93</b>	<b>2,592.92</b>	<b>78,346.25</b>	<b>7,878</b>

Fuente: PNGIRH, 2016.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS CON LA APLICACIÓN DEL PNGIRH

La distribución del recurso hídrico será asignada razonablemente, garantizando el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad, la utilización sostenible de los recursos hídricos, proteger y mejorar el ambiente ecológico.

Se deben tomar medidas estructurales y no estructurales a nivel nacional, entre los cuales están:

- 176 proyectos de asignación de recursos hídricos
- 13 proyectos de control de inundaciones
- 265 áreas de protección para fuentes de agua potable
- 78,346.25 Km<sup>2</sup> área de control de erosión del suelo

Con esto se espera que después de la ejecución de los proyectos de asignación de recursos hídricos, los resultados del análisis del balance de oferta y demanda muestren que la probabilidad de suministro de agua de todos los usuarios se puede cumplir con el valor objetivo establecido en este Plan.

#### 1. Cantidad de recursos hídricos

Definiendo que la cantidad de recursos hídricos superficiales anuales en el Ecuador es de 376 Km<sup>3</sup>, el volumen de los recursos hídricos de agua superficial media anual es de 361.7 Km<sup>3</sup>, el volumen de recursos de agua subterránea media anual es de 56.6 Km<sup>3</sup>. Siendo la distribución natural inequitativa en el país a nivel continental presentándose así:

**Tabla 9.** Descripción de los recursos hídricos por región

Región	Población	Recursos hídricos	PIB
Costa	50%	19,6%	44%
Sierra	45%	15,9%	42%
Amazonía	5%	65,5%	14%

Fuente: PNGIRH, 2016

#### 2. Demanda de agua, se estima que:

Para el año 2025, la demanda total de agua será de 20.32 Km<sup>3</sup>, incluyendo:

- 1.71 Km<sup>3</sup> de demanda de agua para uso doméstico, que representan el 8.4% de la demanda total.
- 16.80 Km<sup>3</sup> de demanda de agua agrícola, que representa el 82.6% del total.
- 1.81 Km<sup>3</sup> de la demanda de agua de la producción industrial y otros, que representan el 8.9% de la demanda total de agua.

Para el año 2035, la demanda total de agua será 22.56 Km<sup>3</sup>, incluyendo:

- 1.87 Km<sup>3</sup> de demanda de agua para uso doméstico, que representan el 8.3% de la demanda total.
- 18.70 Km<sup>3</sup> de demanda de agua agrícola, que representa el 82.9% del total.
- 1.99 Km<sup>3</sup> de la demanda de agua de la producción industrial y otros, que representan el 8.8% de la demanda total.

#### 3. Balance de oferta y demanda de los recursos hídricos, se prevé que:

- Para el año 2025, se requiere una capacidad de suministro promedio plurianual total de 18.51 Km<sup>3</sup> de agua, con un aumento de 7,13 Km<sup>3</sup> con respecto al valor en el año 2010.
- Para el año 2035, se requiere 30.35 Km<sup>3</sup> de capacidad de suministro de agua promedio plurianual total o sea 8.98 Km<sup>3</sup> con respecto al valor en 2010.

#### 4. Control de inundaciones

Se implementará a través de medidas integradas, generando grandes beneficios económicos, sociales y ambientales. La seguridad de 4.31 millones de personas y sus bienes serían protegidos de las inundaciones.

La implementación de las medidas no estructurales mejorará la capacidad del pronóstico, respuesta y recuperación a las inundaciones.



En general, se garantizará una gestión eficaz a las inundaciones severas a través de la implementación del plan de control de inundaciones y sistema de mitigación de desastres, el desarrollo económico y la seguridad social; la sociedad económica se mantendrá estable, la pérdida por desastres se reducirá, y el proceso de desarrollo sostenible no se verá afectado de forma significativa en caso de inundaciones extremas.

## 5. Proyectos de asignación

Mediante la implementación de los proyectos del PNGIRH se prevé al 2035:

- Aumentar la capacidad de suministro de agua en 8.65 Km<sup>3</sup>
- Incrementar el área de riego a 7,390 Km<sup>2</sup>
- Aumentar la población el abastecimiento urbano a 3.43 millones de habitantes
- Aumentar la capacidad instalada de 383 Mw
- La producción promedio anual de energía puede aumentar en 1,917Gw·h

### 5.1 Proyectos de trasvase de agua y de los proyectos hidráulicos locales:

- Para el año 2025, la capacidad de suministro de agua será de 18,506 Km<sup>3</sup>, aumentando 7,130 Km<sup>3</sup> con respecto al 2010.
- Para el año 2035, la capacidad de suministro de agua será de 20,371 Km<sup>3</sup>, incrementando 8,995 Km<sup>3</sup> con respecto a la del 2010.

### 5.2 La asignación general de los recursos hídricos, se estima que:

Para el año 2025:

- La asignación de recursos hídricos será de 18.51 Km<sup>3</sup>
- El desarrollo y la tasa de utilización de los recursos hídricos serán del 4.9%
- Asignación de agua para consumo humano 1,713 Km<sup>3</sup>
- Asignación de agua a agricultura 14,987 Km<sup>3</sup>
- Asignación de agua a la industria y el sector de servicios 1,806 Km<sup>3</sup>

Para el año 2035:

- La asignación de recursos hídricos será de 20.35 Km<sup>3</sup>
- El desarrollo y la tasa de utilización de los recursos hídricos serán del 5.4%
- Asignación de agua para consumo humano 1,867 Km<sup>3</sup>
- Asignación de agua a agricultura 16,509 Km<sup>3</sup>
- Asignación de agua a la industria y el sector de servicios 1,977 Km<sup>3</sup>

## 6. Protección de recursos hídricos

Para el año 2025:

- Garantizar la seguridad del agua potable doméstica, y asegurar que la calidad del agua en ciudades importantes que cumplan con los estándares de agua potable nacionales.
- Promover gradualmente el tratamiento de la contaminación difusa agrícola y mejorar la calidad del agua, para asegurar la tasa de calificación del agua en un aumento previsto de la red de estaciones de calidad del agua en un 75%.

Para el año 2030:

- Garantizar aún más la seguridad del agua potable doméstica, y asegurarse que la tarifa de la calidad del agua en todos los embalses, así como en los ríos y áreas de recursos de agua para las ciudades de la demarcación hidrográfica aumenten a 90%.
- Acelerar la aplicación de medidas de control de área y las contaminaciones difusas, para asegurar la tasa de la calificación del agua en aumento previsto de la red de estaciones de calidad del agua y el 80%.

Para el año 2035:

- Garantizar integralmente la seguridad del agua potable doméstica, y asegurar la tasa de calificación del agua en todos los embalses, así como en los ríos y áreas de recursos de agua para las ciudades de la demarcación hidrográfica aumenten a 95%.
- Aplicar plenamente las medidas de control de área y las contaminaciones difusas, para asegurar la tarifa de la calificación del agua en aumento previsto de la red de estaciones de calidad del agua y el 85%.
- Garantizar la calidad del agua en manglares Cayapas-Mataje y otro humedal importante para cumplir con el estándar de utilización ecológica de las aguas.

## 7. La erosión del suelo y la pérdida de agua

En el Ecuador asciende a 114,316 Km<sup>2</sup>, que representa el 46% de la superficie total. Las medidas para el tratamiento de estos desgastes son insuficientes. Con el análisis realizado en el Plan Nacional del Agua, se implementarán las siguientes medidas de conservación:

Para el año 2035

- Agricultura aplicada a la conservación del suelo 1,058.91 Km<sup>2</sup>
- Cercas vivas 15,515.50 Km<sup>2</sup>
- Plantaciones comerciales 12,975 Km<sup>2</sup>
- Terraza 131.56 Km<sup>2</sup>
- Reforestación 49.21 Km<sup>2</sup>



- Bosques para la conservación del suelo y del agua 648.28 Km<sup>2</sup>

Con lo que se controlará:

- 70% de la superficie erosionada
- Aumentar la tasa de cobertura de bosque y pasto al 77.9%
- Establecer un sistema nacional de prevención
- Control y red de monitoreo de suelos y erosión hídrica integral
- El sistema de regulación, supervisión y gestión
- Elaborar una ley para la conservación del suelo y del agua.

## 5. CONCLUSIONES:

Considerando lo propuesto en la planificación hídrica se han construido seis (6) Megaproyectos en la región costa, caracterizada por la ocurrencia de inundaciones; de los proyectos mencionados, cuatro (4) tienen la función de protección de la población y el territorio de los impactos causados por las inundaciones y la dotación de agua para riego, y dos (2) tienen la única función de dotar agua para riego. Los proyectos se detallan a continuación:

1. Proyecto Chongón San Vicente (Función: Riego)
2. Proyecto Daule Vinces (Función: Riego)
3. Proyecto Múltiple Chone (Función: Control de Inundaciones, Riego)
4. Proyecto Bulubulu (Función: Control de Inundaciones, Riego)
5. Proyecto Naranjal (Función: Control de Inundaciones)
6. Proyecto Cañar (Función: Control de Inundaciones)

Dentro de los beneficios directos de la implementación de estas obras, se tiene como resultado:

- 312,055 habitantes protegidos,
- 1,430 Km<sup>2</sup> de territorio protegidos,
- 1,817.50 Km<sup>2</sup> beneficiados de agua para riego
- 212,581 habitantes beneficiados de agua para riego

La gobernanza y la gobernabilidad son instrumentos clave en la implementación de las medidas propuestas en el PNGIRH, ya que estas garantizarán el éxito o el fracaso de la planificación. Durante la elaboración del documento y posteriormente en el proceso de socialización con los actores involucrados en la gestión de los recursos hídricos, la Secretaría del Agua, como autoridad única del agua, hizo evidente la necesidad de fortalecer la gestión interinstitucional y multidisciplinaria para que el PNGIRH se adopte como herramienta estratégica para la planificación territorial nacional.

Dado que la gestión administrativa en el Ecuador es Central y descentralizada; los recursos financieros necesarios para la implementación del PNGIRH son una limitante; debido a que los fondos otorgados a cada gobierno autónomo dan prioridad a la implementación de obras de infraestructura vial, salud, educación; necesitando acceder a créditos internacionales para poder implementar las medidas propuestas en la planificación hídrica.

La gestión comunitaria del agua es uno de los puntos primordiales que se encuentra impulsando el Ecuador, siendo unos de los países pioneros en contar con una normativa legal que garantiza la permanencia y fortalecimiento de la gestión comunitaria del agua y de la prestación comunitaria de los servicios de agua potable y saneamiento; y, riego y drenaje; la cual se ve reflejada en la conformación de los Consejos de Cuenca, cuyo objeto es la participación en la formulación, planificación, evaluación y control de los recursos hídricos en cada una de las cuencas hidrográficas.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Changjiang Insitute of Survey Planning Design and Research (CISPDR). 2016. Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos y de las Cuencas y Microcuencas hidrográficas de Ecuador.