

OFICINA DE PARTES - FIA
RECEPCIONADO
Fecha 17 ABR 2013
Hora 15:30
Nº Ingreso 7217



JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

Convocatoria FIA de Giras de Innovación 2011-2012” Informe Técnico Gira de Innovación

“Búsqueda, implementación y adaptación de un sistema tecnológico para la infiltración de aguas lluvias e incremento de la recarga de acuíferos, con fines de aumentar el potencial productivo del sector agro forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule”

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

indicada como plazo de entrega en el contrato firmado con el postulante y/o Entidad Responsable.

- FIA se preocupa por el medio ambiente, si le es posible, por favor imprima a doble cara.

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN AGRARIA EN EL MARCO DEL CUAL SE PRESENTÓ LA PROPUESTA

A. Nombre del Proyecto de Innovación Agraria

Búsqueda, implementación y adaptación de un sistema tecnológico para la infiltración de aguas lluvias e incremento de la recarga de acuíferos, con fines de aumentar el potencial productivo del sector agro forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule.

B. Fuente de Financiamiento

Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

C. Duración Proyecto Innovación (en meses) y Fecha de Término

Desde el 01 de Octubre 2012 Hasta el 17 de Abril 2013 (6,5 meses)

D. Resumen Ejecutivo Proyecto (máx. 400 palabras)

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

Para analizar y estimar el comportamiento de la disponibilidad hídrica de origen subterráneo en la temporada estival, es importante establecer relaciones del tipo precipitación-escorrentía-infiltración, las que permiten otorgar una alta precisión en la estimación de caudales subterráneos, favoreciendo notablemente la gestión del agua en términos de una distribución ahorrativa del recurso, ante demandas que se incrementan producto del desarrollo económico de un país.

En este marco, experiencias a nivel internacional hablan de la modelación del flujo de aguas subterráneas (acuíferos confinados), como una herramienta clave para la evaluación del estado de los flujos y transporte de aguas subterráneas. Por tanto, la gestión adecuada de los recursos hídricos y de los sistemas integrados que involucran a todos los actores de la cuenca, han sido fundamentales para potenciar el objetivo de esta gira tecnológica, la cual se denomina "Búsqueda, implementación y adaptación de un sistema tecnológico para la infiltración de aguas lluvias e incremento de la recarga de acuíferos, con fines de aumentar el potencial productivo del sector agro forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule". Con esto, surge la necesidad de contar con metodologías que permitan infiltrar el agua en el suelo y generar una mayor recarga de los acuíferos, con el fin de poder planificar adecuadamente los cultivos, por el hecho de contar con disponibilidades conocidas del recurso hídrico para la época estival; de esta manera es posible asegurar el desarrollo de las actividades productivas de la cuenca.

De esta forma, la realización de la gira tecnológica contempló 2 etapas: la primera etapa consistió en una visita de 8 días a Universidades, Centros de estudio y Empresas pioneras en la temática, en el estado de Arizona (Tucson y Phoenix). Posteriormente, se contó con una segunda etapa asociada a la difusión de experiencias, metodologías y transferencia tecnológica a través de cursos de capacitación por parte de investigadores de la Universidad de Arizona, líderes a nivel mundial en recarga de acuíferos. Estas etapas constituyeron la base para clarificar conceptos normalmente no estudiados a nivel país, y además logró crear el foco de atención de instituciones de gobierno, dada la preocupación de los agricultores ante evidentes escenarios de sequía. Esta situación ha permitido dar el paso inicial para la ejecución de futuros proyectos y planes pilotos de aplicación de nuevas metodologías que permitan dar respuesta y soluciones concretas en materia de legalidad, reservas y utilización eficiente del recurso hídrico.

2. RESUMEN DE LA INICIATIVA Resumir la justificación, resultados e impactos alcanzados con la propuesta. (máx. 400 palabras)

La falta de metodologías concretas para el conocimiento y gestión de los acuíferos, es un problema latente en Chile. Muestra de esto es el reconocimiento por parte de las autoridades del país con respecto al desconocimiento que se tiene en como el acuífero se comporta, tanto en sus volúmenes y velocidades de infiltración. De conocerse estas variables, la gestión y planificación de los acuíferos sería más eficiente y precisa. Por lo tanto, para estimar el comportamiento de la disponibilidad hídrica de origen subterráneo en la temporada estival, es fundamental establecer un sistema integrado que permita el uso de tecnologías y metodologías de medición para conocer la disponibilidad del agua proveniente de las napas subterráneas. En este sentido, la primera etapa de la gira tecnológica dio a conocer la realidad de como diversos actores (académicos, estado, privados) en Arizona, han enfrentado la problemática de la sequía a través de la aplicación de estas metodologías.

La segunda etapa contempló actividades de difusión, retroalimentación, actividades en terreno y cursos, generando resultados concretos, dado que la solución propuesta debe ser abordada científicamente a través de la modelación hidrogeológica (metodología nueva en Chile) y a través de tecnologías de punta en la medición de aguas subterráneas. De esta manera, se crearía un sistema

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

integrado de estimación del recurso hídrico para la cuenca del Río Mataquito y replicable para otras cuencas en futuros estudios. Dada esta situación, los resultados apuntan al fortalecimiento de capacidades y conocimientos en metodologías no utilizadas en Chile, ya que sólo existen iniciativas a nivel piloto sin un concepto claro de trabajo. Además, permitiría la creación de una base inicial para la formulación de proyectos de I+D aplicado (perfil de proyecto). En este marco, los fuertes vínculos generados entre los diversos actores, principalmente las entidades asociadas, generarán alianzas para la búsqueda de financiamiento y continuar con el estudio. Este acercamiento provocó impactos positivos en le gira, enmarcados en la necesidad de aplicar lo investigado con la formulación de un proyecto que genere la información faltante para hacer viable un sistema de este tipo. Así, los impactos se verán asociados a la eficiente productividad de los agricultores, principales usuarios del recurso en la cuenca del Río Mataquito.

3. PROGRAMA

3.1 Itinerario Gira Técnica (indicando país, lugar y fecha visita)

La propuesta consideró la visita a diversas instituciones de orden público y privado en la ciudad de Tucson, Arizona, Estados Unidos. En esta visita se conocieron diferentes metodologías ligadas a la recarga de acuíferos y la infiltración de aguas superficiales. Además, dicho itinerario consideró una segunda parte asociada a la etapa de difusión, la cual implicó la invitación de 2 expertos norteamericanos a Chile (etapa adjunta en anexos). A continuación, se presenta el itinerario desarrollado durante la gira:

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Jueves 6/12/12	1) 22:50 hrs. Vuelo Santiago (Chile) – Dallas (USA) – Tucson (USA).
Viernes 7/12/12	1) 10:50 hrs. Arribo primer grupo. Llegada a la ciudad de Tucson (USA) y Check-In Hotel. 2) 15:00 hrs. Espacio para Reunión o visita a Bookstore University of Arizona, reuniones para primeras coordinaciones. 17:00 hrs. Finalización de actividades.
Sábado 8/12/12	1) 10:50 hrs. Arribo segundo grupo. Llegada a la ciudad de Tucson (USA) y Check-In Hotel. 2) 14:00 hrs. Segundo día de reunión y coordinaciones con todo el equipo de la gira tecnológica. 3) Finalización de actividades.
Domingo 9/12/12	1) 15:00 -18:00 hrs. Coordinaciones finales y preparación de visitas de la semana

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

<p>Lunes 10/11/12</p>	<p>1) 9:00 hrs. Tour University of Arizona. 2) 10:00 hrs. Visita Hydrology and Water Resources Department. Larry Winter, Thomas Maddock and Juan Valdés. <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: PhD. Juan B. Valdés. <ul style="list-style-type: none"> • Web: http://www.hwr.arizona.edu/ 3) 16:00 hrs. Visita Water Resources Research Center. <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Ph.D. Sharon Megdal. <ul style="list-style-type: none"> • Web: http://wrrc.arizona.edu/ </p>
<p>Martes 11/12/12</p>	<p>1) 10:00 hrs. Hydrology and Water Resources Department. University of Arizona. Jennifer McIntosh Contacto: Ph.D. Jennifer McIntosh</p> <p>Web: http://www.hwr.arizona.edu/users/mcintosh</p> <p>2) 13:00 hrs. Visita National Science Foundation Supporting Science and Technology Center; Sustainability of Semi-Arid Hydrology and Riparian Areas (SAHRA). University of Arizona.</p> <p>Web: http://www.sahra.arizona.edu/</p>
<p>Miércoles 12/12/12</p>	<p>1) 8:00 hrs. Visita Tucson Water. 2) 12:00 hrs. Almuerzo en Tucson Water. 3) 17:00 hrs. Retorno a Tucson <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Wally R. Wilson <ul style="list-style-type: none"> • Web: http://whhttp://cms3.tucsonaz.gov/water/online-account • Detalle: Apéndice. </p>
<p>Jueves 13/12/12</p>	<p>1) 7:00 hrs. Salida a Phoenix. 2) 9:00 hrs. Central Arizona Project (CAP). Tour Facilities. <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Larry Person. <ul style="list-style-type: none"> • Web: http://www.cap-az.com/ 3) 14:00 hrs. Visita Clear Creek Associates, a hydrogeological consulting company, founded in 1999 with high level of expertise in groundwater science. <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Greg Hess <ul style="list-style-type: none"> • Web: http://www.clearcreekassociates.com 4) 17:00 hrs. Regreso a Tucson</p>

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

Viernes 14/11/12	1) 14:55 hrs. Regreso a Chile. 2) 16:00 hrs. Retorno vehículo Enterprise.
Sábado 15/11/12	1) 10:00: Llegada a la ciudad de Santiago (Chile).

3.2 Programa actividades de difusión (indicando: Lugar, fecha, hora, nombre exposición y expositor)

Las actividades de difusión corresponden a la segunda etapa de la gira tecnológica, la que implicó la visita de dos expertos norteamericanos a Chile.

Se realizaron dos actividades asociadas a la difusión de las metodologías y/o trabajos realizados en materia de recarga de acuíferos, además de un evento asociado a la transferencia tecnológica y fortalecimiento de capacidades en la temática estudiada. Finalmente, se realizó una presentación con entrega de resultados resumen de una aproximación real de las posibles condiciones para la implementación de un proyecto que integre un sistema tecnológico para infiltración de aguas y la recarga de acuíferos. Todo esto realizado en conjunto con investigadores de la Universidad de Arizona, las juntas de vigilancia y desarrollado por la Universidad de Talca, con posterioridad a la salida de campo realizada con expertos extranjeros.

Las actividades fueron las siguientes:

Difusión a actores relevantes en toma de decisiones legales en torno al uso del agua y a las entidades financieras de proyectos hídricos (Actores de instituciones públicas).

Lugar: Dirección General de Aguas (DGA).

Fecha: Martes 26 de Marzo 2013.

Nombre exposición: Presentación "Las Sequías en Arizona y las metodologías para mitigar estos efectos; El caso de la recarga de acuíferos".

Expositor: Dr. Pablo García-Chevesich, académico Universidad de Arizona.

Transferencia Tecnológica y fortalecimiento de capacidades a través de un curso de metodologías de recarga de acuíferos, a actores relevantes en toma de decisiones legales en torno al uso del agua y a las entidades financieras de proyectos hídricos (Actores de instituciones públicas).

Lugar: Dirección General de Aguas (DGA).

Fecha: Martes 26 de Marzo 2013.

Nombre actividad: Curso introductorio a las metodologías para la recarga de acuíferos.

Expositor: Dr. Paul Ferré, académico Universidad de Arizona.

Difusión a representantes de entidades asociadas interesadas y participantes de la Gira Tecnológica (Actores de instituciones privadas).

Lugar: Lugar: Salón Hotel Raíces Curicó, Directorio Junta de Vigilancia río Lontué.

Fecha: Jueves 28 de Marzo 2013.

Nombre exposición: Presentación "Las Sequías en Arizona y las metodologías para mitigar estos efectos; El caso de la recarga de acuíferos".

Expositor: Dr. Pablo García-Chevesich, académico Universidad de Arizona.

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

Presentación de resultados, salida de campo y primera aproximación a la formulación de un proyecto de recarga de acuíferos (Actores de instituciones privadas).

Lugar: Salón Hotel Raíces Curicó, Directorio Junta de Vigilancia río Lontué.

Fecha: Jueves 28 de Marzo 2013.

Nombre exposición: Estudio preliminar de la situación del río Mataquito y análisis de los primeros pasos para efectuar proyecto de recarga de acuíferos.

Expositor: Dr. Paul Ferré, académico Universidad de Arizona.

3.3 Indicar modificaciones con respecto a lo programado. Justificando. (Máx. 200 palabras)

Las fechas de la planificación inicial sufrieron modificaciones, lo que fue aprobado por carta del Jefe de Unidad de Programas y Proyectos, el Sr. Carlos Gálvez. Esto se debió a que originalmente se contempló la visita de los expertos extranjeros con fecha 08/02/2013, pero al encontrarse en período de clases y a que era un mes de vacaciones en Chile, la convocatoria a las actividades de difusión podían verse afectadas, por lo cual se solicitó el cambio de fechas al 28/03/2013. Además, las actividades planificadas anteriormente estaban distantes en sus fechas, incluidas las actividades de difusión, lo que significaba no aprovechar a los expositores norteamericanos. En este contexto, se optó por hacer las actividades de difusión, transferencia y salida a terreno en 3 días de trabajo. En cuanto al seminario propuesto, este no se realizó, pero en su reemplazo se distaron charlas de difusión para actores de gobierno y privados en forma separada. Con respecto a los talleres, estos tampoco se realizaron, pero en su reemplazo se realizó un curso en la temática. Finalmente y por tener que validar las metodologías a aplicar, no se generó un manual, pero se confeccionó una ficha de proyecto y propuestas para futuro estudios.

4. ALCANCES Y LOGROS DE LA PROPUESTA

4.1 Problema a resolver planteado inicialmente en la propuesta

Una situación que se viene acentuando en los últimos años y en muchas regiones de Chile y del mundo, dice relación con la oferta de agua que está disponible y que incide directamente en el desarrollo de las personas, la producción de alimentos y la estabilidad económica y productiva, entre otros aspectos.

En este contexto, en muchas regiones de nuestro país, se ha verificado un fenómeno que dice relación con una oferta de agua, que si bien en términos generales parece ser estable, se ve sometida a fuertes presiones por demandas de agua crecientes que exigen conocer con la mayor precisión posible, cuáles serán las disponibilidades en ciertos periodos, hecho al cual no están ajenas las instituciones del Estado que poseen la tuición de gestión sobre los recursos hídricos.

La región del Maule, muestra que su principal actividad económica es la agricultura y es indiscutiblemente la actividad regional que genera el mayor uso consuntivo de los recursos hídricos, hecho que también se verifica a nivel nacional (CAPP, 2010). En este sentido, es importante señalar que la producción de agua de la región del Maule se basa en dos grandes cuencas hidrográficas; la cuenca del río Mataquito (6.190 km²) y la cuenca del río Maule (20.295 km²), las cuales poseen grandes diferencias en términos de superficie (Maule triplica a Mataquito) y de disponibilidad del recurso hídrico en la época estival (lo cual se encuentra asociado principalmente a la presencia de embalses), ya que la cuenca del Mataquito sólo cuenta con el Embalse El Planchón (capacidad máxima de 73 millones de m³) y en la cuenca del Maule existe un conjunto de embalses (La Laguna del Maule, Colbún y Bullileo, entre otros) que superan en más de 30 veces el volumen embalsado en

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

la cuenca del Mataquito, lo cual permite regular de mejor forma, el proceso de abastecimiento de agua para los distintos usos productivos en toda la cuenca. De esta manera, la cuenca del Mataquito presenta una situación que se torna crítica, ya que de acuerdo a lo expresado por los principales administradores del recurso en la cuenca, aproximadamente el 84% del agua escurre directamente al mar. Sin embargo, y pensando en la utilización de un pequeño porcentaje de las aguas que escurren hacia el mar, podrían aumentarse de forma importante las áreas productivas de la cuenca que hoy carecen de riego, generando así una importante oportunidad de incrementar la capacidad productiva agro-forestal para todos los participantes de la cuenca del Mataquito.

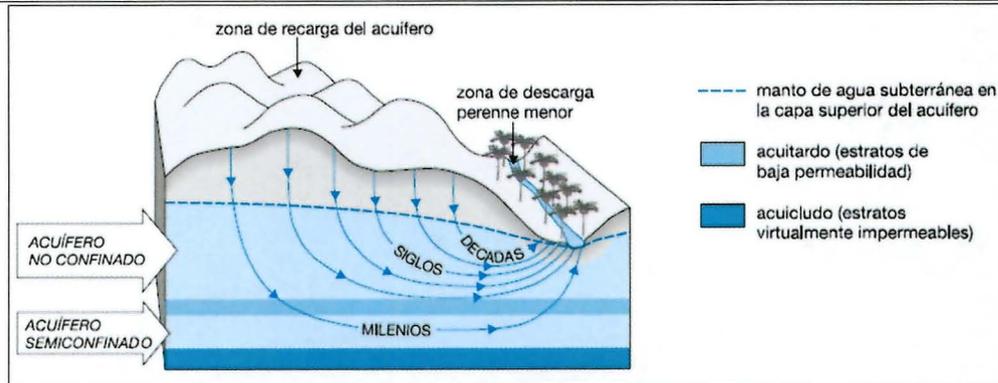
Una primera solución para dicha problemática, dice relación con la construcción de embalses que permitan regular el abastecimiento de las aguas de riego, sin embargo, esto requiere de una inversión económica altísima, que el estado chileno no ha podido realizar a la fecha; además, es importante agregar que el tiempo de ejecución de una obra de esta magnitud, toma alrededor de 10 a 15 años, considerando estudios de pre-factibilidad, factibilidad y desarrollo del proyecto propiamente tal. Por otra parte, y como una alternativa más viable, surge la infiltración de aguas lluvias con el objetivo de incrementar la recarga de acuíferos (Figura 1). En relación a lo anterior, la legislación chilena y particularmente en la modificación del código de aguas, se establece legalmente y en forma general (no determinado), la posibilidad de recargar acuíferos y la posibilidad de la utilización y extracción de las aguas infiltradas. Asimismo, se establece la obligación de la Dirección General de Aguas (DGA), para la entrega de derechos provisorios, respecto al acuífero recargado. Sin embargo, dicha reglamentación se encuentra aún en etapa de aprobación, pero se espera que esta se tramite en el corto plazo, debido a los escenarios de incertidumbre que actualmente se encuentran asociados a la disponibilidad del recurso hídrico, en distintas regiones del territorio nacional.

En este marco, la principal junta de vigilancia de la cuenca del Mataquito, cuenca en donde se pretende desarrollar esta investigación (Junta de Vigilancia del río Lontué), ha manifestado la necesidad de contar con metodologías que permitan infiltrar el agua y generar una mayor recarga de los acuíferos, con el objetivo de poder planificar adecuadamente los cultivos, por el hecho de contar con disponibilidades conocidas del recurso hídrico para la época estival; de esta manera es posible asegurar el desarrollo de las actividades productivas de la cuenca. Lo anterior, tiene una alta relevancia, porque los agricultores de la zona necesitan contar con técnicas que les permita anticipar en el tiempo una mejor gestión del agua, que ya sea por exceso o por defecto, lo que a su vez les define situaciones de importantes impactos económicos. Esto cobra una mayor relevancia desde el punto de vista agrícola, porque en situaciones de sequía o estrés hídrico, existe una mayor demanda por hacer una gestión del agua más eficiente (distribución ahorrativa del recurso).

Bajo el contexto mencionado, las causas del problema planteado para la cuenca del Mataquito, son la inexistencia de un sistema integral para establecer soluciones hídricas en el corto plazo, producto del bajo nivel de experticia en el manejo de equipos científicos-tecnológicos de medición; la inexistencia de métodos validados y confiables de medición; y la aplicación de metodologías de modelación que se basen en datos duros locales, que den cuenta de las situaciones particulares de la cuenca, todo lo cual impide detectar, comprender y predecir adecuadamente la disponibilidad del agua en contextos de variabilidad y/o cambio climático. En síntesis, el sistema de estimación y pronósticos de la disponibilidad hídrica de origen subterráneo, necesita estimarse a través de un sistema Gestión y Control de la recarga de acuíferos para el abastecimiento estival, de tal manera de mantener una adecuada planificación agro-forestal de la cuenca de río en estudio.

Figura 1. Régimen de flujo subterráneo y tiempos de residencia típicos de acuíferos importantes en condiciones climáticas semiáridas (Foster *et al.*, 2006).

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE



En el contexto descrito, uno de los desafíos más importantes dice relación con la necesidad de identificar, dimensionar y estudiar las condiciones particulares de cada uno de los acuíferos existentes en la cuenca del Mataquito, particularmente en zonas del secano interior, donde la infiltración y recarga de, pueda generar importantes impactos positivos, tanto a nivel económico, productivo y social. Así, conocer metodologías para el aumento de la oferta de recursos hídricos y ello en términos de volúmenes disponibles, tiene una alta importancia a la hora de cuantificar la variabilidad de la cantidad de agua, tanto en el tiempo como en el espacio, ya que si bien esto es una tarea compleja, resulta esencial para determinar los niveles de producción y gestionar de manera precisa el recurso durante los períodos estivales y en épocas de sequía, sobretodo en regiones donde sus principales actividades económicas se desarrollan en base a la utilización del agua.

Actualmente, estas relaciones no pueden ser establecidas en la cuenca del Mataquito dado que no existen los equipos científicos-tecnológicos que permitan determinar apropiadamente la cantidad de agua de origen subterráneo. Asimismo, no se cuenta con técnicas avanzadas para calcular los volúmenes de agua infiltrados, ni se han desarrollado metodologías de evaluación que permitan ligar desde una perspectiva matemática y estadística de calidad, las relaciones precipitación-escorrentía-infiltración. Adicionalmente, solo se tiene un incipiente conocimiento de metodologías ligadas a la ejecución de sondajes de pozos, para obtener respuesta de la cantidad de agua disponible en las napas subterráneas, situación en la cual se genera una alta incertidumbre en el accionar de los administradores y usuarios del agua de la cuenca. Por tanto y de acuerdo a lo anteriormente expresado, existe la oportunidad de mejorar el sistema de monitoreo del recurso y diversificar las formas de recargar agua para las épocas de necesidad hídrica. Para ello se requiere una innovación física y tecnológica de equipos que permitan diseñar e implementar un nuevo sistema de estimación, gestión y monitoreo de la disponibilidad hídrica en la temporada estival y en condiciones de sequías y esto con resultados concretos que reduzca las incertidumbre de encontrar los sectores más propicios para la recarga de acuíferos. En este sentido, conocer y determinar cuál o cuáles de las técnicas de infiltración existentes a nivel nacional e internacional, es la mejor alternativa de aplicación dentro de la cuenca, en función de la dificultad de implementación y de los costos de ejecución. Esto, resulta determinante dada la compleja situación futura que se prevé en torno a la disponibilidad de los recursos hídricos en la Región del Maule.

4.2 Objetivos planteados inicialmente

En la propuesta inicial, se consideró plantear como objetivo general lo siguiente:

Buscar, implementar y adaptar un sistema tecnológico para desarrollar alternativas de infiltración de aguas lluvias y caudales invernales, a fin de incrementar la recarga de acuíferos y el potencial productivo del sector agro-forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule.

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

4.3 Objetivo Alcanzado tras la realización de la propuesta

- Crear metodologías concretas, en una primera aproximación, para caracterizar el recurso subterráneo, en la cuenca del río Mataquito.
- Establecer zonas a priori de posible infiltración y recarga de acuíferos, en los diferentes puntos de estudio en la cuenca del río Mataquito.
- Crear competencias generales de los diversos actores para realizar un perfil de proyecto orientado a la creación de un sistema de monitoreo y recarga de acuíferos.

4.4 Resultados esperados inicialmente en la propuesta

Los principales resultados a desarrollar (incluye visita a Estados Unidos y las actividades de difusión y transferencia) con la ejecución de la gira son:

1. Fortalecimiento de las capacidades profesionales y de investigación de las instituciones beneficiaria y asociada, en la adquisición de nuevas metodologías tecnológicas para infiltración de agua y el aumento de la recarga de acuíferos.
2. Desarrollo de un seminario de difusión relacionado con la temática abordada.
3. Desarrollo de al menos un manual o documento técnico relacionado con las metodologías tecnológicas de recarga de acuíferos de mayor utilización a nivel nacional y mundial.
4. Desarrollo de 2 talleres participativo para transferir las metodologías experimentadas en la Gira Tecnológica.
5. Formulación de un proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D Aplicada) respecto del Desarrollo de un Sistema de Gestión y Control de la recarga de acuíferos con fines de mejorar el abastecimiento estival y la productividad agro-forestal de la cuenca del río Mataquito, Región del Maule.

4.5 Resultados obtenidos tras la realización de la propuesta (Adjuntar en Anexos Listado de material publicitario y técnico generado u obtenido y copias de dicho material, indicando autor del documento.

Los principales resultados obtenidos luego del desarrollo de la Gira Tecnológica son:

1. Fortalecimiento de las capacidades profesionales y de investigación de las instituciones beneficiaria y asociada en la adquisición de nuevas metodologías tecnológicas para infiltración de agua y el aumento de la recarga de acuíferos.
2. Desarrollo de dos actividades de difusión.
3. Desarrollo de una actividad de transferencia tecnológica (curso de capacitación).
4. Desarrollo de una metodología inicial aplicada directamente para la cuenca en estudio.
5. Desarrollo de un perfil de proyecto con la temática abordada.

4.6 Explicar la diferencia entre resultados esperados y resultados obtenidos.

Los resultados esperados en la etapa de difusión y transferencia, difieren principalmente debido a que el curso dictado a los actores relevantes, basado en los resultados obtenidos, se transforma como la mejor opción de transferencia de resultados. Misma situación con respecto a los expertos norteamericanos, quienes mencionaron que los cursos cortos, son la mejor opción para este tipo de actividades.

Por otro lado, la creación de manuales *a priori* puede debilitar estudios posteriores, ya que se requiere de una profundización mas acabada de acuerdo a la realidad de cada zona.

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

En cuanto a la formulación de una ficha de proyecto, se cumplió lo planificado con los resultados obtenidos en la Gira Tecnológica y las posteriores actividades de difusión y transferencia.

4.7 Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar

En la etapa de difusión y transferencia, se generaron oportunidades tanto en las entidades asociadas a la gira, como en las entidades de gobierno y/o tomadores de decisiones presentes. Todo esto con el fin de mantener y aumentar la búsqueda de fondos para abordar la temática de la recarga de acuíferos en Chile. Los participantes de las actividades de la gira tecnológica, han concluido que si bien existen algunas aplicaciones en Chile con respecto a la recarga de acuíferos, se ven desfavoradas debido a que es necesario profundizar estudios hidrogeológicos antes de realizar planes piloto, lo que insta a tomar en consideración las alianzas entre la Universidad de Talca y la Universidad de Arizona para formular un proyecto de I+D Aplicado a las reales condiciones de Chile, asociado a la realidad de la normativa legal vigente. Todo esto causa un particular interés a los agricultores que necesitan del recurso hídrico, sino que también a instituciones reguladoras como lo es el caso de la DGA. Estos últimos han manifestado el interés de continuar con la capacitación y replicación de metodologías, al igual que el interés de instituciones de apoyo como es el caso de FIA. De esta forma, las oportunidades están presentes en Chile y se encuentran asociados los principales actores del recurso. Así, el interés es evidente y las expectativas generadas post gira generará acercamientos concretos para postular a los próximos fondos de las instituciones que estén interesadas en abordar la temática y de una vez por todas implantar en Chile un sistema concreto para suplir las necesidades hídricas a través de la recarga de acuíferos.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARTICIPANTES A LA GIRA

5.1 Nombre y Apellido	RUT o Pasaporte	Entidad donde trabaja	País	Profesión, especialización	Correo Electrónico
1 Manuel Roberto Pizarro Tapia		Universidad de Talca	Chile	Ingeniero Forestal, Director Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental	
2 Mauricio Alfredo Vera Camiroaga		Universidad de Talca	Chile	Ingeniero Forestal, Investigador Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental	
3 Claudio Francisco Olivares Santelices		Universidad de Talca	Chile	Ingeniero Forestal, Investigador Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental	
4 Walter Enrique Frohlich Albrecht		Junta de Vigilancia del río Lontué	Chile	Ingeniero Agrónomo, Agricultor y Directivo Junta de Vigilancia Río Lontué	

5.2 Indicar modificaciones con respecto a lo programado. Justificando. (Máx. 200 palabras)

Originalmente la propuesta contemplaba al coordinador, el Sr. Roberto Pizarro y dos investigadores de la Universidad de Talca, por lo que no se modificaron los participantes de la Gira y con respecto a

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

los asistentes de la Universidad de Talca. En el caso de los participantes de la entidad asociada interesada (Junta de Vigilancia del Río Lontué), en una primera instancia consideraba la inclusión de 3 participantes, a saber, el Sr. Walter Enrique Frohlich, el Sr. Víctor Olivos Ovalle y el Sr. Miguel Dosal López. Sin embargo y raíz de un compromiso personal el Sr. Dosal, desistió de la gira, por lo que se solicitó la autorización a FIA y se consideró reincorporar sus viáticos. Finalmente y cuando la propuesta estaba prácticamente cerrada con los dos directivos anteriormente nombrados de la Junta de vigilancia del río Lontué (y los 3 investigadores de la Universidad de Talca), dos días antes del viaje y producto problemas asociados a lluvias intensas que afectaron la productividad de los cultivos del empresario Víctor Olivos, este tuvo que bajar su participación de forma repentina de la gira, por lo que esta se desarrolló solamente con los restantes participantes.

Además, es importante considerar que como contraparte técnica y fiscalizadora, asistió el ejecutivo Rodolfo Cortés en representación de FIA.

6. ASISTENTES AL EVENTO DE DIFUSIÓN

6.1 Total Asistentes. Adjuntar en anexos lista de participantes indicando nombre, rut, ocupación, empresa, mail perfil de asistentes (Estudiantes productores, investigador, etc.)

El total de asistentes por actividad se detalla a continuación:

Difusión a actores relevantes en toma de decisiones legales en torno al uso del agua y a las entidades financieras de proyectos hídricos (Actores de instituciones públicas).

Presentación “Sequías y recarga de acuíferos en Arizona”, dictada por el Dr. Pablo García-Chevesich, Universidad de Arizona en dependencia del Ministerio de Obras Públicas y con el apoyo de la DGA, nivel central Santiago. A este curso asistieron 18 participantes, en donde en su mayoría se trataba de ingenieros de instituciones ligadas al recurso hídrico, por ejemplo, DGA, DOH, entre otros (el desglose se detalla en anexos).

Transferencia Tecnológica y fortalecimiento de capacidades a través de un curso de metodologías de recarga de acuíferos para actores relevantes en toma de decisiones legales en torno al uso del agua y a las entidades financieras de proyectos hídricos (Actores de instituciones públicas).

Curso realizado por el Dr. Paul Ferré de la Universidad de Arizona en el Ministerio de Obras Públicas y con el apoyo de la DGA, nivel central Santiago. Al igual que el curso del Dr. García-Chevesich, asistieron los mismos 18 profesionales, por ende estas actividades se realizaron en conjunto (el desglose se detalla en anexos).

Difusión a representantes de entidades asociadas interesadas y participantes de la Gira Tecnológica (Actores de instituciones privadas).

La presentación del Dr- García-Chevesich denominada “Sequías y recarga de acuíferos en Arizona”, se realizó en el salón de la Junta del Directorio del Río Lontué, Curicó A esta actividad asistieron 14 participantes, en donde los perfiles de los asistentes eran empresarios-productores agrícolas, regantes de los diversos canales dependientes de la junta de vigilancia del Río Lontué y algunos invitados de otras asociaciones administradores del agua en la cuenca del Río Mataquito (el desglose se detalla en anexos).

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

Presentación de resultados salida de campo y primera aproximación a la formulación de un proyecto de recarga de acuíferos (Actores de instituciones privadas).

En la salida de campo realizada en Curicó, se presentó un primer estudio realizado por el Dr. Paul Ferré de la Universidad de Arizona, en el salón de la Junta del Directorio del río Lontué, Curicó. Asistieron a dicha actividad 14 participantes, en donde los perfiles de los asistentes eran empresarios-productores agrícolas, regantes de los diversos canales dependientes de la junta de vigilancia del río Lontué y algunos invitados de otras asociaciones administradores del agua en la cuenca del Río Mataquito (el desglose se detalla en anexos).

6.2 Indicar modificaciones con respecto a lo programado. Justificando. (Máx. 200 palabras)

Las modificaciones que se realizaron correspondieron a la cantidad de asistentes que se planificaron originalmente para el seminario, en 2 partes: la primera parte consistió en los actores asociados a entidades públicas tomadoras de decisiones en la temática y la segunda parte comprendió a profesionales y/o empresarios privados dependientes del rubro agrícola y demandantes del recurso. Originalmente se pensó incluirlos a todos juntos, pero sólo se juntaron profesionales de ambos ámbitos para la capacitación entregada a través de un curso de recarga de acuíferos, ya que se buscaba instruir a ingenieros afín a la temática.

7. CONCLUSIONES. Nuevas oportunidades detectadas, problemas en la ejecución, propuestas de mejora para futuros eventos y para gestión de FIA, entre otros.

La realización de la gira ha significado unir a diversos actores relevantes ligados al recurso hídrico, principalmente a través de actividades de difusión y transferencia tecnológica, actores que han buscado instancias posteriores para estudiar en conjunto la temática., Además, existe una primera metodología generada de un trabajo en terreno entre agricultores interesados en concretar la propuesta (Junta de vigilancia del río Lontué) e investigadores de la Universidad de Talca y la Universidad de Arizona. Por otro lado, producto de la gira se realizó un perfil de proyecto, se formaron y fortalecieron alianzas con los diferentes actores y participantes, y por sobre todo, el apoyo de instituciones de gobierno y decisoras en temáticas del agua.. No obstante, el concepto abordado está entre los temas prioritarios de las instituciones participantes, por lo que se hace necesario y de urgencia la creación de fondos públicos (y privados) que apunten directamente a la I+D Aplicada. Además, se hace necesario que la temática de los acuíferos pueda abordarse nuevamente como proyecto y no perder la oportunidad con los avances logrados. En este sentido, es necesario coordinar con las instituciones que financian propuestas de esta índole, de tal manera de reorientar cada perfil a las necesidades particulares de cada proyectos e institución. Adicionalmente, estos proyectos deben cumplir con los objetivos de la Gira Tecnológica, es decir, ser pioneros a nivel país en la gestión del recurso hídrico, con una mayor precisión en la estimación de la disponibilidad del recurso en la época estival de origen subterráneo. Este objetivo se traduce además, en una mejor planificación y control en la utilización del riego de productores agrícolas, principales usuarios de los resultados de la gira. Asimismo, permite un ordenamiento de los productores, mejorando el conocimiento de las zonas donde pueden recargar agua y desde donde se puede extraer agua, lo que se transforma en un aporte concreto a mejorar los vacíos legales que hoy en día le afectan directamente a los privados, en relación a sus derechos de aguas subterráneas, por cuanto la legislación chilena vigente y particularmente en la modificación del código de aguas, en donde se establece legalmente y en forma general (no determinado) la posibilidad de recargar acuíferos y la posibilidad de la utilización y extracción de las aguas infiltradas. Además, de la entrega de derechos

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

provisorios por esta actividad.

Finalmente, es importante mencionar que la realización de esta gira, con la colaboración de investigadores, y actores públicos y privados, lo que contribuyó positivamente a la realización de la Gira Tecnológica y a la culminación de las etapas propuestas en él. Todo esto, con el fin de conocer las experiencias y el trabajo de los investigadores pioneros en la temática.

ANEXOS

- 1) Listado de Material publicitario y técnico generado
- 2) Material publicitario y técnico generado
- 3) Listado participantes al evento de difusión

ANEXOS

- 1) Listado de Material publicitario y técnico generado
 - Informe Primera Etapa Gira Tecnológica (en el CD/DVD incluye fotografías y videos de todas las visitas realizadas).
 - Material de apoyo en actividades de difusión y transferencia en la Segunda Etapa de la Gira Tecnológica.
 - Diapositivas principales estudio Dr. Pablo García de sequías en Arizona y soluciones concretas para la recarga de acuíferos (las restantes se entregan en las presentaciones completas que van en el CD/DVD).
 - Programa Curso Metodologías para la recarga de acuíferos.
 - Tríptico Informativo Actividades Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental
 - Diapositivas principales curso de recarga de acuíferos Dr. Paul Ferré (las restantes se entregan en las presentaciones completas que van en el CD/DVD y que incluyen fotografías de la actividad).
 - Material de apoyo de estudio preliminar de recarga de acuíferos para la cuenca del Mataquito.
 - Diapositivas principales estudio de recarga de acuíferos en cuenca del Mataquito.
 - Fotografías estudios realizados en terreno (las restantes fotos van en el CD/DVD).
 - Ficha de perfil de proyecto I+D Aplicada en recarga de acuíferos elaborada en la propuesta.

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

ANEXOS:

- 2) Material publicitario y técnico generado
- Informe Primera Etapa Gira Tecnológica (en el CD/DVD incluye fotografías y videos de todas las visitas realizadas).

Gira Tecnológica FIA GIT-2012-0192

“BÚSQUEDA, IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA TECNOLÓGICO PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS LLUVIAS E INCREMENTO DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS, CON FINES DE AUMENTAR EL POTENCIAL PRODUCTIVO DEL SECTOR AGRO FORESTAL DE LA CUENCA DEL RÍO LONTUÉ, REGIÓN DEL MAULE”

INTRODUCCIÓN

Una situación que se viene acentuando en los últimos años y en muchas regiones de Chile y del mundo, dice relación con la oferta de agua que está disponible y que incide directamente en el desarrollo de las personas, la producción de alimentos y la estabilidad económica y productiva, entre otros aspectos.

En este contexto, en muchas regiones de nuestro país, se ha verificado un fenómeno que dice relación con una oferta de agua, que si bien en términos generales parece ser estable, se ve sometida a fuertes presiones por demandas de agua crecientes que exigen conocer con la mayor precisión posible, cuáles serán las disponibilidades en ciertos periodos, hecho al cual no están ajenas las instituciones del Estado que poseen la tuición de gestión sobre los recursos hídricos.

La región del Maule, muestra que su principal actividad económica es la agricultura y es indiscutiblemente la actividad regional que genera el mayor uso consuntivo de los recursos hídricos, hecho que también se verifica a nivel nacional (CAPP, 2010). En este sentido, es importante señalar que la producción de agua de la región del Maule se basa en dos grandes cuencas hidrográficas; la cuenca del río Mataquito (6.190 km²) y la cuenca del río Maule (20.295 km²), las cuales poseen grandes diferencias en términos de superficie (Maule triplica a Mataquito) y de disponibilidad del recurso hídrico en la época estival (lo cual se encuentra asociado principalmente a la presencia de embalses), ya que la cuenca del Mataquito sólo cuenta con el Embalse El Planchón (capacidad máxima de 73 millones de m³) y en la cuenca del Maule existe un conjunto de embalses (La Laguna del Maule, Colbún y Bullileo, entre otros) que superan en más de 30 veces el volumen embalsado en la cuenca del Mataquito, lo cual permite regular de mejor forma, el proceso de abastecimiento de agua para los distintos usos productivos en toda la cuenca. De esta manera, la cuenca del Mataquito presenta una situación que se torna crítica, ya que de acuerdo a lo expresado por los principales administradores del recurso en la cuenca, aproximadamente el 84% del agua escurre directamente al mar. Sin embargo, y pensando en la utilización de un pequeño porcentaje de las aguas que escurren hacia el mar, podrían aumentarse de forma importante las áreas productivas de la cuenca que hoy carecen de riego, generando así una importante oportunidad de incrementar la capacidad productiva agro-forestal para todos los participantes de la cuenca del Mataquito.

Una primera solución para dicha problemática, dice relación con la construcción de embalses que permitan regular el abastecimiento de las aguas de riego, sin embargo, esto requiere de una inversión económica altísima, que el estado chileno no ha podido realizar a la fecha; además, es importante agregar que el tiempo de ejecución de una obra de esta magnitud, toma alrededor de 10 a 15 años, considerando estudios de prefactibilidad, factibilidad y desarrollo del proyecto propiamente tal. Por otra parte, y como una alternativa más viable, surge la infiltración de aguas lluvias con el objetivo de incrementar la recarga de acuíferos. En relación a lo anterior, la legislación chilena y particularmente en la modificación del código de aguas, se establece legalmente y en forma general (no determinado), la posibilidad de recargar acuíferos y la posibilidad de la

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

utilización y extracción de las aguas infiltradas. Asimismo, se establece la obligación de la Dirección General de Aguas (DGA), para la entrega de derechos provisorios, respecto al acuífero recargado. Sin embargo, dicha reglamentación se encuentra aún en etapa de aprobación, pero se espera que esta se tramite en el corto plazo, debido a los escenarios de incertidumbre que actualmente se encuentran asociados a la disponibilidad del recurso hídrico, en distintas regiones del territorio nacional.

En este marco, la principal junta de vigilancia de la cuenca del Mataquito, cuenca en donde se pretende desarrollar esta investigación (Junta de Vigilancia del río Lontué), ha manifestado la necesidad de contar con metodologías que permitan infiltrar el agua y generar una mayor recarga de los acuíferos, con el objetivo de poder planificar adecuadamente los cultivos, por el hecho de contar con disponibilidades conocidas del recurso hídrico para la época estival; de esta manera es posible asegurar el desarrollo de las actividades productivas de la cuenca. Lo anterior, tiene una alta relevancia, porque los agricultores de la zona necesitan contar con técnicas que les permita anticipar en el tiempo una mejor gestión del agua, que ya sea por exceso o por defecto, lo que a su vez les define situaciones de importantes impactos económicos. Esto cobra una mayor relevancia desde el punto de vista agrícola, porque en situaciones de sequía o estrés hídrico, existe una mayor demanda por hacer una gestión del agua más eficiente (distribución ahorrativa del recurso).

Bajo el contexto mencionado, las causas del problema planteado para la cuenca del Mataquito, son la inexistencia de un sistema integral para establecer soluciones hídricas en el corto plazo, producto del bajo nivel de experticia en el manejo de equipos científicos-tecnológicos de medición; la inexistencia de métodos validados y confiables de medición; y la aplicación de metodologías de modelación que se basen en datos duros locales, que den cuenta de las situaciones particulares de la cuenca, todo lo cual impide detectar, comprender y predecir adecuadamente la disponibilidad del agua en contextos de variabilidad y/o cambio climático.

En síntesis, el sistema de estimación y pronósticos de la disponibilidad hídrica de origen subterráneo, necesita estimarse a través de un sistema Gestión y Control de la recarga de acuíferos para el abastecimiento estival, de tal manera de mantener una adecuada planificación agro-forestal de la cuenca de río en estudio.

Para analizar y estimar el comportamiento de la disponibilidad hídrica de origen subterráneo en la temporada estival es importante establecer relaciones de precipitación-escorrentía que permitan otorgar una alta precisión a la estimación de caudales recesivos, favoreciendo notablemente la gestión del agua en términos de una distribución ahorrativa del recurso, ante demandas que se incrementan producto del desarrollo económico de un país. Además, lo fundamental trasciende en el uso de metodologías de medición y tecnología que, además de servir para conocer la disponibilidad de agua proveniente de las napas, sea monitoreada y estudiada constantemente.

En el contexto descrito, experiencias a nivel internacional, hablan de la modelación del flujo de aguas subterráneas (acuíferos confinados), como una herramienta clave para la evaluación del estado de los flujos y transporte de agua subterránea, y por tanto, para una gestión adecuada de los recursos hídricos (Leyva, 2010). En este sentido, la utilización de instrumental de alta calidad, resulta fundamental para alcanzar estimaciones de alta

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONTUE

calidad (errores menores al 10%). Así, existen dispositivos para la medición del nivel del agua, dataloggers y telemetría, muestreadores para aguas subterráneas, sistemas multiniveles y de remediación, entre otros, todos los cuales ayudan en el monitoreo constante del comportamiento del agua infiltrada y que permiten desarrollar, tal como se plantea en la presente Gira de Innovación, el desarrollo de un sistema tecnológico y control de la recarga de acuíferos.

Por otra parte, una de las iniciativas de mayor éxito a nivel mundial, lo constituye la realizada en el estado de Arizona, en donde en el año 1985 se completó el acueducto del Proyecto Arizona Central (CAP). Esta obra, de más de 500 kilómetros de extensión, hizo posible que agua del Río Colorado llegara a zonas agrícolas y urbanas de esta zona del desierto del suroeste de Estados Unidos, donde hasta esa fecha el suministro de agua era proveniente sólo del bombeo de los acuíferos. Para el almacenamiento y utilización más efectiva de este nuevo recurso hídrico, el Salt River Project, la entidad más grande de aguas del estado de Arizona, construyó y opera la gran planta de recarga artificial el Granite Reef Underground Storage Project (GRUSP). Esta planta, ubicada en la zona metropolitana de Phoenix, suministra gran parte de la demanda de agua de cuatro millones de habitantes de esta ciudad, de la industria y de zonas agrícolas colindantes (Aguamarket, 2007).

En el contexto descrito anteriormente y dada la experiencia que existe en la Estados Unidos y particularmente en el estado de Arizona, es que la presente Gira Tecnológica, tuvo como eje central la visita de las ciudades de Tucson y Phoenix, en dudo se pudo conocer la gran experiencia técnica que algunas instituciones públicas y privadas han desarrollados en materia de infiltración de aguas y recarga de acuíferos. A continuación, se dará a conocer la información referente a las instituciones que fueron visitadas durante la Gira Tecnológica y los aspectos más relevantes de cada una de ellas.

ANTECEDENTES GENERALES

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura, tiene por misión promover y fomentar la innovación en el sector agroalimentario y forestal, fortaleciendo las capacidades y el emprendimiento para el desarrollo sustentable y la competitividad de Chile y sus regiones.

En el marco de su quehacer y considerando que existen brechas de conocimiento en las empresas del sector para abordar sus problemas y/o oportunidades de forma innovadora, FIA pone a disposición de los actores del sector agroalimentario y forestal, el instrumento Giras de Innovación, a través de la Convocatoria de Giras de Innovación 2011-2012, en donde el Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental, en conjunto con la Junta de Vigilancia del río Lontué, han sido beneficiados para el desarrollo de la propuesta “Búsqueda, implementación y adaptación de un sistema tecnológico para la infiltración de aguas lluvias e incremento de la recarga de acuíferos, con fines de aumentar el potencial productivo del sector agro-forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule”.

A continuación, se presenta mayores antecedentes ligados al desarrollo de la gira tecnológica.

- Desarrollador: Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental, Universidad de Talca.
- Asociados: Junta de Vigilancia del río Lontué
- Mandante: Fundación para la Innovación Agraria (FIA).
- Coordinador: Dr. Ing. Roberto Pizarro T.
- Contraparte: Mg. Ing. Rodolfo Cortés Díaz.
- Fecha de Inicio: 06 de Diciembre de 2012.
- Fecha de Término: 15 de Diciembre de 2012.

ITINERARIO GIRA TECNOLÓGICA

La propuesta consideró la visita de diversas instituciones de orden público y privado, en donde se pudo conocer distintas metodologías ligadas a la recarga de acuíferos y la infiltración de aguas superficiales. A continuación, se presenta el itinerario desarrollado durante la gira:

FECHA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
Jueves 6/12/12	2) 22:50 hrs. Vuelo Santiago (Chile) – Dallas (USA) – Tucson (USA).
Viernes 7/12/12	3) 10:50 hrs. Arribo primer grupo. Llegada a la ciudad de Tucson (USA) y Check-In Hotel. 4) 15:00 hrs. Espacio para Reunión o visita a Bookstore University of Arizona, reuniones para primeras coordinaciones. 17:00 hrs. Finalización de actividades.
Sábado 8/12/12	4) 10:50 hrs. Arribo segundo grupo. Llegada a la ciudad de Tucson (USA) y Check-In Hotel. 5) 14:00 hrs. Segundo día de reunión y coordinaciones con todo el equipo de la gira tecnológica. 6) Finalización de actividades.
Domingo 9/12/12	2) 15:00 -18:00 hrs. Coordinaciones finales y preparación de visitas de la semana
Lunes 10/11/12	4) 9:00 hrs. Tour University of Arizona. 5) 10:00 hrs. Visita Hydrology and Water Resources Department. Larry Winter, Thomas Maddock and Juan Valdés. <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: PhD. Juan B. Valdés. • Web: http://www.hwr.arizona.edu/ 6) 16:00 hrs. Visita Water Resources Research Center. <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Ph.D. Sharon Megdal. • Web: http://wrrc.arizona.edu/
Martes 11/12/12	3) 10:00 hrs. Hydrology and Water Resources Department. University of Arizona. Jennifer McIntosh Contacto: Ph.D. Jennifer McIntosh Web: http://www.hwr.arizona.edu/users/mcintosh 4) 13:00 hrs. Visita National Science Foundation Supporting Science and Technology Center; Sustainability of Semi-Arid Hydrology and Riparian Areas (SAHRA). University of Arizona. Contacto: Ph.D. Paul A. "Ty" Ferre Web: http://www.sahra.arizona.edu/

<p>Miércoles 12/12/12</p>	<p>4) 8:00 hrs. Visita Tucson Water. 5) 12:00 hrs. Almuerzo en Tucson Water. 6) 17:00 hrs. Retorno a Tucson</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Wally R. Wilson • Web: http://whhttp://cms3.tucsonaz.gov/water/online-account • Detalle: Apéndice.
<p>Jueves 13/12/12</p>	<p>5) 7:00 hrs. Salida a Phoenix. 6) 9:00 hrs. Central Arizona Project (CAP). Tour Facilities.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Larry Person. • Web: http://www.cap-az.com/ <p>7) 14:00 hrs. Visita Clear Creek Associates, a hydrogeological consulting company, founded in 1999 with high level of expertise in groundwater science.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contacto: Greg Hess • Web: http://www.clearcreekassociates.com <p>8) 17:00 hrs. Regreso a Tucson</p>
<p>Viernes 14/11/12</p>	<p>3) 14:55 hrs. Regreso a Chile. 4) 16:00 hrs. Retorno vehículo Enterprise.</p>
<p>Sábado 15/11/12</p>	<p>2) 10:00: Llegada a la ciudad de Santiago (Chile).</p>

INSTITUCIONES VISITADAS

University of Arizona, Hydrology and Water Resources Department
PhD. Larry Winter, PhD. Thomas Maddock y PhD. Juan Valdés



La reunión consistió en la exposición de los profesores PhD. Thomas Maddock y PhD. Juan Valdés quienes compartieron sus trabajos ligados a la infiltración de aguas y recarga de acuíferos.

En esta oportunidad, se pudo conocer las metodologías que el Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona, estaba desarrollando en materias de recarga de acuíferos y como estas pueden ser desarrolladas en diversas zonas con problemas de abastecimiento de agua, como lo es el estado de Arizona, de manera de aumentar el potencial

agrícola de los terrenos cultivables. En este sentido, se conocieron los trabajos del PhD. Thomas Maddock, ligados a la determinación óptima del diseño y construcción de pozos de extracción de agua (pozos de bombeo), de manera de utilizar sustentablemente las aguas subterráneas y no agotar el recurso, tal como ocurrió hace unos 50 años atrás en el estado de Arizona. Para ello, la utilización del sistema MODFLOW (de su propia autoría) era la herramienta base para un correcto diseño hidrológico de las obras.

Por su parte, el profesor PhD. Juan Valdés mostró sus trabajos ligados a la recarga de acuíferos, en donde el sistema MODFLOW era una herramienta clave.

Por otro lado, el director del departamento PhD. Larry Winter, manifestó su interés en participar en un proyecto conjunto con la Universidad de Talca y de esta forma, transmitir sus conocimientos y experiencia, de manera de ejecutar prontamente un trabajo conjunto.

*University of Arizona, Water Resources Research Center
PhD. Sharon Megdal*



La reunión consistió en la exposición de la profesora PhD. Sharon Megdal, quien dio a conocer las principales líneas de investigación que el centro ha desarrollado en materia de infiltración de aguas y además una mirada global del Central Arizona Project, institución que fue visitada el día Jueves de la semana de desarrollo de la gira. En esta reunión, se pudo conocer las metodologías que el Centro de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona, estaba desarrollando en materias de recarga de acuíferos y como estas han solucionado con eficiencia las necesidades de la ciudad de Tucson principalmente.

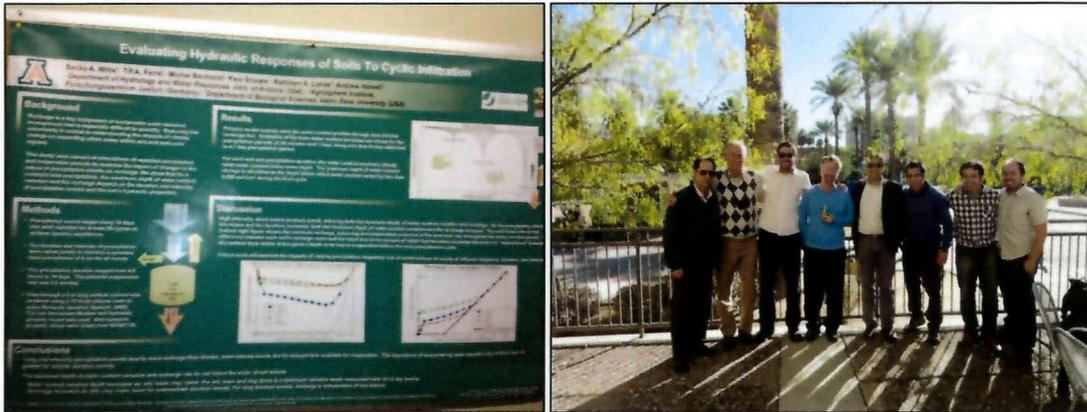
De esta forma, la profesora PhD. Sharon Megdal, manifestó su interés en participar en un proyecto conjunto con la Universidad de Talca y de esta forma, transmitir sus conocimientos y experiencia, de manera de ejecutar prontamente un trabajo conjunto.

*University of Arizona, Hydrology and Water Resources Department
PhD. Jennifer McIntosh, Ph.D. Victor Baker, PhD. Jim Yeh*



La reunión consistió en la exposición de los profesores PhD. Jennifer McIntosh y Jim Yeh, quienes dieron a conocer distintos estudios que presentan metodologías innovadoras, que permiten el descubrimiento de acuíferos sin la necesidad de exploraciones subterráneas (construcción de pozos). Lo anterior, es considerado fundamental en el estudio de la recarga de acuíferos. En esta reunión, se pudo contar además con la presencia entre otros del destacado investigador PhD. Victor Baker, quien es autor de publicaciones que en la actualidad son consideradas como inéditas a nivel mundial. Sin ir más lejos y de manera de demostrar el nivel alcanzado por el PhD. Baker, es que se puede mencionar que uno de los pocos investigadores que ha desarrollado estudios hidrológicos en el planeta Marte.

University of Arizona, Sustainability of Semi-arid Hydrology and Riparian Areas (SAHRA)
PhD. Paul "Ty" Ferre



Se visitó el centro de investigación de sustentabilidad de hidrología semiárida y áreas ripárias de la Universidad de Arizona, cuya misión es promover y facilitar el desarrollo de proyectos de investigación relacionados con el agua, centrado en la integración con las fortalezas disciplinarias en ciencias hidrológicas, ecológicas y físicas que la Universidad de Arizona posee. SAHRA lleva a cabo esta misión a través de la Integración de la investigación disciplinaria, sirviendo como incubadora de nuevas ideas.

En la reunión se pudo conocer los trabajos que este centro estaba desarrollando en temas ligados a la infiltración de aguas y recarga de acuíferos, de manera de ver la factibilidad técnica de una posible implementación en nuestro país.

Finalmente, el PhD. Paul "Ty" Ferre, quien es considerado como uno de los académicos con mayor experiencia en esta línea investigativa, mostró un gran interés en apoyar desde la academia, con información de manera de facilitar el desarrollo de la recarga de acuíferos en la cuenca del Mataquito.



Tucson Water es un departamento de la ciudad de Tucson, Arizona, encargado del manejo de las aguas públicas del condado de Pima, a fin de satisfacer las demandas de clientes residenciales, comerciales e industriales, tanto dentro como fuera de los límites de la ciudad. En relación a lo anterior, una de las actividades que desarrollan este departamento y que fue conocida en terreno por los participantes de la gira, fue la recarga de acuíferos mediante la infiltración de aguas superficiales en piscinas artificiales (Recharge Basin). Se bombea agua mediante tuberías, hacia una piscina hasta alcanzar un volumen determinado y luego se deja infiltrar hasta el acuífero. Las aguas utilizadas para el llenado de las piscinas, proviene del río Colorado, a través del canal del Central Arizona Project (CAP).

Por otro lado, la ciudad de Tucson se preocupa de mantener espacios de conservación de flora y fauna local, mediante la generación de reservorios artificiales. Uno de estos, es el manejo por Tucson Water llamado Sweetwater Wetlands (Humedales de Agua Dulce), en donde una de las plantas de tratamiento de aguas del departamento, sirve de hábitat para fauna urbana. Mediante filtros de agua tratada a través de los sedimentos, por debajo de las cuencas de recarga, se ayuda a la infiltración hacia el acuífero local. Estas aguas residuales regeneradas, se recuperan mediante pozos de extracción durante los períodos de alta demanda de agua y se distribuye para su reutilización en los campos de golf de Tucson, parques, escuelas y grandes superficies de riego de césped.

City of Phoenix, Central Arizona Project (CAP)
Larry Person



El Central Arizona Project (CAP), transporta importantes abastecimientos de agua dulce del río Colorado a millones de personas en el centro y sur de Arizona. CAP fue creado durante el periodo 1971-1993 por el Gobierno Federal a través de la ley de Reclamación de los Estados Unidos. En 1971, el Estado de Arizona creó el Distrito de Conservación de Agua de Arizona Central (CAWCD) para administrar el CAP. Actualmente, CAP es un sistema de acueductos, túneles, estaciones de bombeo y tuberías con una longitud de 336 millas (540 km aprox.). El agua de CAP es el mayor recurso individual de agua renovable en el estado de Arizona.

CAP es administrado por una Junta Directiva de 15 miembros, que se eligen entre residentes de los condados de Maricopa, Pima y Pinal. Los miembros prestan servicios por un período de seis años y no reciben sueldo. Celebran reuniones públicas por lo menos una vez al mes y elaboran reglas, establecen impuestos y tarifas de agua y aprueban presupuestos. La junta también se hace cargo de otros asuntos importantes que afectan a CAP y sus clientes.

En la reunión sostenida, se conoció la sala de controles del canal, desde donde se manejan todos los flujos de agua del canal, mediante la apertura y cierre de numerosas compuertas extendidas a lo largo del canal. Además, desde acá se controlan las bombas de elevación de agua, necesarias para permitir que el agua pueda llegar a todos los usuarios.

Otro punto visitado fue el Lago Pleasant, reserva artificial que permite asegurar el suministro para todos los usuarios del sistema. Para ello, se desvía parte del agua del canal hacia el lago, mediante un canal bypass, el cual es capaz de correr en ambos sentidos, dependiendo de las necesidades de abastecimiento. Esto a su vez, permite regular los caudales del que fluyen por el canal.

*City of Phoenix, Clear Creek Associates
Donald Hanson y Greg Hess*





Clear Creek Associates, es una empresa de consultoría hidrogeológica, que fue fundada en 1999 para proporcionar un alto nivel de conocimientos en la ciencia del agua subterránea.

Con la aparición de nuevas tecnologías y nuevas perspectivas sobre los problemas del agua, el conocimiento, las capacidades y la experiencia se han ampliado. Hoy, los trabajos de la empresa se centran en atender a clientes de los desiertos del suroeste de Arizona, usuarios de aguas de California, la Costa Este, y México.

A medida que la sociedad ha evolucionado, el enfoque original de la empresa se ha mantenido, es decir, ofrece soluciones prácticas en la ciencia de las aguas subterráneas. Esa visión, ha permitido ser flexibles y responder en un paisaje que cambia rápidamente ambiental y económicamente.

La reunión se basó en la presentación de dos experiencias de campo, siendo el primer caso, la muestra de la metodología de sondaje subterráneo y la forma de instalación de pozos de infiltración (Wells). Además, en segundo término se presentó medidas de corrección de piscinas de recarga (recharge basin) que habían presentado problemas de infiltración (disminución abrupta de las tasas de infiltración).

Otros antecedentes de los participantes de la Gira.

Background Participantes Gira Tecnológica

Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia es Ingeniero Forestal y profesor titular de la Universidad de Talca; Chile. Director del Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental de la misma casa de estudios. Dr. Ingeniero Universidad Politécnica de Madrid (1996), España, Hidrólogo de la Universidad de Talca posee amplia experiencia en la formulación y ejecución de proyectos públicos y privados de innovación en hidrología ambiental y conservación de aguas, tesis de grados y además posee varias publicaciones científicas, libros y capítulos de libros.

Ing. Claudio Olivares Santelices

Es Ingeniero Forestal e Investigador del Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental de la Universidad de Talca, Chile. Su principal área de especialización es la formulación y ejecución de proyectos públicos y privados de innovación en hidrología ambiental y otras temáticas de ingeniería de los recursos hídricos.

Ing. Mauricio Vera Camiroaga

Es Ingeniero Forestal e Investigador del Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental de la Universidad de Talca, Chile; se ha especializado en temas relacionados con el manejo forestal, la conservación de aguas y suelos y la hidrología superficial.

Walter Enrique Frohlich Albrecht

Es Ingeniero Agrónomo y empresario agrícola. Agricultor productor de frutas y Hortalizas. Representante de una productora de lácteos y empresario de la Junta de Vigilancia del Río Lontué.

Background Investigadores colaboradores

Ph.D. Pablo García Chevesich El Dr. García-Chevesich es Ingeniero Forestal de la Universidad de Chile, Máster en Manejo de Cuencas de la Universidad de Arizona y Doctor en Ingeniería en Biosistemas de la misma universidad. Es un experto en el manejo sustentable de los recursos naturales, la hidrología de cuencas, el control de la erosión y la lucha contra la desertificación. Se desempeña como profesor asistente del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona.

Rodrigo Valdés es Ingeniero Forestal e Investigador de la Universidad de Talca, Chile; se ha especializado en la formulación y ejecución de proyectos públicos y privados de innovación en hidrología ambiental y otras temáticas ingenieriles. Actualmente es estudiante de postgrado en la temática de hidrogeología en el Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona.

Background Ejecutivo FIA

MSc. Ing. Rodolfo Cortés

Es Ingeniero Agrónomo Msc. (Universidad Politécnica de Madrid) y Ejecutivo de la Fundación para la Innovación Agraria FIA, del gobierno de Chile. Encargado del Sector de Gestión de organizaciones sin ánimo de lucro de la Región de O'Higgins.

Background Académicos e Investigadores visitados

PhD. "Larry" Winter

Trabaja en el departamento de Hidrología y Recursos hídricos desde el 2009. Además ha trabajado en el Centro Nacional de Investigación Atmosférica y en el grupo de investigación y aplicaciones computacionales, ha sido científico asesor del gobierno de Nuevo México, y director del centro de científicos sénior en el instituto de Matemática aplicada a la Geociencia.

Líneas de Investigación de Interés:

Applying the theory of stochastic processes to model surface and groundwater flows and to evaluate risks to environmental systems.

Professional Societies and Affiliations:

Miembro de la Unión Americana de Geofísica

Cursos: Ciclo Hidrológico, Sistemas de riesgos medio ambientales

PhD. Thomas Maddock III

El Dr. Maddock es profesor y formador del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos (2005-2010) de la Universidad de Arizona. Co-director del laboratorio de estudios de zonas ripárias y centro de investigación de sustentabilidad de hidrología semiárida y áreas ripárias de la Universidad de Arizona. Posee un Pregrado en Matemáticas en la Universidad de Houston, un Msc en Aplicación Matemática y un PhD en Ingeniería de Medio Ambiente ambos de la Universidad de Harvard. Es especialista en sistemas de análisis de aguas subterráneas para el Servicio Geológico de los Estados Unidos. Es profesor de cursos como Aplicación de Modelos de Aguas Subterráneas, sistemas de manejo de recursos hídricos y tópicos de hidrología sub-superficial y modelación.

PhD. Juan B. Valdés

Ingeniero civil y Msc en Ingeniería Civil y PhD en recursos hídricos del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Es el actual director del SAHRA (centro de investigación de sustentabilidad de hidrología semiárida y áreas ripárias) y fue anteriormente el director del departamento de Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica (1997-2008). Académico asesor de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela (Caracas), donde fue el director del programa de graduados de Hidrología y Recursos Hídricos. Además ha sido director de la división de recursos hídricos y oceánicos mediomambientales de la Universidad de Texas. Imparte cursos de postgrado como Hidrología Estocástica, Sistema de Manejo de recursos hídricos

PhD Sharon Megdal

Dra. en Economía de la Universidad de Princeton, 1981, es directora del Centro de Investigación de Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona. Además es profesora y especialista en el Departamento de Agricultura y Recursos Económicos. Su trabajo se ha centrado en la gestión regional de los recursos hídricos y la política de áreas de interés, incluyendo almacenamiento y recuperación, además de los enfoques regionales para la gestión del agua, la restauración de los ecosistemas, y el papel del

sector privado en el suministro de agua. También escribe una columna política pública para los Recursos de Agua de Arizona, el bi-mensual Water Research Resources y regularmente hace presentaciones sobre los problemas del agua a diversas audiencias.

PhD Paul A. "Ty" Ferre

El Dr. Ferré es licenciado en Ingeniería Geofísica de la Escuela de Minas de Colorado. Además es Doctor en Ciencias de la Tierra de la Universidad de Waterloo, en Ontario, Canadá, (1997). Actualmente es profesor del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona, y pertenece al SAHARA (Centro de investigación de sustentabilidad de hidrología semiárida y áreas riparias de la Universidad de Arizona), investigación relacionados con el agua, centrado en la integración con las fortalezas disciplinarias en ciencias hidrológicas, ecológicas y físicas. Sus líneas de investigación son los procesos zona vadosa, especialmente recarga de acuíferos e infiltración y monitoreo geofísico en la zona no saturada, y el uso de los modelos científicos para la toma de decisiones.

Bsc. Wally Wilson.

Conduce y Maneja los recursos hídricos en el departamento de Tucson Water, empresa líder en el aprovisionamiento de agua en la ciudad. Es responsable del manejo del agua potable, el agua reclamada por más de 70.000 usuarios. Es el encargado de supervisar los proyectos hidrológicos de recarga de acuíferos y es el designado para la operación y monitoreo de la recarga y recuperación hídrica en los proyectos de Tucson Water. Ha estado involucrado en muchas investigaciones y proyectos de aguas subterráneas, manejo y remediación por más de 20 años.

PhD Jennifer C. McIntosh

Académica e investigadora enfocada en la química elemental y los isótopos de aguas superficiales, subterráneas, fluidos salinos, gas natural, tiempos de residencia de los caudales y flujos de gas y procesos de bioquímica. Ha trabajado en proyectos de análisis de laboratorio, de geoquímica y modelación hidrológica. Es profesora asociada y miembro de la Unión Americana de Geofísica y de la Sociedad Geológica de América e imparte cursos universitarios como Isotopos trazadores en Hidrogeología, Tópicos avanzados en Geoquímica, Calidad del agua en el medio ambiente

Msc. Greg Hess

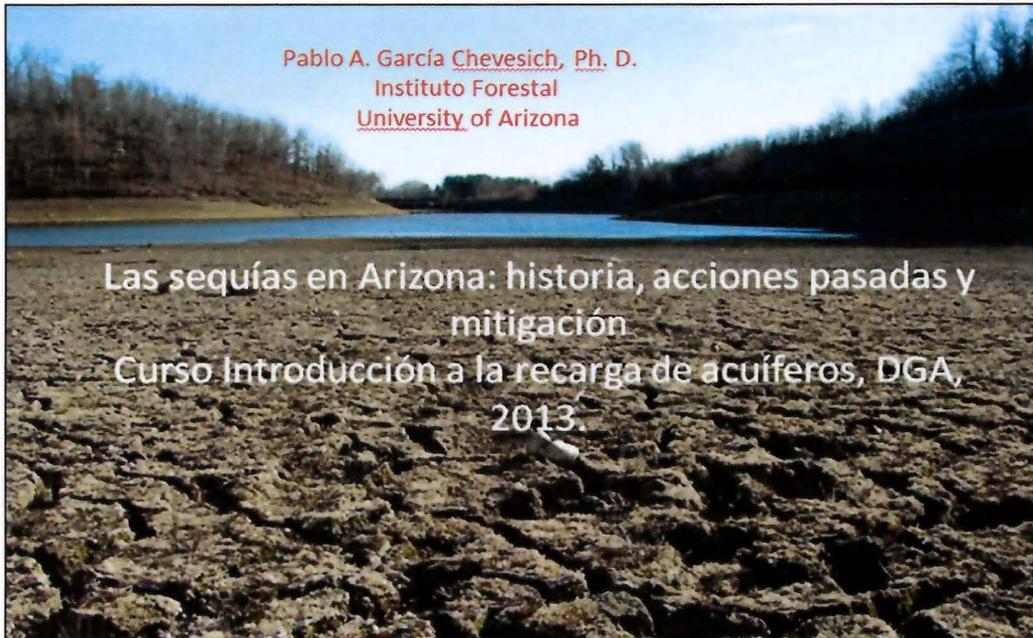
Formación Académica: Msc en Geociencias de la Universidad de Arizona, 1992, BS, Geología, Arizona State University, 1987. Ha trabajado desde 1991 con los gobiernos locales, proveedores de agua, promotores, agencias estatales, intereses mineros y otras organizaciones sobre los estudios de hidrología, uso del suelo y las evaluaciones de la calidad del agua. Conoce técnicas de abastecimiento de agua, lo que le permite conocer la protección del acuífero y demás normas relacionadas con el agua. Experimentado en los estudios isotópicos y geoquímicos estables y la modelación hidrológica.

Bsc. Don Hanson

Director de Clear Creek Associates, con más de 27 años de experiencia en recursos hídricos y medio ambiente, se ha convertido en un reconocido experto en proyectos de recursos hídricos, así como la investigación y remediación ambiental. Dirige varios proyectos para clientes del sector privado, público y minería relativos a las investigaciones hidrogeológicas del acuífero, el almacenamiento y la recuperación, el desarrollo de abastecimiento de agua, el agua y la planificación general, la reutilización y el abastecimiento público. Ha supervisado la recuperación de suelos y aguas subterráneas y el riesgo el cierre de sitios afectados por los disolventes clorados, pesticidas, metales y otros compuestos peligrosos. Actualmente se desempeña como asesor técnico para los grandes proyectos petroleros de liberación y experto técnico de la comunidad regulatoria.

- Material de apoyo en actividades de difusión y transferencia en la Segunda Etapa de la Gira Tecnológica.
 - Diapositivas principales estudio Dr. Pablo García de sequías en Arizona y soluciones concretas para la recarga de acuíferos (las restantes se entregan en las presentaciones completas que van en el CD/DVD).

a) Tema introductorio de charla:



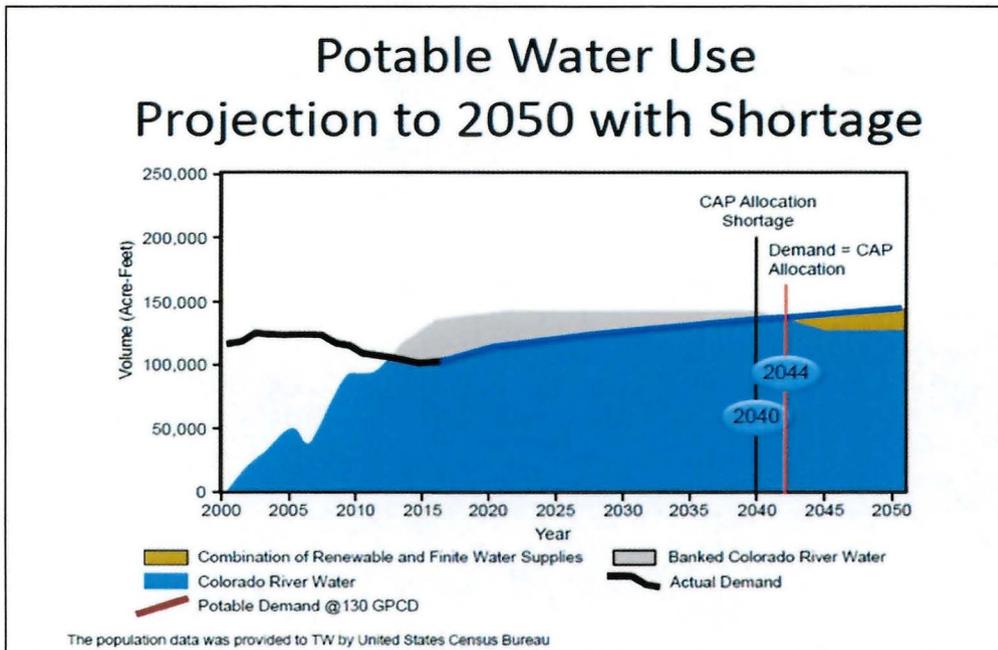
b) Experiencias a nivel Estado de Arizona



c) Pruebas y estudios realizadas:



d) Estadísticas asociadas:



e) Planes de Manejo de Cuenca:



f) Recomendaciones:

Recomendaciones para Chile

- Creación de un sistema nacional de monitoreo de sequías
- Construcción de canales similares al CAP
- Recarga de acuíferos
- Cosecha de aguas lluvia
- Tratamiento y uso de aguas servidas (agua y lodos)
- Generación de planes de manejo de cuencas
- Acumulación de nieve
- Cambio de la cultura del agua

- Programa Curso Metodologías para la recarga de acuíferos.

CURSO “INTRODUCCIÓN A LA RECARGA DE ACUÍFEROS”

Lugar: Ministerio de Obras Públicas, DGA,

Santiago.

Fecha: Martes 26 de Marzo 2013.

Hora: 15:00 hrs.

Nº Asistentes: 20 profesionales (DGA, DOH, Universidad de Talca, Gobierno Regional del Maule, Junta de Vigilancia del río Lontué).

Este curso considera al experto norteamericano Dr. Paul “Ty” Ferré en metodologías ligadas a la recarga de acuíferos y la infiltración de aguas superficiales. Además de la presentación introductoria del Dr. Pablo García-Chevesich, ambos profesores del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona quienes ha sido invitados como parte de la difusión de un proyecto FIA asociado a Giras Tecnológicas.

Programa Curso Introducción a la Recarga de Acuífero:

Objetivo del curso: El curso contempla una visión bastante amplia de lo que es la recarga de acuíferos, además de la intención de promover la discusión de los conceptos más importantes, por eso que es apropiado para un público asistente que conoce los conceptos generales y las temáticas asociadas a la hidrología subterránea de forma generalizada.

FECHA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
Martes 26/03/13	<ul style="list-style-type: none"> - 15:00 Recepción Sub-Director DGA - 15:10 Palabras de introducción ejecutivo FIA - 15:20 Introducción a la recarga de Acuíferos en Tucson, Arizona (Expositor Dr. Pablo García-Chevesich, Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos, Universidad de Arizona). <p>El Dr. García-Chevesich es Ingeniero Forestal de la Universidad de Chile, Máster en Manejo de Cuencas de la Universidad de Arizona y Doctor en Ingeniería en Biosistemas de la misma universidad. Es un experto en el manejo sustentable de los recursos naturales, la hidrología de cuencas, el control de la erosión y la lucha contra la desertificación, considerando los efectos del cambio climático y enfocándose en el beneficio de comunidades locales. Actualmente se desempeña como profesor asociado en el departamento de hidrología, de la universidad de Arizona, donde dicta cursos en control de erosión y recuperación de tierras en América de Norte, Centro, Sur y Europa. Es investigador asociado del Instituto Forestal de Chile y trabaja conjuntamente en proyectos de Investigación con la Universidad de Talca, en el Centro de Hidrología Ambiental de esa universidad.</p>

Temáticas abordadas:

- Descripción de la problemática hídrica, resuelta en Arizona
 - Descripción de las actividades que realizan las entidades visitadas en la gira tecnológica de la Universidad de Talca
 - Propuestas y mejoras para el estado de Arizona en temáticas hídricas.
- **15:40** Curso introducción a las metodologías de recarga de Acuíferos (Expositor Dr. Paul Ferré, Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos, Universidad de Arizona). Temáticas abordadas en la presentación.

El Dr. Ferré es licenciado en Ingeniería Geofísica de la Escuela de Minas de Colorado. Además es Doctor en Ciencias de la Tierra de la Universidad de Waterloo, en Ontario, Canadá, (1997). Actualmente es profesor del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona, y pertenece al SAHARA (Centro de investigación de sustentabilidad de hidrología semiárida y áreas riparias de la Universidad de Arizona), cuya misión es promover y facilitar el desarrollo de proyectos de investigación relacionados con el agua, centrado en la integración con las fortalezas disciplinarias en ciencias hidrológicas, ecológicas y físicas que la Universidad de Arizona posee. Sus líneas de investigación son los procesos zona vadosa, especialmente recarga, monitoreo geofísico en la zona no saturada, y el uso de los modelos científicos para la toma de decisiones y negociaciones entre los interesados en temáticas de infiltración y recarga de acuíferos.

Temáticas abordadas:

- Definición de Recarga:
1. Visualización de la zona no saturada
 2. Balance de masa

- **16:00** Coffe Break

Continuación curso, Temáticas:

- Escala de tiempo de recarga
- Propiedades hidráulicas del suelo
 - La zona no saturada como filtro
 - Ejemplo de cálculos
- Medición de la recarga
- Inferencia de calibración del modelo
 - Mediciones directas
 - Mediciones geoquímicas
 - Mediciones de temperatura

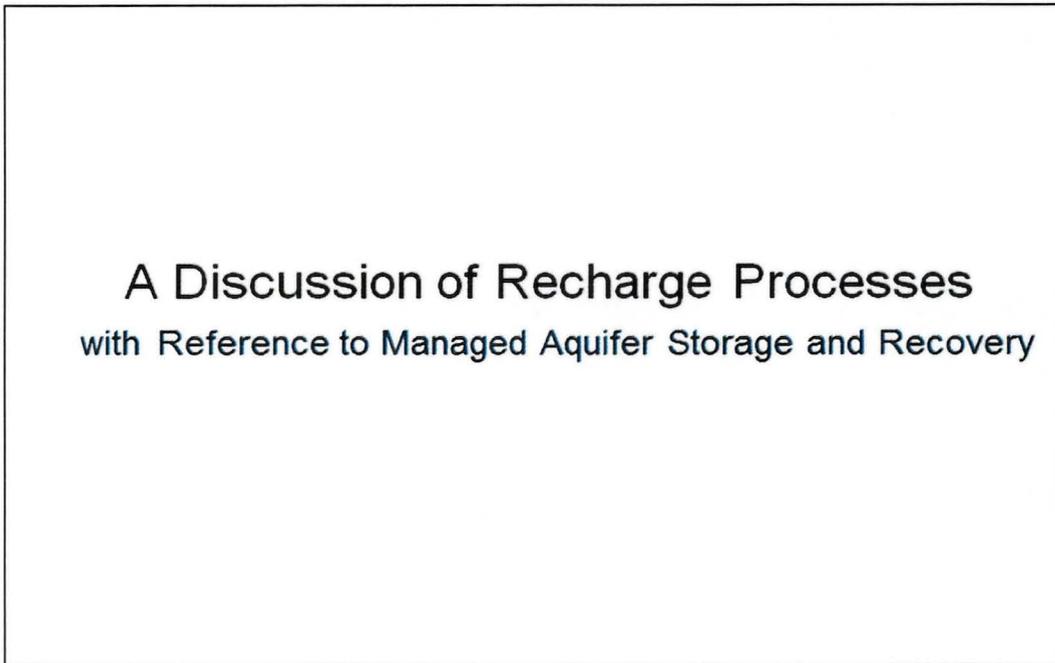
- Mediciones geofísicas
- Selección de sitios para la gestión de la recarga
 - ¿Qué controla la recarga?
 - Consideraciones para la recarga y la recuperación
 - Marco directo al apoyo de las decisiones en la temática
- Discusión final de los procesos con referencia en el almacenamiento y recuperación de acuíferos y cierre del curso.
- **18:15** Palabras de cierre del curso Dr. Roberto Pizarro, director Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental, Universidad de Talca.
- **18:30** Entrega de Certificados de Asistencia al curso y finalización actividad.

- Tríptico Informativo Actividades Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental

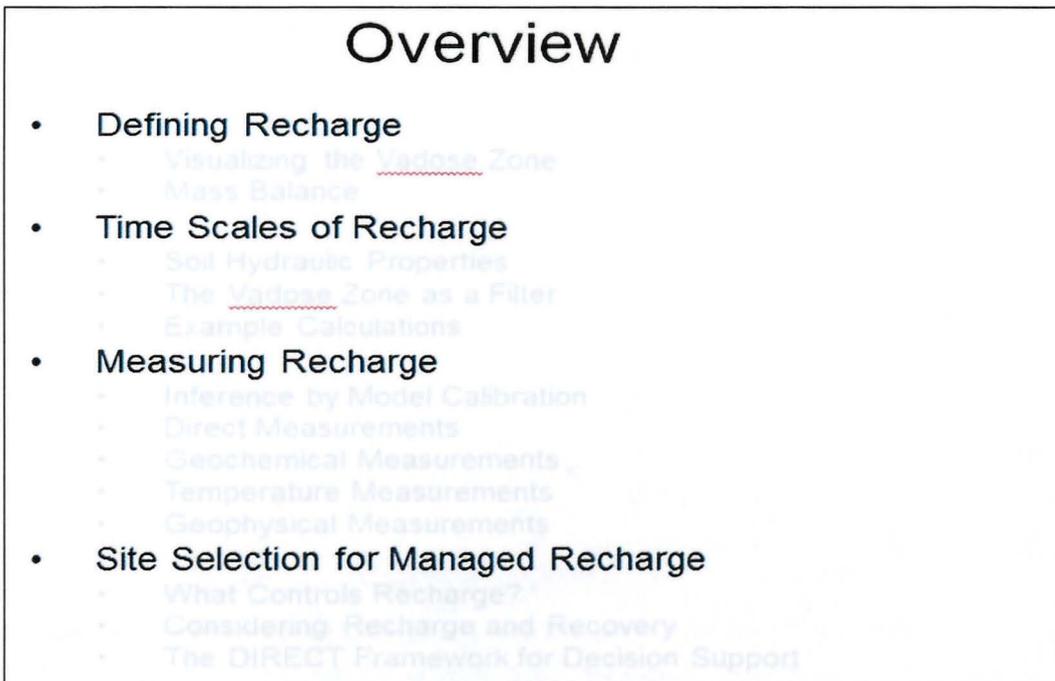
<p>MISIÓN-VISIÓN CTHA</p> <p>Misión: Generar lineamientos técnicos estratégicos de tipo ambiental y económico que permitan dar sustentabilidad a la gestión de los recursos naturales, especialmente a los recursos agua y suelo, entregando respuestas ingenieriles que permitan su utilización concreta en amplios espectros productivos y sociales, en base a la aplicación de métodos científicos conocidos y a la generación de nuevos esquemas metodológicos.</p> <p>Visión: Como equipo interdisciplinario, formado por especialistas de alto nivel en la gestión e investigación de los recursos agua y suelo, tiene las capacidades para desarrollar investigación de punta y generar resultados aplicables en el ámbito productivo, social y ambiental.</p> 	  <p>INGENIERÍA FORESTAL</p> <p>Facultad de Ingeniería Forestal</p>	 <p>Es un equipo multidisciplinario de investigación conformado por especialistas de diversas áreas ligados a la hidrología y al medioambiente. Así, agrupa a investigadores de las Facultades de Ingeniería Forestal, de Ingeniería, de Ciencias Empresariales y de Derecho, además del Instituto de Química, todos pertenecientes a la Universidad de Talca. Asimismo, posee alianzas con las Universidades de Arizona, Politécnica de Madrid y de Córdoba (España), así como con el Programa Hidrológico Internacional (PHI) y la Iniciativa Internacional de Sedimentos (ISI), ambas de UNESCO, y con el Centro del Agua para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, CAZALAC.</p> <p>Como investigadores, nuestro accionar se centra en la gestión de recursos naturales, especialmente, aguas y suelos, abordando temas como la disponibilidad de agua en términos espaciales y temporales, y su uso eficiente desde una perspectiva productiva y ambiental.</p> <p>http://ctha.otalca.cl</p>
--	---	--

- Diapositivas principales curso de recarga de acuíferos Dr. Paul Ferré (las restantes se entregan en las presentaciones completas que van en el CD/DVD y que incluyen fotografías de la actividad).

a) Temática del curso:



b) Tópicos del curso:



c) Concepto Global zona saturada:

The Vadose Zone

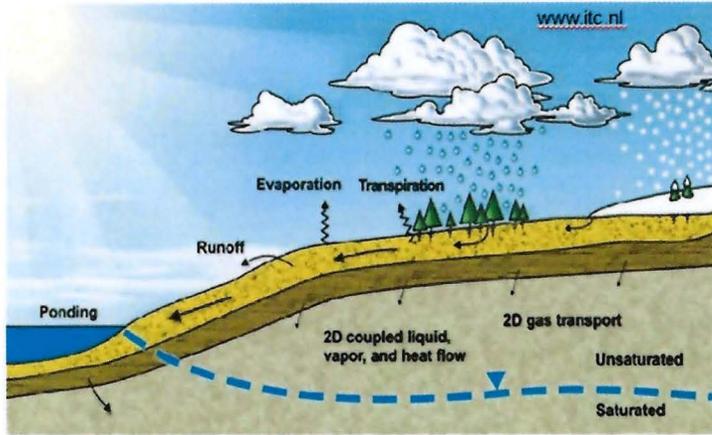
The region between the ground surface and the ground water table.

Varies in thickness in space and time.

Zone of high biological activity. Processes can be controlled by flow of air and water.

Process rates range from highly dynamic to very slow in space, depth, and time.

Measurement options are limited.



The diagram illustrates a cross-section of the ground. At the top, there are clouds and rain. Arrows indicate 'Evaporation' and 'Transpiration' (from trees) moving upwards. 'Runoff' is shown on the surface. 'Ponding' is shown in a low area. Below the surface, a dashed blue line represents the 'Water Table'. The area above the water table is labeled 'Unsaturated' and '2D coupled liquid, vapor, and heat flow'. The area below the water table is labeled 'Saturated' and '2D gas transport'. The website 'www.itc.nl' is visible in the top right corner of the diagram.

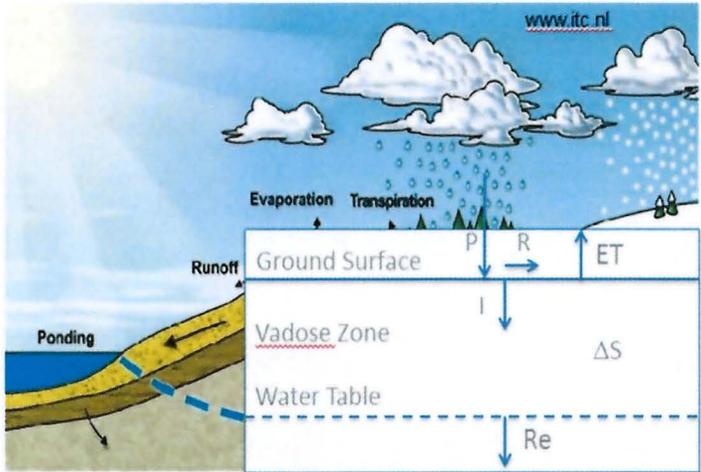
d) Balance de Masa (equilibrio del sistema):

Mass Balance

We can often simplify the vadose zone into a one dimensional system. The water mass balance is:

$$P-R-ET-Re = \Delta S$$

Notice that infiltration is not included.



The diagram shows a cross-section of the ground with a box highlighting the mass balance components. The box is divided into three horizontal sections: 'Ground Surface', 'Vadose Zone', and 'Water Table'. At the 'Ground Surface', there is a downward arrow for precipitation 'P', a rightward arrow for runoff 'R', and an upward arrow for evaporation and transpiration 'ET'. In the 'Vadose Zone', there is a downward arrow for infiltration 'I' and a change in storage 'ΔS'. At the 'Water Table', there is a downward arrow for recharge 'Re'. The website 'www.itc.nl' is visible in the top right corner of the diagram.

e) Propiedades hidráulicas del suelo:

Soil Hydraulic Properties

In general, our concept of which materials are more permeable is based on their behavior in saturated systems.

For example, we would estimate that sand is about 5 orders of magnitude more permeable than silt.

f) Cálculo de tasas de infiltración del suelo:

Infiltration Calculations

Under transient conditions, we can approximate infiltration as a 'step' process. Then, the velocity of the wetting front follows:

$$v_{wf} = q / (\theta - \theta_i)$$

Consider a silt with a steady flux of 0.55 cm/s, an initial water content of 0.137, and a water table depth of 10 m.

$$v_{wf} = (0.55 \text{ cm/d}) / (0.30 - 0.137)$$

$$v_{wf} = 3.36 \text{ cm/d}$$

$t = 1000 \text{ cm} / (3.36 \text{ cm/d})$
 $t = 297 \text{ days}$
 $t = 0.82 \text{ years}$

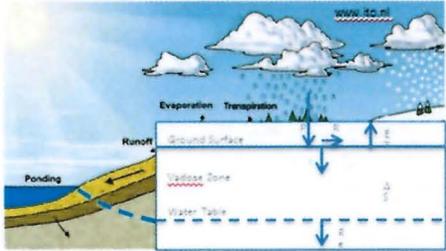
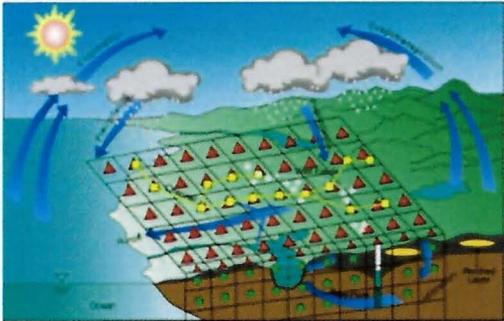
g) Calibración de modelos:

Inference by Model Calibration

We can often simplify the vadose zone into a one dimensional system. The water mass balance is:
 $P - R - ET - Re = \Delta S$

Similarly, we can develop a mass balance equation for the saturated zone:
 $Re + GW_{in} - GW_{out} - P = \Delta S$

Often, we estimate Re as a residual in this mass balance. The accuracy of this approach depends on how well all other terms are known.

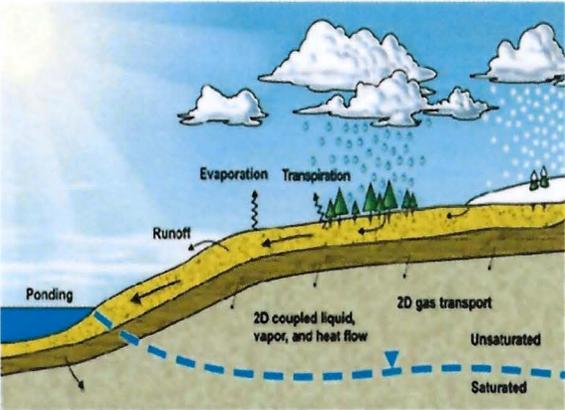
h) Utilidades y control de recarga de acuíferos:

What Controls Recharge?

The potential infiltration depends on the balance between precipitation and ET.

The actual infiltration depends on the near surface hydraulic conductivity. This can depend on the water content for rapid, infrequent storms.

Ultimately, recharge depends on deep drainage. But, the timing of recharge depends on vadose zone processes.



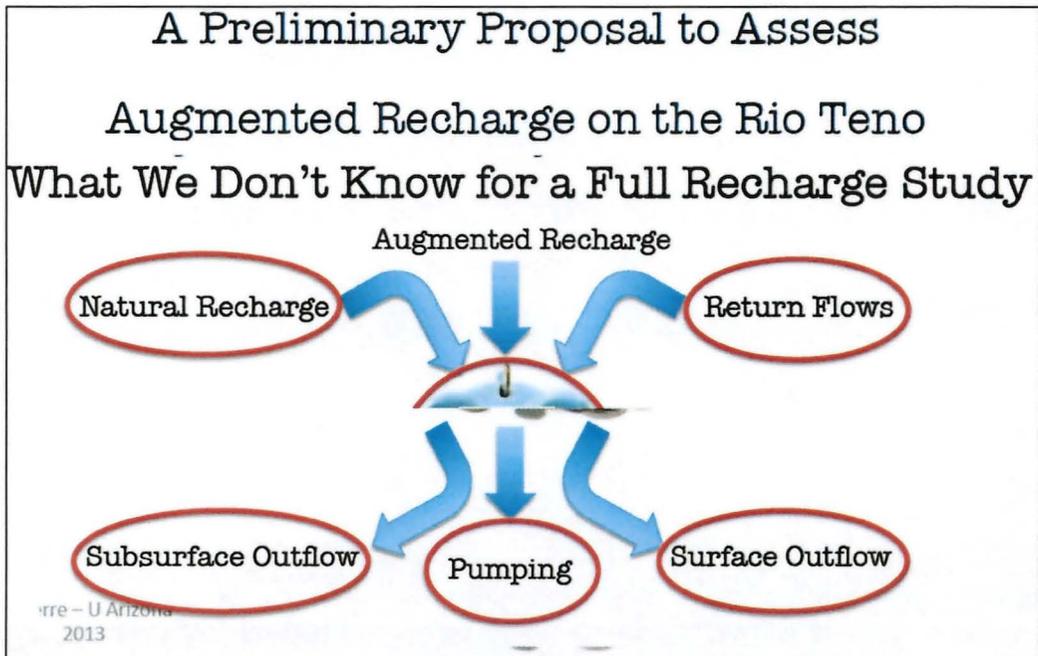
i) Discusiones finales:



- Material de apoyo de estudio preliminar de recarga de acuíferos para la cuenca del Mataquito.

- Diapositivas principales estudio de recarga de acuíferos en cuenca del Mataquito.

a) Lo que se requiere estudiar:



b) Propósito preliminar:

A Preliminary Proposal to Assess Augmented Recharge on the Rio Teno

Phase I: Potential Augmented Recharge Investigation

1. Quantify the amount of water to be stored in the subsurface, the necessary rate of storage, and the desired time of recovery;
2. Assess the available storage per unit increase in water table elevation within the floodplain of the Rio Teno;
3. Assess the infiltration capacity at representative locations within the floodplain;
4. Assess the transmissivity of the aquifer within the floodplain.

c) Propósito secundario:

Phase II: Natural Recharge Assessment

1. Assess natural recharge rates along the Rio Teno under a range of flow conditions;
2. Determine how natural and augmented recharge can be managed most effectively and efficiently.

Work with stakeholders to plan for water needs under current conditions and future scenarios.

Use existing flow records to determine how quickly water would have to be recharged to capture peak flow.

Work with stakeholders to determine how long recharged water would have to remain in storage to be useful.

d) Información relevante generada para levantamiento de estudio profundizado:

Map the ground surface and the water table elevation and assess the porosity of the streambed aquifer. Calculate the available storage in zones extending from the river channel.

Map soil types throughout the river channel. For each soil type, conduct local infiltration tests to assess the steady state infiltration rate. Conduct a small number of larger scale tests if initial tests are promising. Determine the area necessary to infiltrate the desired volume of augmented recharge.

Conduct pumping tests in the deepest wells with the longest screens in or near the floodplain. Use these values to infer the rate of downgradient subsurface flow based on water table maps. Calculate the rate of downgradient flow based on a uniform water table increase in the area of augmented recharge.

- Fotografías estudios realizados en terreno (las restantes fotos van en el CD/DVD).

a) Visita zona de estudio y análisis del sector:



b) Vista Global de la cuenca del Mataquito:



Ficha de perfil de proyecto I+D Aplicada en recarga de acuíferos elaborada en la propuesta.

PERFIL I+D de Aplicación Desarrollado a partir de la Gira Tecnológica

ANTECEDENTES GENERALES:

- INVESTIGADOR PRINCIPAL: Roberto Pizarro (Universidad de Talca).
- EQUIPO DE INVESTIGACIÓN: Pablo García (Infor - Universidad de Arizona), Paul Ferré (Universidad de Arizona).
- NOMBRE TENTATIVO DEL PROYECTO: Implementación de un sistema tecnológico para la infiltración de aguas lluvias e incremento de la recarga de acuíferos, con fines de aumentar el potencial productivo del sector agro-forestal de una cuenca mediterránea, región del Maule.
- CALIDAD EN LA QUE LA UNIVERSIDAD DE TALCA PARTICIPA EN EL PROYECTO: Desarrollador
- CODESARROLLADORES: INFOR (Por definir).
- ASOCIADOS: Junta de Vigilancia Rio Lontué y Teno, Comisión Nacional de Riego (CNR), Dirección General de Aguas (DGA).
- UNIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA QUE PARTICIPAN EN LA PROPUESTA: Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental CTHA.
- ÁREA DE INVESTIGACIÓN: Agua y Energía
- SECTOR ECONÓMICO DE IMPACTO: Agricultura (Viticultura, Fruticultura, etc), Forestal
- PROCEDENCIA DE LOS FONDOS AL QUE POSTULA:
 - FONDOS NACIONALES
 - Nombre de la Institución convocante: Fondos por definir (FIA u otro)
 - Nombre del concurso: Concurso por definir

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA:

ITEM	<i>Elementos a abordar por la propuesta.</i>
<p>CUÁL ES EL PROBLEMA U OPORTUNIDAD A ABORDAR</p>	<p>Una situación que se viene acentuando en los últimos años y en muchas regiones de Chile y del mundo, dice relación con la oferta de agua que está disponible y que incide directamente en el desarrollo de las personas, la producción de alimentos y la estabilidad económica y productiva, entre otros aspectos.</p> <p>En este contexto, en muchas regiones de nuestro país, se ha verificado un fenómeno que dice relación con una oferta de agua, que si bien en términos generales parece ser estable, se ve sometida a fuertes presiones por demandas de agua crecientes que exigen conocer con la mayor precisión posible, cuáles serán las disponibilidades en ciertos periodos,</p>

hecho al cual no están ajenas las instituciones del Estado que poseen la tuición de gestión sobre los recursos hídricos.

La región del Maule, muestra que su principal actividad económica es la agricultura y es indiscutiblemente la actividad regional que genera el mayor uso consuntivo de los recursos hídricos, hecho que también se verifica a nivel nacional (CAPP, 2010). En este sentido, es importante señalar que la producción de agua de la región del Maule se basa en dos grandes cuencas hidrográficas; la cuenca del río Mataquito (6.190 km²) y la cuenca del río Maule (20.295 km²), las cuales poseen grandes diferencias en términos de superficie (Maule triplica a Mataquito) y de disponibilidad del recurso hídrico en la época estival (lo cual se encuentra asociado principalmente a la presencia de embalses), ya que la cuenca del Mataquito sólo cuenta con el Embalse El Planchón (capacidad máxima de 73 millones de m³) y en la cuenca del Maule existe un conjunto de embalses (La Laguna del Maule, Colbún y Bullileo, entre otros) que superan en más de 30 veces el volumen embalsado en la cuenca del Mataquito, lo cual permite regular de mejor forma, el proceso de abastecimiento de agua para los distintos usos productivos en toda la cuenca. De esta manera, la cuenca del Mataquito presenta una situación que se torna crítica, ya que de acuerdo a lo expresado por los principales administradores del recurso en la cuenca, aproximadamente el 84% del agua escurre directamente al mar. Sin embargo, y pensando en la utilización de un pequeño porcentaje de las aguas que escurren hacia el mar, podrían aumentarse de forma importante las áreas productivas de la cuenca que hoy carecen de riego, generando así una importante oportunidad de incrementar la capacidad productiva agroforestal para todos los participantes de la cuenca del Mataquito.

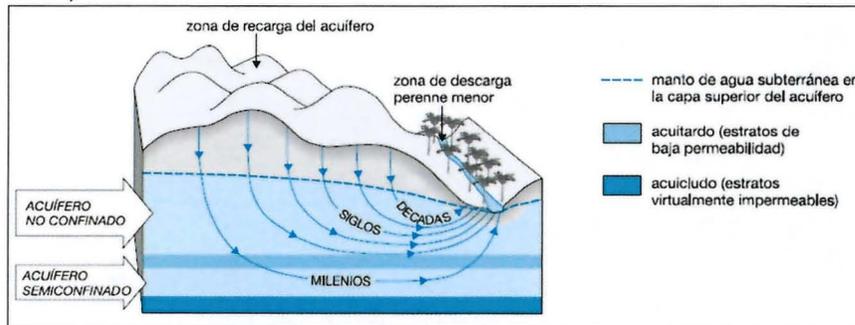
Una primera solución para dicha problemática, dice relación con la construcción de embalses que permitan regular el abastecimiento de las aguas de riego, sin embargo, esto requiere de una inversión económica altísima, que el estado chileno no ha podido realizar a la fecha; además, es importante agregar que el tiempo de ejecución de una obra de esta magnitud, toma alrededor de 10 a 15 años, considerando estudios de pre-factibilidad, factibilidad y desarrollo del proyecto propiamente tal. Por otra parte, y como una alternativa más viable, surge la infiltración de aguas lluvias con el objetivo de incrementar la recarga de acuíferos (Figura 1). En relación a lo anterior, la legislación chilena y particularmente en la modificación del código de aguas, se establece legalmente y en forma general (no determinado), la posibilidad de recargar acuíferos y la posibilidad de la utilización y extracción de las aguas infiltradas. Asimismo, se establece la obligación de la Dirección General de Aguas (DGA), para la entrega de derechos provisorios, respecto al acuífero recargado. Sin embargo, dicha reglamentación se encuentra aún en etapa de aprobación, pero se espera que esta se tramite en el corto plazo, debido a los escenarios de incertidumbre que actualmente se encuentran asociados a la disponibilidad del recurso hídrico, en distintas regiones del territorio nacional.

En este marco, surge la necesidad de contar con metodologías que permitan infiltrar el agua y generar una mayor recarga de los acuíferos, con el objetivo de poder planificar adecuadamente los cultivos, por el hecho de contar con disponibilidades conocidas del recurso hídrico para la época estival; de esta manera es posible asegurar el desarrollo de las actividades productivas de la cuenca. Lo anterior, tiene una alta relevancia, porque los

agricultores necesitan contar con técnicas que les permita anticipar en el tiempo una mejor gestión del agua, que ya sea por exceso o por defecto, lo que a su vez les define situaciones de importantes impactos económicos. Esto cobra una mayor relevancia desde el punto de vista agrícola, porque en situaciones de sequía o estrés hídrico, existe una mayor demanda por hacer una gestión del agua más eficiente (distribución ahorrativa del recurso).

Bajo el contexto mencionado, las causas del problema planteado, son la inexistencia de un sistema integral para establecer soluciones hídricas en el corto plazo, producto del bajo nivel de experticia en el manejo de equipos científicos-tecnológicos de medición; la inexistencia de métodos validados y confiables de medición; y la aplicación de metodologías de modelación que se basen en datos duros locales, que den cuenta de las situaciones particulares de la cuenca, todo lo cual impide detectar, comprender y predecir adecuadamente la disponibilidad del agua subterránea en contextos de variabilidad y/o cambio climático. En síntesis, el sistema de estimación y pronósticos de la disponibilidad hídrica de origen subterráneo, necesita estimarse a través de un sistema Gestión y Control de la recarga de acuíferos para el abastecimiento estival, de tal manera de mantener una adecuada planificación agro-forestal de la cuenca de río en estudio.

Figura 1. Régimen de flujo subterráneo y tiempos de residencia típicos de acuíferos importantes en condiciones climáticas semiáridas (Foster *et al.*, 2006).



Actualmente, estas relaciones no pueden ser establecidas en la cuenca dado que no existen los equipos científicos-tecnológicos que permitan determinar apropiadamente la cantidad de agua de origen subterráneo. Asimismo, no se cuenta con técnicas avanzadas para calcular los volúmenes de agua infiltrados, ni se han desarrollado metodologías de evaluación que permitan ligar desde una perspectiva matemática y estadística de calidad, las relaciones precipitación-escorrentía-infiltración. Adicionalmente, solo se tiene un incipiente conocimiento de metodologías ligadas a la ejecución de sondajes de pozos, para obtener respuesta de la cantidad de agua disponible en las napas subterráneas, situación en la cual se genera una alta incertidumbre en el accionar de los administradores y usuarios del agua de la cuenca. Por tanto y de acuerdo a lo anteriormente expresado, existe la oportunidad de mejorar el sistema de monitoreo del recurso y diversificar las formas de recargar agua para las épocas de necesidad hídrica. Para ello se requiere una innovación física y tecnológica de equipos que permitan diseñar e implementar un nuevo sistema de estimación, gestión y monitoreo de la disponibilidad hídrica en la temporada estival y en condiciones de sequías y esto con resultados concretos que reduzcan la incertidumbre de encontrar

los sectores más propicios para la recarga de acuíferos. En este sentido, conocer y determinar cuál o cuáles de las técnicas de infiltración existentes a nivel nacional e internacional, es la mejor alternativa de aplicación dentro de la cuenca, en función de la dificultad de implementación y de los costos de ejecución. Esto, resulta determinante dada la compleja situación futura que se prevé en torno a la disponibilidad de los recursos hídricos en la Región del Maule.

· *¿Es posible cuantificarlo?*

La experiencia internacional ha demostrado que con diversas técnicas científico-tecnológicas, se pueden lograr interesantes resultados con respecto a la cantidad de agua de origen subterráneo. Esto mismo ocurre al momento de calcular los volúmenes de agua infiltrados. Investigadores norteamericanos han desarrollado metodologías de evaluación que permiten ligar desde una perspectiva matemática y estadística de calidad, las relaciones precipitación-escorrentía-infiltración; además han trabajado directamente con modelación hidrogeológica. De acuerdo a esta experiencia y ligada a las experiencias nacionales, es que la oportunidad de mejorar el sistema de monitoreo del recurso y diversificar las formas de recargar agua para las épocas de necesidad hídrica, es necesaria, por cuanto permite diseñar e implementar un nuevo sistema de estimación, gestión y monitoreo de la disponibilidad hídrica en la temporada estival y en condiciones de sequías y esto con resultados concretos que reduzcan las incertidumbre de encontrar los sectores más propicios para la recarga de acuíferos.

· *¿Cuáles son las causas de la existencia de este problema (u oportunidad)?*

La causa principal del problema es la falta de metodologías concretas, que utilicen datos duros que permitan construir modelos físico-matemáticos con mayor exactitud. Así, esto permitiría identificar, dimensionar y estudiar las condiciones particulares de cada uno de los acuíferos existentes en la zona de estudio, particularmente en zonas del secano interior, donde la infiltración y recarga pueda generar importantes impactos positivos, tanto a nivel económico, productivo y social. Por ende, conocer estas metodologías para el aumento de la oferta de recursos hídricos y ello en términos de volúmenes disponibles, tiene una alta importancia a la hora de cuantificar la variabilidad de la cantidad de agua, tanto en el tiempo como en el espacio, ya que si bien esto es una tarea compleja, resulta esencial para determinar los niveles de producción y gestionar de manera precisa el recurso durante los períodos estivales y en épocas de sequía, sobretudo en regiones donde sus principales actividades económicas se desarrollan en base a la utilización del agua, actividades que actualmente no se están realizando o están en procesos de reconocimiento básicos de los acuíferos de algunas zonas del país.

· *¿De qué causas se va a hacer cargo el proyecto?*

El proyecto se enfocará en ofrecer nuevas metodologías y aproximaciones al conocimiento real del comportamiento de los acuíferos, a través de la incorporación de expertos ligados al recurso hídrico subterráneo; además se hará cargo de establecer zonas concretas para la recarga de acuíferos de tal manera de contar con reservorios de agua de forma constante en el tiempo, para suplir las necesidades de escases hídrica sobre todo en períodos estivales, para los agricultores que dependen de los ríos Lontué y Teno en el Mataquito.

· *¿Qué justifica o demuestra que las causas indicadas son aquellas que dan origen al problema?*

La falta de metodologías concretas para el conocimiento y gestión de los acuíferos es un problema latente en Chile como lo han reconocido autoridades del país y ello debido al desconocimiento que se tiene en como el acuífero se comporta, tanto en sus volúmenes y velocidades de infiltración. De conocerse estas variables, la gestión y planificación de los acuíferos sería más eficiente y precisa.

· *¿Hay publicaciones que así lo demuestren?*

Existen muchas publicaciones científicas ligadas al comportamiento de los acuíferos a nivel mundial, dentro de las cuales destacan publicaciones de investigadores líderes en la temática como lo son los profesores de la Universidad de Arizona en Estados Unidos. Por ejemplo el profesor Paul Ferré, experto en hidrología subterránea, hidrología de campo e hidrología de zona saturada ha estudiado el comportamiento de los acuíferos del estado de Arizona, destacando publicaciones como por ejemplo: *Stonstrom DA, Constantz J, Ferré TPA, Recarga de agua subterránea en las zonas áridas y semiáridas del suroeste de Estados Unidos, Servicio Geológico Estados Unidos; Hinnell AC, Ferré TPA, Warrick AW; Ferré TPA, Córdoba MC, Bombeo de análisis de pruebas basadas en mediciones de gravedad; Sharon LE, Ferré TPA, Peter A troch. Efectos de la conexión de la corriente del acuífero sobre los patrones de flujo local, Water Resources Research Volune 44/9. Además existen una serie de publicaciones del autor en diversas plataformas, como por ejemplo: <http://scholar.google.com/citations?user=6FzzanYAAAAJ&hl=en&oi=ao> las cuales demuestran que conociendo el comportamiento del acuífero más las pruebas en terreno, se hace menos compleja la modelación a futuro y para poder conocer los volúmenes existentes por cada punto e incluso por cuenca de estudio.*

En el caso de nuestro país y específicamente en la Universidad de Talca, existen variadas tesis de grado las cuales modelan caudales recesivos, a saber:

Balocchi, F. 2008. Modelación de caudales recesivos para periodos estivales en la cuenca del Estero Upeo, Región del Maule. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 102 p.

Caro, J. 2001. Modelación de caudales recesivos para la cuenca del Río Purapel, estación Nirivilo. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 121 p.

Guzmán, J. 1994. Modelación matemáticas de caudales recesivos para la cuenca del Río Achibueno, estación La Recova. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 62 p.

Martínez, E. 2004. Modelación de caudales recesivos para la cuenca del Río Lontué, estación Estero Upeo, en Upeo, VII Región del Maule, Chile. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 113 p.

Núñez, M. 2005. Propuesta y análisis de modelos matemáticos para la estimación de caudales recesivos en la cuenca del Río Lontué, estación Estero Upeo en Upeo, VII Región del Maule, Chile. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 102 p.

<p>CUÁL ES LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA O FORMA DE APROVECHAR LA OPORTUNIDAD</p>	<p><i>¿Cuál es la solución buscada?</i></p> <p>Aplicar una metodología acorde a las características de la zona de estudio, la cual permita caracterizar de forma completa y segura, como se comporta el acuífero. Así, los principales pasos metodológicos que podría tener el proyecto serían los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de la cuenca en términos geológicos e hidrogeológicos, en base a información pre existente. - Búsqueda de información de pozos existentes controlados y no controlados y comportamiento de los mismos, en la medida que se pueda. - Obtención de las pp medias de la cuenca en los últimos 20 años y definición de los caudales recesivos para la estimación por defecto (este cálculo subestima) de los volúmenes recesivos, para analizar el comportamiento de las reservas de agua de la cuenca. - Definición de pozos existentes y que pueden ser monitoreados en el plazo de un año, para ver cuál es el nivel piezométrico de los mismos, la calidad del agua en términos biológicos y químicos y su variación temporal y espacial. - Modelación hidrogeológica de la cuenca en una primera aproximación. - Realización de pruebas de terreno vía isótopos u otros mecanismos para definir zonas de recarga y/o de salida de aguas subterráneas. - Modelación hidrogeológica en segunda aproximación y definitiva para este proyecto. - Obtención de conclusiones y recomendaciones de actuación en la cuenca en estudio en relación a la recarga de acuíferos.
<p>CUÁLES SON LAS EVIDENCIAS DE QUE ES UNA SOLUCIÓN FACTIBLE Y COMPETITIVA</p>	<p><i>¿Por qué la solución del problema/oportunidad debe abordarse de la manera propuesta?</i></p> <p>La experiencia de otros países ha demostrado con pruebas concretas de que la metodología planteada, podría ser una solución a la problemática actual de los acuíferos de nuestro país. Esto queda demostrado con una Gira que realizaron investigadores del CTHA al estado de Arizona, en donde pudieron visualizar in situ metodologías de monitoreo y recarga de acuíferos, las que pueden adaptarse de acuerdo a la realidad geográfica de Chile, conociendo las implicancias legales que se abordan en torno a los recursos hídricos subterráneos, pero a través del I+D requerido, considerando lo que se tiene y lo que falta para conocer un comportamiento hidrogeológico de las cuencas chilenas.</p> <p><i>¿Por qué la solución es innovadora y no obvia?</i></p> <p>La solución no ha sido investigada en nuestro país, por lo que los resultados de la aplicación de esta metodología son inciertos. Sin embargo, la hipótesis indica que con aproximaciones físico-estadísticas, modelación en tiempo real y a futuro, la metodología propuesta debiese responder al comportamiento del acuífero a estudiar. La gran innovación es que los datos posibles de capturar en territorio chileno, más procesos de modelación hidrológico-matemático, es posible alcanzar niveles altos de precisión en el proceso de recarga y extracción de acuíferos.</p> <p><i>¿Hay publicaciones que así lo demuestren?</i></p> <p>Como se nombró anteriormente investigadores de la Universidad de Arizona, han logrado muchos avances en modelación y aproximaciones físico estadísticas para caracterizar de mejor forma el comportamiento de los acuíferos, es así como el mismo investigador nombrado anteriormente más una serie de académicos han publicado muchos artículos relacionados,</p>

dentro de los cuales destacan; Kawamoto. K, Ferré TPA, Tuller, M. La vinculación de los modelos Gardner y Campbell para la retención de agua y conductividad hidráulica en zonas casi saturadas de suelo, revista Ciencias del suelo, v 171, no. 8:573-584; Binley AM, Cassiani G, Ferré TPA, Procesos de zona no saturada, Ciencia y Tecnología Lancaster para el Medio Ambiente; Hogan JF, Eastoe C, Ferré TPA. Escala de cuencas de recarga en el suroeste de los Estados Unidos. Servicio de física abstracta Nasa, además de una serie de publicaciones presentadas en el siguiente link: http://scholar.google.com/citations?hl=en&user=6FzzanYAAAAJ&view_op=list_works&cstart=180

· ¿Existen otros proyectos y o trabajos que hayan abordado este problema u oportunidad detectada? ¿En qué nivel de desarrollo?

Es importante informar que en nuestro país, algunas empresas y organizaciones, sin apoyo estatal, están levantando estudios e incluso desarrollan proyectos piloto para analizar la factibilidad de recargar acuíferos, de modo de infiltrar agua a un “embalse subterráneo” en épocas de abundancia, para extraerla del acuífero en época de necesidad. En el ámbito del riego y de las organizaciones de regantes, la Sociedad del Canal de Maipo (SCM), la cual es apoyada por especialistas de la Universidad de Chile, analiza la posibilidad de infiltrar agua en algunas zonas de su área geográfica de influencia. Sin embargo, lo anterior es sólo una parte del proceso total, por lo tanto es importante agregar los distintos niveles que participan en el proceso de gestión de la recarga de acuíferos. Adicionalmente, Vargas (2004), ha definido un programa de monitoreo de las aguas subterráneas, el cual se realiza en pozos construidos o adecuados para este fin, los que deben cumplir con condiciones técnicas específicas y eso no está muy claro hoy en día.

Por otra parte se puede precisar que a nivel mundial los distintos actores de las cuencas hidrográficas de zonas áridas y semiáridas han logrado solucionar sus problemáticas en torno a la necesidad de agua dado que se han centrado en conocer el comportamiento de sus aguas subterráneas, su infiltración y recarga; tal es el caso internacional que sucede en el estado de Arizona, del cual los investigadores del CTHA han podido corroborar directamente a través de una gira tecnológica, dentro de lo cual han presenciado proyectos tales como: Tucson Water, el cual es un departamento de la ciudad de Tucson, Arizona, encargado del manejo de las aguas públicas del condado, a fin de satisfacer las demandas de clientes residenciales, comerciales e industriales, tanto dentro como fuera de los límites de la ciudad.

Otro proyecto es el Central Arizona Project (CAP), el cual transporta importantes abastecimientos de agua dulce del río Colorado a millones de personas en el centro y sur de Arizona. CAP fue creado durante el periodo 1971-1993 por el Gobierno Federal a través de la ley de Reclamación de los Estados Unidos. En 1971, el Estado de Arizona creó el Distrito de Conservación de Agua de Arizona Central (CAWCD) para administrar el CAP. Actualmente, CAP es un sistema de acueductos, túneles, estaciones de bombeo y tuberías con una longitud de 336 millas (540 km aprox.). El agua de CAP es el mayor recurso individual de agua renovable en el estado de Arizona.

PERTINENCIA DE
LA PROPUESTA
RESPECTO AL
FONDO DE
FINANCIAMIENT
O

· *¿Por qué el problema/oportunidad debe abordarse mediante un proyecto de I+D?*

Las características morfológicas de nuestro territorio, hacen que la aplicación de una nueva metodología conlleve una investigación de por medio, por cuanto cada zona tiene características diferentes y éstas tienen diferentes comportamientos.

· *¿Por qué este proyecto responde a los objetivos del concurso?*

Debido a que la metodología propuesta, no se ha experimentado en Chile a nivel de monitoreo de cuenca y sólo se conocen un par de pruebas pilotos sin el estudio profundizado. Asimismo, concretamente busca implementar y adaptar un sistema tecnológico para desarrollar alternativas de infiltración de aguas lluvias y caudales invernales, a fin de incrementar la recarga de acuíferos y el potencial productivo del sector agro-forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule, lo que lleva consigo la solución de un problema evidente de desconocimiento del comportamiento de las aguas subterráneas que puedan considerarse como reservas en períodos estivales de escasez hídrica.

· *¿Cuál es el componente de investigación científica más importante del proyecto?*

La solución propuesta, debe ser abordada científicamente a través de la modelación hidrogeológica de vanguardia (metodología nueva en Chile) y las tecnologías de punta en la medición de aguas subterráneas, de tal manera de crear sistema de estimación del recurso hídrico de la cuenca en estudio, mejorando el conocimiento y capacidad de predicción del principal aporte proveniente de las crecidas y los caudales recesivos y ello con el objetivo de fomentar la distribución ahorrativa del mismo (gestión del agua). Asimismo, se deben integrar al estudio, el monitoreo de todas las variables que inciden directamente en la infiltración de agua en los suelos, de tal manera de generar metodologías ajustadas a la realidad de las juntas de vigilancia, permitiéndoles hacer uso de datos de entrada, a partir de productos generados por el equipo de trabajo del proyecto y así estudiar constantemente el comportamiento de dichas variables y el monitoreo de los acuíferos, para la toma de decisiones en la cuenca.

· *¿Cuál es la contribución que el proyecto podría realizar en este ámbito?*

La contribución propuesta para el proyecto I+D, busca a través de nuevas metodologías desarrollar un sistema de control y gestión para la recarga de acuíferos, el cual mejore las estimaciones de los volúmenes de agua de origen subterráneo y que pueda determinar la cantidad disponible por unidad de superficie, ya sea con relaciones hídricas, técnicas y/o metodológicas, estudiadas en muchas partes del mundo y que poseen buenos resultados de estimación. Todo lo anterior, permitirá caracterizar la cuenca del Mataquito, logrando generar estimaciones con mayor precisión y antelación para una adecuada toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico, el cual en términos consuntivos, es mayormente usado en la época estival. De esta manera, se podrá otorgar un sólido apoyo técnico a la Junta de Vigilancia del río Lontué y Asociación de Canalistas del río Teno, en términos de investigación sobre posibles mejoras en los procesos de estimación de volúmenes y caudales subterráneos, permitiéndoles una eficiente evaluación y gestión del recurso hídrico en situaciones normales y extremas.

<p>CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO</p>	<p><i>Considere un objetivo general y nos más allá de 5 objetivos específicos</i></p> <p>Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Implementar y adaptar un sistema tecnológico para desarrollar alternativas de infiltración de aguas lluvias y caudales invernales, a fin de incrementar la recarga de acuíferos y el potencial productivo del sector agro-forestal de la cuenca del río Lontué, Región del Maule. <p>Objetivos Específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear metodologías concretas para caracterizar el recurso subterráneo, como base de la factibilidad técnica de la implementación de obras de infiltración en la cuenca del Mataquito. - Modelar el comportamiento de los acuíferos disponibles en diferentes puntos de la cuenca del Mataquito. - Establecer zonas de posible infiltración y recarga de acuíferos en los diferentes puntos de estudio en la cuenca del Mataquito.
<p>CUÁLES SON LOS PRINCIPALES RESULTADOS DE SU PROYECTO</p>	<p>RESULTADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Resultados de producción</i> <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo de un Sistema de Gestión y Control de la recarga de acuíferos para el abastecimiento estival, con fines de aumentar la disponibilidad de agua lo que permitiría, por un lado, mejorar la productividad de los suelos y por otro, desarrollar nuevos negocios en el ámbito agro-forestal de la cuenca del río Mataquito, Región del Maule", con posibilidades para replicar en cuencas similares. - Mayor precisión en la estimación de la disponibilidad subterránea del recurso hídrico en la época estival, lo cual define una planificación más eficiente y por consiguiente, una disminución de las hectáreas con cultivos mal planificados, lo cual es vital para determinar en la cuenca del Mataquito y otras cuencas de la zona mediterránea de Chile minimizando con ello las pérdidas en semillas, seguros agrícolas, fertilizantes, mano de obra y el costo alternativo de su utilización. · <i>Resultados de protección</i> <ul style="list-style-type: none"> No se visualizan patentes ni registros de propiedad intelectual · <i>Resultados de producción científica</i> <ul style="list-style-type: none"> Al menos 1 publicación o paper de nivel ISI con datos reales de monitoreo, infiltración y recarga de acuíferos como caracterización hidrogeológica para cuencas Mediterráneas. · <i>Resultados de Difusión y Transferencia Tecnológica</i> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Seminario Internacional Inicial: Es necesario transferir experiencias internacionales en la temática de infiltración y recarga de acuíferos para Agricultores, Juntas de Vigilancia, o regantes (Usuarios del recurso hídrico). Entidades que administran el recurso hídrico (DGA, DOH, CNR, etc.), Universidades e Institutos acorde a la temática abordada - Al menos 2 Manuales o Doctos Técnicos: Es necesario para evidenciar y comparar las nuevas experiencias tecnológicas adquiridas a nivel mundial con los estudios a nivel país. Además es necesario recomendar metodologías para zonas mediterráneas que puedan ser replicadas para implementar en diferentes zonas agrícolas. - Al menos 3 Talleres y/o Cursos: Es necesario para transferir las capacidades de las nuevas experiencias tecnológicas adquiridas y entregar

	<p>los puntos generales estudiados y que se requieren para implementar un sistema complejo como el de monitoreo y recarga de acuíferos.</p> <p>- 1 Seminario Final: En necesario entregar los resultados finales del proyecto, como se implementó y la puesta en marcha, que avances ha tenido, que ha logrado modificar, que ha logrado obtener y como ha impactado al sector productivo que está usando el sistema.</p> <p><i>Resultados de Formación de Capacidades</i></p> <p>-Curso de modelamiento de cuencas y/o utilización de software para fortalecer capacidades de modelación hidrogeológica de acuíferos para investigadores del CTHA e Ingenieros de Asociaciones de regantes.</p> <p>-Curso internacional o nacional teórico práctico (por definir) para fortalecer capacidades en las metodologías de recarga de acuíferos para investigadores del CTHA e Ingenieros de Asociaciones de regantes.</p>
<p>CUÁLES SON LOS PRINCIPALES IMPACTOS DE SU PROYECTO</p>	<p><i>Considere los impactos que su proyecto causará en los siguientes niveles:</i></p> <p><i>Impactos en el sector productivo e influencia en el bienestar social del sector que impacta.</i></p> <p>Mayor precisión en la estimación de la disponibilidad del recurso hídrico en la época estival, lo cual define una planificación más eficiente y por consiguiente, una disminución de las hectáreas con cultivos mal planificados, minimizando con ello las pérdidas agrícolas en semillas, seguros agrícolas, fertilizantes, mano de obra y el costo alternativo de su utilización. Además si se logra potenciar un sistema de gestión y control de la recarga de acuíferos, es posible obtener resultados asociados a la ejecución del proyecto, a contar del segundo año, con lo cual se espera disminuir las pérdidas actuales en un 50%, dentro un plazo de 15 años. Adicionalmente, con la realización de este proyecto se identifican Beneficios Económico-Sociales no cuantificables, como por ejemplo la obtención de información en tiempo real respecto del volumen de agua infiltrada: en este contexto se podrán prevenir los impactos negativos generados por los eventos extremos, entre ellos, las sequías, además al obtener información de alta precisión respecto del equivalente de agua en el suelo, es posible desarrollar una eficiente y efectiva planificación regional, tanto en situaciones normales y extremas, pero especialmente en las épocas estivales relacionadas con años de sequía.</p> <p><i>Impactos en el sector privado</i></p> <p>Mayor precisión en la estimación de la disponibilidad del recurso hídrico en la época estival para los usuarios del agua, lo que se traduce en una mejor planificación y control en la utilización del riego de sus hectáreas; además de una mejor gestión a largo plazo en la utilización de las reservas de aguas subterráneas. Asimismo, permitirá un ordenamiento de los productores, mejorándoles el conocimiento de las zonas donde pueden recargar agua y donde puede extraer agua, lo que podría ser un aporte a mejorar los vacíos legales que hoy en día les afectan directamente a los privados, en torno a sus derechos de aguas subterráneas, ya que, la legislación chilena y particularmente en la modificación del código de aguas, establece legalmente y en forma general (no determinado), la posibilidad de recargar acuíferos y la posibilidad de la utilización y extracción de las aguas infiltradas, además de la entrega de derechos provisorios por esta actividad.</p>
<p>CUALES SON</p>	<p><i>Etapas 1: Definición y caracterización de la cuenca de estudio</i></p>

<p>LAS ETAPAS DE I+D NECESARIAS PARA OBTENER LOS RESULTADOS BUSCADOS.</p>	<p>Definición de la cuenca en términos geológicos e hidrogeológicos, en base a información pre existente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Búsqueda de información de pozos existentes controlados y no controlados y comportamiento de los mismos, en la medida que se pueda. - Obtención de las pp medias de la cuenca en los últimos 20 años y definición de los caudales recesivos para la estimación por defecto (este cálculo subestima) de los volúmenes recesivos, para analizar el comportamiento de las reservas de agua de la cuenca. - Definición de pozos existentes y que pueden ser monitoreados en el plazo de un año, para ver cuál es el nivel piezométrico de los mismos, la calidad del agua en términos biológicos y químicos y su variación temporal y espacial.
	<p>Etapa 2: Modelación de la cuenca de estudio</p>
	<p>Modelación hidrogeológica de la cuenca en una primera aproximación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de pruebas de terreno vía isótopos u otros mecanismos para definir zonas de recarga y/o de salida de aguas subterráneas. - Modelación hidrogeológica en segunda aproximación y definitiva para este proyecto.
	<p>Etapa 3: Resultados de pruebas en cuenca de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtención de conclusiones y recomendaciones de actuación en la cuenca en estudio en relación a la recarga de acuíferos.
<p>TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DE RESULTADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> · <i>¿A quién o a quiénes se va a transferir los resultados del proyecto?</i> <p>Los agricultores, regantes y/o canalistas que tengan sus cultivos en zonas de influencia de la cuenca del Mataquito y/o que se encuentran divididos en las sub-cuencas del río Lontué y Teno tanto en las zonas precordilleranas y como del valle de la Provincia de Curicó.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> · <i>¿Quién va a ser el comprador o el receptor de los resultados del proyecto?</i> <p>Los usuarios de la información que genera el Proyecto I+D, corresponderán a los ingenieros y profesionales de la Junta de vigilancia del Río Lontué y Asociación de canalistas del río Teno que a través de la información que le abastezcan a sus Agricultores, les permitirá contar con un sistema que entregue los puntos de recarga de acuíferos, las estimaciones de reservas de origen subterráneo, la modelación del acuífero. Sin embargo una oportunidad de mercado puede surgir en la venta del producto a las diferentes juntas de vigilancia de cuencas Mediterráneas. Asimismo, podrán incorporarse otros usuarios, como por ejemplo, Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego y académicos de otras universidades y centros de investigación, quienes puedan utilizar esta información para realizar sus trabajos e investigaciones respectivas.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> · <i>¿Quiénes van a ser los beneficiarios finales de la solución?</i> <p>Es importante agregar que este proyecto, podrá entregar información relevante para más de 15.000 agricultores que se ven directamente afectados por la falta de previsión eficiente en la disponibilidad de agua en el periodo estival, hecho que afecta a un total de 100.000 ha de cultivos de exportación. Asimismo, este aspecto involucra a empresas frutícolas, vitivinícolas, o agrícolas en general, relacionadas con productores de diverso tamaño económico. El volumen de agua que pueda recibir cada agricultor desde un punto de vista legal, va a depender directamente de las acciones comprometidas. Así, sólo los derechos de aprovechamiento de aguas, bajo</p>

	<p>la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Río Lontué, están divididos en 124.247 acciones. Sin embargo, el ejercicio de tales derechos es función de la disponibilidad de agua y siempre será deseable al inicio de la temporada, saber si los derechos podrán ser efectivamente utilizados sobre todo considerando la complejidad legal del tratamiento de los derechos de aguas subterráneas en virtud de la disponibilidad y el uso, lo cual les permitirá una mayor eficiencia en la planificación económica y social. Además en términos de un beneficio indirecto considerando que la cuenca del río Mataquito abarca el secano interior y costero, podrían verse beneficiados más de 110.000 agricultores involucrados de la provincia de Curicó.</p>
<p>QUÉ INSTITUCIONES O EMPRESAS SERÁN CONTRAPARTES</p>	<p><i>Nombre las distintas instituciones públicas y/o privadas que participaran en su proyectos, así como en que calidad lo harán (interesadas, asociadas, mandantes)</i></p> <p>Desarrollador: Universidad de Talca Codesarrollador: INFOR (Por definir) Entidad Mandante: Junta de Vigilancia del río Lontué Entidades Asociadas: Asociación de canalistas río Teno, Dirección General de Agua (DGA), Comisión Nacional de Riego (CNR)</p>
<p>CUÁNTOS RECURSOS ECONÓMICOS REALES SE NECESITAN</p>	<p><i>Presente un presupuesto tentativo por partidas y fuente de financiamiento requerido de acuerdo a los porcentajes de financiamiento establecidos por el concurso al que aplica.</i></p> <p>Costo total del proyecto incluido aportes de financiamiento, y entidades desarrolladoras y asociadas: (Por definir), se está evaluando incorporar más metodología.</p>

ANEXOS

3) Listado de participantes en las actividades de difusión.

Listado de Asistentes a actividades:

- Difusión a actores relevantes en toma de decisiones legales en torno al uso del agua y a las entidades financieras de proyectos hídricos (Actores de instituciones públicas).
- Transferencia Tecnológica y fortalecimiento de capacidades a través de un curso de metodologías de recarga de acuíferos, a actores relevantes en toma de decisiones legales en torno al uso del agua y a las entidades financieras de proyectos hídricos (Actores de instituciones públicas).

N°	Nombre	Ocupación	E-mail
1	Carlos Fuentes A.	Ing. Junta Vigilancia	
2	Miguel Caro H.	Jefe Area Modelación	
3	Javier Cardenas P	Ing. Civil	
4	Gaston Sagredo T	Ing. Civil	
5	Guillermo Soto R.	Jefe Proyecto	
6	Maxs Ardiles M.	Jefe Proyecto DOH	
7	Karen Canales Z.	Inspector Fiscal	
8	Mauricio MolinaH.	Profesional Gore M.	
9	Olaya Martínez p.	Prof. Gore Maule	
10	Ricardo Chong F	Prof. Gore Maule	
11	Mónica Musolem	D.G.A	
12	Luis Ramirez D.	D.G.A	
13	Rodolfo Cortés D	FIA	
14	Guillermo Madariaga	D.G.A. Director (s)	
15	Carolina Morales	U. Talca	
16	Fran. Balocchi	U. Talca	
17	Roberto Pizarro T.	U. Talca	
18	Mauricio Vera C.	U. Talca	

Listado de Asistentes a actividades:

- Difusión a representantes de entidades asociadas interesadas y participantes de la Gira Tecnológica (Actores de instituciones privadas).

- Presentación de resultados, salida de campo y primera aproximación a la formulación de un proyecto de recarga de acuíferos (Actores de instituciones privadas).

N°	Nombre	Ocupación	Perfil Laboral
1	Victor Olivos	Pdte. Rio Lontué	Agricultor, Regante
2	Miguel Dosal	Directivo R. Lontúe	Agricultor, Regante
3	Walter Enrique Frohlich	Directivo R. Lontué	Agricultor, Regante
4	Rodrigo Valbontín	Directivo R. Teno	Agricultor, Regante
5	Carlos Fuentes	Ingeniero Rio Lontué	Agricultor, Regante
6	Wenceslao Valenzuela	Pdte. Estero Carretón	Agricultor, Regante
7	José Miguel Infante	Pdte. Rio Claro	Agricultor, Regante
8	Gerardo Ramos	Pdte. Rio Seco	Agricultor, Regante
9	Juan Pablo Miranda	Canal Los Niches	Agricultor, Regante
10	Emilio León	Directivo. R. Lontué	Agricultor, Regante
11	Diego Castro	Administrador R. Lontué	Abogado
12	Roberto Pizarro	U. Talca	Investigador
13	Mauricio Vera	U.Talca	Investigador
14	Roberto Fuentes	U. Talca	Investigador

Adicionalmente se incluyen los participantes de la salida de Campo:

N°	Nombre	Ocupación	Perfil Laboral
	Miguel Dosal	Directivo R. Lontúe	Agricultor, Regante
	Walter Enrique Frohlich	Directivo R. Lontué	Agricultor, Regante
	Carlos Fuentes	Rio Lontué	Agricultor, Regante
	Diego Castro	Administrador R. Lontué	Abogado
	Roberto Pizarro	U. Talca	Investigador
	Mauricio Vera	U.Talca	Investigador

Ejemplo Lista Asistencia:

ACTA ASISTENTES CURSO DE TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN PROYECTO FIA CURSO INTRODUCCIÓN A LA RECARGA DE ACUIFEROS				
LUGAR DEL CURSO: <u>DGA, SANTIAGO</u>			FECHA DEL CURSO: 26/MARZO/2013	
PARTICIPANTES:				
Nº	NOMBRE	CARGO	E-MAIL	FIRMA
1	Carlos Fuentes Albornoz	Ing. OVA UNICO		
2	Miguel Caro Hernández	Jefe Área Modelación		
3	Javier Cadenas Parra	Ing. Civil CNR		
4	Gustón Sagredo Tapia	Ing. Civil		
5	W. Merino Soto Reed.-	Jefe Proyecto		
6	MAX ARDILES M.	Jefe Depto. Proyectos DOH.		
7	Karen Canales Zamorano	Asistente Fiscal		
8		Asistente Profesional		