| **MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS** | OBJ 02. Aumentar calidad, cantidad y accesibilidad de información de recursos hídricos | |
| --- | --- | --- |
| L03. Mejorar la cantidad y calidad de la información y conocimiento de los recursos hídricos | |
| **Desarrollo de Modelos hidráulicos unificados entre aguas superficiales y subterráneas** | | **SL-08** |
|  | | |
| **Antecedentes Generales de la Sub Línea de Acción** | | |
| La gestión integrada de recursos hídricos considera dentro de sus premisas el manejo en forma conjunta de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, permitiendo el manejo de las fuentes superficiales para la recarga de las aguas subterráneas, y utilizar estas como reserva para los períodos de escasez. Sin embargo, se trata de sistemas complejos, para los cuales no se dispone de información actualizada, y para los que se han ajustado distintos modelos en el tiempo que no necesariamente integran de manera efectiva las aguas superficiales y subterráneas, o bien a los cuales no se les ha hecho seguimiento o evaluación en el tiempo.  Esta falta de herramientas de gestión limita la posibilidad de implementar una gestión integrada de recursos hídricos en la región, por lo que se requiere su implementación para cada una de las cuencas principales consideradas en esta evaluación. | | |
| **Objetivo General de las Iniciativas dentro de la Sub Línea de Acción** | | |
| Disponer de modelos hidrológicos e hidrogeológicos actualizados, con un nivel de detalle asociado a las cuencas hidrográficas y los usos que se requiere planificar, y que permitan la evaluación de escenarios de manejo de los recursos hídricos, regulación de cuencas y recarga de acuíferos. | | |
| **Descripción General de las Iniciativas dentro de la Sub Línea de Acción** | | |
| La evaluación de los recursos hídricos en una cuenca está en función del conocimiento de sus procesos hidrológicos -precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía. El principal apoyo es el conjunto de datos registrados en las estaciones de aforo. La mayoría de las ocasiones miden regímenes alterados por actividades humanas, por lo que se requiere hacer una restitución de los mismos al régimen natural. Teóricamente es sencilla, pero en la práctica presenta dificultades, pues no es habitual disponer de suficiente información sobre la evolución temporal de los caudales detraídos a los ríos, de las alteraciones introducidas por el hombre en el ciclo hidrológico como los bombeos en los acuíferos, los retornos de riego o abastecimiento, o de la gestión de la infraestructura hidráulica.  Desafortunadamente la red no cubre la totalidad del territorio y, en ciertos casos, se pueden plantear dudas razonables de su fiabilidad, ya que no se puede evaluar las condiciones en que fueron tomados los datos, fundamentalmente en aquellos registros que se remontan muchos años atrás. Estos factores hacen que se deba recurrir a la simulación matemática del ciclo hidrológico y reconstruir el régimen hidrológico natural en cualquier punto del territorio a partir de datos meteorológicos, de las características físicas de las cuencas y de los datos registrados en las estaciones de aforo.  Se propone la utilización de un modelo precipitación-escorrentía del tipo SACRAMENTO o el español SIMPA que obtienen unos resultados suficientemente representativos.  Sobre las bases del hidrograma unitario (Sherman, 1932), la teoría de la infiltración (Horton, 1933) y de la evaporación (Penman, 1950) se desarrollaron a partir de la década de los sesenta modelos computacionales del ciclo hidrológico. Estos modelos están formados por un conjunto de ecuaciones que representan un proceso, mediante el cual las entradas son transformadas en las salidas del sistema (Chow, 1994). La calidad de los resultados depende de la precisión de los datos de entrada, del grado con el que la estructura del modelo representa correctamente los procesos hidrológicos, así como de su adecuada calibración. El modelo SACRAMENTO está basado en A Generalized Streamflow Simulation System, desarrollado conjuntamente por el National Weather Service de Estados Unidos y el Department of Water Resources de California.  Esquema general del Modelo Sacramento      En esencia, este modelo intenta determinar el comportamiento hidrológico de una cuenca, es decir, establecer el destino final de toda el agua caída sobre la misma, determinando los diversos porcentajes que se dedican a retención nival, interceptación por el dosel vegetal, evaporación, flujo superficial o flujo subterráneo, porcentajes variables en función de los diversos parámetros hidrológicos de la cuenca en cada momento. Estos parámetros se determinan a partir de las relaciones entre las cantidades registradas de agua caída y los caudales observados en el río o cauce de desagüe, por lo que siempre es necesario, para cada cuenca, un proceso de calibrado que determine los valores constantes de alguno de los parámetros y los coeficientes de las leyes que rigen el comportamiento del resto.  El caudal resultante en el punto de desagüe será suma de las cinco componentes siguientes:   * Escorrentía directa proveniente de las áreas impermeables, tanto permanentes como temporales * Escorrentía superficial debida a lluvia de intensidad tan alta que supera la capacidad de infiltración y el flujo lateral * Flujo interno, debido al drenaje lateral de la zona superior de agua libre * Flujo de base de la zona primaria de agua libre inferior * Flujo de base correspondiente a la zona secundaria   Los resultados del modelo dividen cada cuenca hidrográfica en unidades y subunidades hidrológicas -que es donde se aplica la metodología- obteniéndose en cada una de ellas las aportaciones tanto superficiales, como subterráneas.  Evaluación de las demandas de agua  Los usos del agua son las distintas clases de utilización del recurso, así como cualquier otra actividad que tenga repercusiones significativas en el estado de las aguas. Estos usos incluyen los de abastecimiento de población, regadíos y usos agrarios, usos industriales para producción de energía eléctrica, otros usos industriales, acuicultura, usos recreativos, navegación y transporte acuático.  Las demandas pertenecientes a un mismo uso que comparten el origen del suministro y cuyos retornos se reincorporan básicamente en la misma zona o subzona se agrupan en unidades territoriales más amplias, denominadas unidades de demanda. Las estimaciones de demanda actual se ajustan con datos reales disponibles sobre detracciones y consumos en las unidades de demanda más significativas de la demarcación. Las demandas futuras se estiman teniendo en cuenta las previsiones de evolución de los factores determinantes.  Las demandas de agua se caracterizan mediante los siguientes datos:   * El volumen anual y su distribución temporal. * Las condiciones de calidad exigibles al suministro. * El nivel de garantía. * El coste repercutible y otras variables económicas relevantes. * El consumo, es decir, el volumen que no retorna al sistema. * El retorno, es decir, el volumen no consumido que se reincorpora al sistema. * Las condiciones de calidad del retorno previas a cualquier tratamiento.   Abastecimiento a poblaciones. El abastecimiento urbano comprende el uso doméstico, la provisión a servicios públicos locales e institucionales y el servicio de agua para los comercios e industrias ubicadas en el ámbito municipal que se encuentran conectadas a la red de suministro. Se consideran diversos conceptos para caracterizar la demanda:   * Volumen anual y distribución temporal de agua suministrada. El agua suministrada es el agua entregada a la población, referida al punto de captación o salida de embalse, e incluye las pérdidas en conducciones, depósitos y distribución. * Volumen anual y distribución temporal de agua registrada. El agua registrada es el agua suministrada a las redes de distribución, medida por los contadores, e incluye los consumos no facturados, consumos domésticos, industriales y comerciales. * Estimación de agua no registrada: es la diferencia entre el agua suministrada y la registrada. Esta diferencia puede ser debida aerrores en los contadores, volumen de fugas, acometidas fraudulentas etc. * Volumen de agua de consumo doméstico y su distribución temporal: volumen registrado exclusivamente doméstico.   Dentro del agua no registrada se agrupan las pérdidas aparentes y las pérdidas reales. Entre las primeras estarían los consumos autorizados que no se miden ni facturan (diversos usos municipales), los consumos no autorizados y las imprecisiones de los contadores. Las pérdidas reales comprenden las fugas en la red de distribución y en las acometidas, así como las fugas y vertidos en los depósitos. Los datos de partida para la estimación de demandas urbanas, en el caso de no disponer de datos reales, son la población y la dotación, a partir de los cuales se establece una metodología para la estimación de demandas urbanas totales.  A efectos de asignación y reserva de recursos se considerará satisfecha la demanda urbana cuando se cumplan los siguientes criterios de garantía:   * El déficit en un mes no sea superior al 10% de la correspondiente demanda mensual * En diez años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 8% de la demanda anual.   Demanda agraria. La demanda agraria comprende la demanda agrícola, forestal y ganadera. Los conceptos que caracterizan la demanda agrícola son:   * La demanda neta (agua consumida por los cultivos). * La demanda bruta (agua total derivada, teniendo en cuenta la eficiencia de transportes, distribución y aplicación). * La diferencia entre demanda bruta y neta corresponderá al retorno o a pérdidas.   La estimación del uso agrario actual se realiza, en la medida de lo posible, en base a la información real disponible. Para el uso agrícola, en concreto, a partir de redes de aforos, contadores y teledetección. Para el uso ganadero y forestal habrá que investigar con los interlocutores sociales de esta área de actividad. La demanda agrícola se caracteriza mediante las Unidades de Demanda Agraria que son unas zonas agrícolas que comparten características comunes: ubicación geográfica, comunidades de regantes que la componen, origen del agua, tecnologías de riego. A efectos de la asignación y reserva de recursos, se considerará satisfecha la demanda agraria cuando:   * El déficit en un año no sea superior al 50% de la correspondiente demanda. * En dos años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 75% de la demanda anual. * En diez años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 100% de la demanda anual.   Las dotaciones brutas se propondrán para cada tipo de cultivo y en función de la cuenca de que se trate, ya que existe una gran dispersión en los caudales específicos de las tres vertientes, por lo que las necesidades hídricas de los cultivos varían de una a otra. A partir de esta dotación y con una estimación de la eficiencia global, se calculará la dotación neta por cultivo.  Demanda industrial. Las unidades de demanda industrial se definirán mediante la agrupación de industrias no conectadas a las redes urbanas y polígonos industriales, teniendo en consideración los volúmenes demandados y las características de calidad de los retornos. Para cada unidad se especificarán las industrias que comprende, así como el origen de los recursos recibidos y la masa de agua de la que proceden. Se indicarán, además, las coordenadas. Para estimar los volúmenes de demanda y su distribución temporal se utilizará, para cada uno de los subsectores, información sobre las dotaciones en relación con el número de empleos industriales. Estas dotaciones se estimarán a partir de los coeficientes promedio obtenidos mediante encuestas, para cada subsector. Los valores así estimados podrán ser sustituidos por otros más precisos cuando se disponga de estudios específicos, adaptados al tipo de industria existente en cada territorio.  Usos recreativos. Bajo esta denominación se diferenciarán, en primer lugar, los usos recreativos que implican derivar agua del medio natural. Para cada uno de estos usos se indicarán las masas de agua afectadas y las coordenadas de la derivación. Se recopilará, asimismo, toda la información disponible sobre series temporales de volúmenes mensuales y anuales derivados y vertidos. En segundo lugar se identificarán aquéllas actividades de ocio que usan el agua en embalses, ríos y parajes naturales de un modo no consuntivo, como los deportes acuáticos en aguas tranquilas (vela, windsurf, remo, barcos de motor, esquí acuático, etc.) o bravas (piragüismo, rafting, etc.), el baño y la pesca deportiva. Para cada uno de estos usos se indicarán las masas de agua afectadas y se especificarán, en su caso, las necesidades de mantenimiento de niveles de agua en los embalses y caudales en los ríos.  EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS  Una vez ajustados los modelos, se deberá realizar una evaluación de escenarios de gestión, donde se evalúe la respuesta del sistema frente a distintos escenarios hidrológicos, distintos escenarios de demanda (considerando la maximalista), y distintas alternativas de manejo de los recursos hídricos. El propósito es que esta modelación sirva para probar distintas estrategias de manejo de los recursos hídricos, evaluar la implementación de infraestructura de regulación, y servir de base para la implementación de un PLAN DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS. | | | |
| **Implementación** | | |
| La implementación de estas iniciativas se debe realizar mediante un estudio básico, y su duración debiese ser de 18 a 24 meses.  Dada que se pretende modelar en forma integrada los usos consuntivos, no consuntivos, pero también incorporar los usos in situ, se estima que el proceso debiera ser liderado por la DGA, y en particular por el Departamento de Estudios y Planificación regional. | | | |

| **Modelo hidrológico actualizado, cuenca del Río Mataquito** | | | | | | **IN18** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de iniciativa** | | No Estructural | | **Tipología de Inversión** | | Estudio Básico | |
| **Cartera Sectorial** | | Recursos Hídricos | | **Entidad Responsable** | | DGA | |
| **Situación** | | Idea | | **Fuente de Financiamiento** | | Sectorial MOP / FNDR | |
| **Objetivo Iniciativa** | | Disponer de modelos hidrológicos e hidrogeológicos actualizados, con un nivel de detalle asociado a las cuencas hidrográficas y los usos que se requiere planificar, y que permitan la evaluación de escenarios de manejo de los recursos hídricos, regulación de cuencas y recarga de acuíferos. | | | | | |
| **Beneficiarios** | | La totalidad de los usuarios de derechos de aprovechamiento aguas, consuntivos y no consuntivos, de las UPH 2 (Ríos Teno y Lontué) y 3 (Mataquito) (en total, en ambas UPH existen 1.574 derechos de aprovechamiento consuntivos y 202 derechos no consuntivos). | | | | | |
| **Ámbito territorial** | | UPH Teno y Lontué (UPH 1), y Mataquito (UPH 3) | | | | | |
| **Período Ejecución** | | 18 a 24 meses | | | | | |
| **Monto Total de Inversión** Millones de $ | | Monto estimado 427.000.000.- (cuatrocientos veintisiete millones de pesos) | | | | | |
| **Descripción** | | | | | | | |
| Se propone la ejecución de un estudio básico para el diseño de un modelo hidrológico actualizado para la cuenca del Río Mataquito, subcuencas de los Ríos Teno, Lontué y Mataquito, según la descripción general de las iniciativas presentadas en la Sub Línea de Acción.  Los puntos principales de este estudio son los siguientes:   1. Actualización de información y Diagnóstico 2. Elaboración de modelo hidrológico 3. Evaluación de escenarios hidrológicos, de infraestructura y manejo | | | | | | | |
| **Presupuesto** | | | | | | | |
| Para determinar el presupuesto, se estimó los recursos (hh) requeridos para cada etapa del estudio, los que se presentan en el siguiente detalle.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Actividades | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (Millones de $) | Precio Total (Millones de $) | | 1. Diagnóstico | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | 2. Modelo hidrológico | hh | 8.000 | 0,0267 | 214 | | 3. Evaluación de escenarios | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | Total |  |  |  | **427** |   El costo total de implementación de esta iniciativa es de $427 millones de pesos. | | | | | | | |
| INDICADOR ECONÓMICO | VAC 403 Millones de pesos | | SUPUESTOS | | TASA DE DESCUENTO 6%  IMPLEMENTACIÓN: 1 AÑO | |

| **Modelo hidrológico actualizado, cuenca del Río Maule** | | | | | | **IN19** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de iniciativa** | | No Estructural | | **Tipología de Inversión** | | Estudio Básico | |
| **Cartera Sectorial** | | Silvoagropecuario | | **Entidad Responsable** | | DGA | |
| **Objetivo Iniciativa** | | Disponer de modelos hidrológicos e hidrogeológicos actualizados, con un nivel de detalle asociado a las cuencas hidrográficas y los usos que se requiere planificar, y que permitan la evaluación de escenarios de manejo de los recursos hídricos, regulación de cuencas y recarga de acuíferos. | | | | | |
| **Beneficiarios** | | La totalidad de los usuarios de derechos de aprovechamiento aguas, consuntivos y no consuntivos, de las UPH 5 y 6 (en total, en ambas UPH existen 1.378 derechos de aprovechamiento consuntivos y 271 derechos no consuntivos). | | | | | |
| **Ámbito territorial** | | UPH Maule Alto (UPH 5), y Maule Medio y Bajo (UPH 6) | | | | | |
| **Período Ejecución** | | 18 a 24 meses | | | | | |
| **Monto Total de Inversión** Millones de $ | | Monto estimado 481.000.000.- (cuatrocientos ochenta y un millones de pesos) | | | | | |
| **Descripción** | | | | | | | |
| Se propone la ejecución de un estudio básico para el diseño de un modelo hidrológico actualizado para la cuenca del Río Maule (Subcuencas Maule Alto, Maule Medio y Bajo), según la descripción general de las iniciativas presentada en la Sub Línea de Acción.  Los puntos principales de este estudio son los siguientes:   1. Actualización de información y Diagnóstico 2. Elaboración de modelo hidrológico 3. Evaluación de escenarios hidrológicos, de infraestructura y manejo | | | | | | | |
| **Presupuesto** | | | | | | | |
| Para determinar el presupuesto, se estimó los recursos (hh) requeridos para cada etapa del estudio, los que se presentan en el siguiente detalle.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Actividades | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (Millones de $) | Precio Total (Millones de $) | | 1. Diagnóstico | hh | 6.000 | 0,0267 | 160 | | 2. Modelo hidrológico | hh | 8.000 | 0,0267 | 214 | | 3. Evaluación de escenarios | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | Total |  |  |  | **481** |   El costo total de implementación de esta iniciativa es de $481 millones de pesos. | | | | | | | |
| INDICADOR ECONÓMICO | VAC 453 Millones de pesos | | SUPUESTOS | | TASA DE DESCUENTO 6%  IMPLEMENTACIÓN: 1 AÑO | |

| **Modelo hidrológico actualizado, cuenca del Río Loncomilla** | | | | | | **IN20** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de iniciativa** | | No Estructural | | **Tipología de Inversión** | | Estudio Básico | |
| **Cartera Sectorial** | | Recursos Hídricos | | **Entidad Responsable** | | DGA | |
| **Situación** | | Idea | | **Fuente de Financiamiento** | | Sectorial MOP / FNDR | |
| **Objetivo Iniciativa** | | Disponer de modelos hidrológicos e hidrogeológicos actualizados, con un nivel de detalle asociado a las cuencas hidrográficas y los usos que se requiere planificar, y que permitan la evaluación de escenarios de manejo de los recursos hídricos, regulación de cuencas y recarga de acuíferos. | | | | | |
| **Beneficiarios** | | La totalidad de los usuarios de derechos de aprovechamiento aguas, consuntivos y no consuntivos, de la UPH 8 (en esta UPH existen 998 derechos de aprovechamiento consuntivos y 108 derechos no consuntivos). | | | | | |
| **Ámbito territorial** | | UPH 8, Cuenca del Río Loncomilla | | | | | |
| **Período Ejecución** | | 18 a 24 meses | | | | | |
| **Monto Total de Inversión** Millones de $ | | Monto estimado $427.000.000.- (cuatrocientos veintisiete millones de pesos) | | | | | |
| **Descripción** | | | | | | | |
| Se propone la ejecución de un estudio básico para el diseño de un modelo hidrológico actualizado para la subcuenca del Río Loncomilla, según la descripción general de las iniciativas presentada en la Sub Línea de Acción.  Los puntos principales de este estudio son los siguientes:   1. Actualización de información y Diagnóstico 2. Elaboración de modelo hidrológico 3. Evaluación de escenarios hidrológicos, de infraestructura y manejo   Para determinar el presupuesto, se estimó los recursos (hh) requeridos para cada etapa del estudio, los que se presentan en el siguiente detalle.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Actividades | Unidad | Cantidad | Precio Unitario  (Millones de $) | Precio Total  (Millones de $) | | 1. Diagnóstico | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | 2. Modelo hidrológico | hh | 8.000 | 0,0267 | 214 | | 3. Evaluación de escenarios | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | Total |  |  |  | **427** | | | | | | | | |
| **Presupuesto** | | | | | | | |
| El costo total de implementación de esta iniciativa es de $427 millones de pesos. | | | | | | | |
| INDICADOR ECONÓMICO | VAC 403 Millones de pesos | | SUPUESTOS | | TASA DE DESCUENTO 6%  IMPLEMENTACIÓN: 1 AÑO | |

| **Modelo hidrológico actualizado, cuenca del Río Perquilauquén** | | | | | | **IN21** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de iniciativa** | | No Estructural | | **Tipología de Inversión** | | Estudio Básico | |
| **Cartera Sectorial** | | Recursos Hídricos | | **Entidad Responsable** | | DGA | |
| **Situación** | | Idea | | **Fuente de Financiamiento** | | Sectorial MOP / FNDR | |
| **Objetivo Iniciativa** | | Disponer de modelos hidrológicos e hidrogeológicos actualizados, con un nivel de detalle asociado a las cuencas hidrográficas y los usos que se requiere planificar, y que permitan la evaluación de escenarios de manejo de los recursos hídricos, regulación de cuencas y recarga de acuíferos. | | | | | |
| **Beneficiarios** | | La totalidad de los usuarios de derechos de aprovechamiento aguas, consuntivos y no consuntivos, de la UPH 7 (en esta UPH existen 3.227 derechos de aprovechamiento consuntivos y 29 derechos no consuntivos). | | | | | |
| **Ámbito territorial** | | UPH 7, Cuenca del Río Perquilauquén | | | | | |
| **Período Ejecución** | | 18 a 24 meses | | | | | |
| **Monto Total de Inversión** Millones de $ | | Monto estimado $427.000.000.- (cuatrocientos veintisiete millones de pesos) | | | | | |
| **Descripción** | | | | | | | |
| Se propone la ejecución de un estudio básico para el diseño de un modelo hidrológico actualizado para la subcuenca del Río Perquilauquén, según la descripción general de las iniciativas presentada en la Sub Línea de Acción.  Los puntos principales de este estudio son los siguientes:   1. Actualización de información y Diagnóstico 2. Elaboración de modelo hidrológico 3. Evaluación de escenarios hidrológicos, de infraestructura y manejo   Para determinar el presupuesto, se estimó los recursos (hh) requeridos para cada etapa del estudio, los que se presentan en el siguiente detalle.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Actividades | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (Millones de $) | Precio Total  (Millones de $) | | 1. Diagnóstico | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | 2. Modelo hidrológico | hh | 8.000 | 0,0267 | 214 | | 3. Evaluación de escenarios | hh | 4.000 | 0,0267 | 107 | | Total |  |  |  | **427** | | | | | | | | |
| **Presupuesto** | | | | | | | |
| El costo total de implementación de esta iniciativa es de $427 millones de pesos. | | | | | | | |
| INDICADOR ECONÓMICO | VAC 403 Millones de pesos | | SUPUESTOS | | TASA DE DESCUENTO 6%  IMPLEMENTACIÓN: 1 AÑO | |