



Fundación para la
Innovación Agraria

MINISTERIO DE AGRICULTURA



CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA

PROYECTOS DE INNOVACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DE UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE 2017

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ET _o) para determinar las necesidades de riego en Chile
Ejecutor:	Universidad de Talca
Código:	PYT-2017-0877
Fecha:	21/12/2017
Región(es) de ejecución	Maule. Coquimbo. Valparaíso. Metropolitana. Bío Bío
Región(es) de impacto	Coquimbo y la Región de Bío Bío





Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
I. Plan de trabajo.....	3
1. Configuración técnica del proyecto.....	3
2. Anexos	20
3. Costos totales consolidados	39
II. Detalle administrativo (Completado por FIA).....	40

I. Plan de trabajo

1. Configuración técnica del proyecto

1.1. Resumen ejecutivo

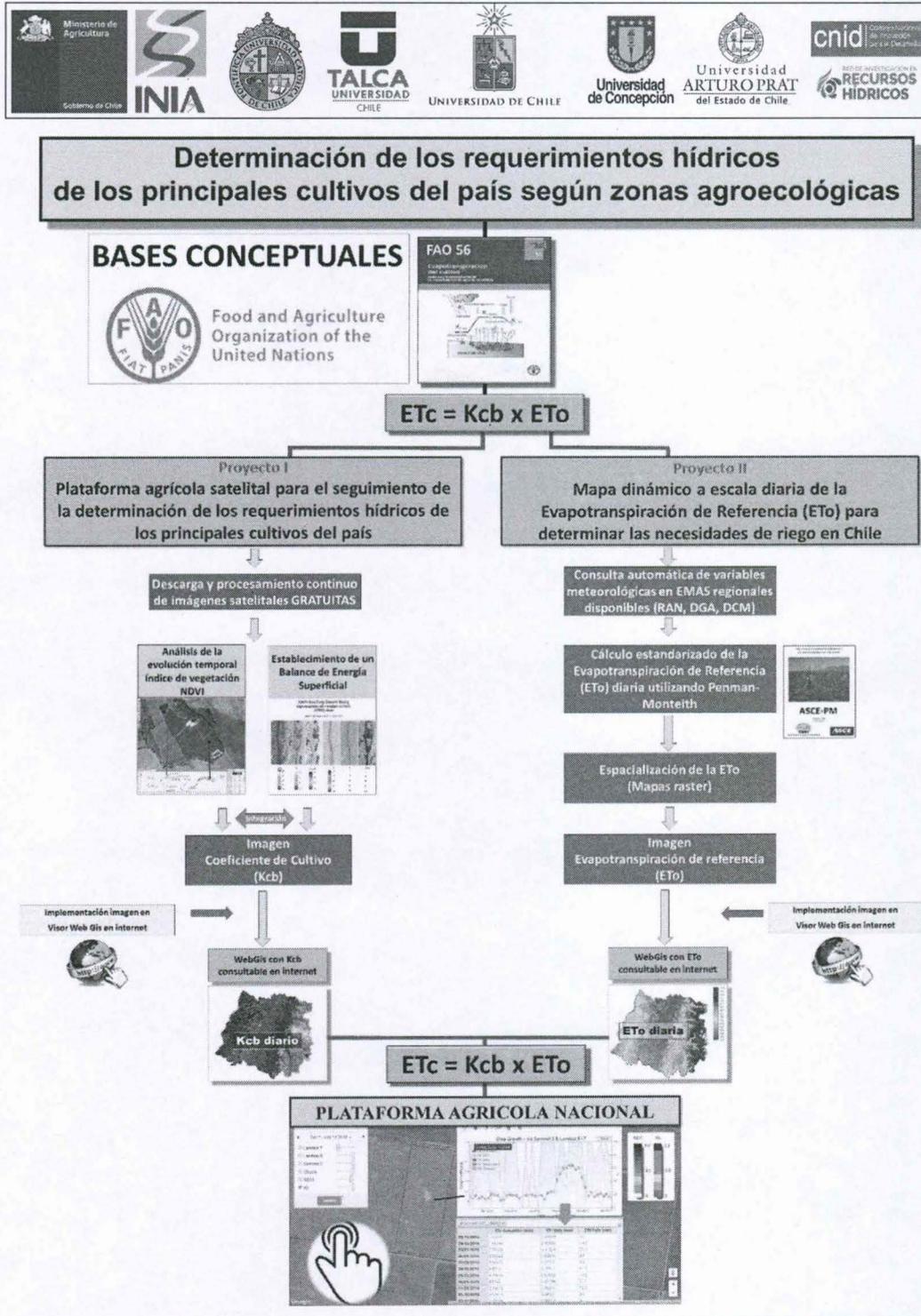
La presente propuesta corresponde al producto final de un Estudio FIA denominado “**Bases para la determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país según zonas agroecológicas**”. Este Estudio permitió consolidar una red de trabajo compuesta por investigadores especialistas en *recursos hídricos y agricultura* de las principales instituciones nacionales (Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Universidad de Chile, Universidad Católica, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad A. Prat) quienes definieron las metodologías necesarias para implementar un Proyecto Nacional enfocado a la “**Determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país según zonas agroecológicas**”. Así mismo, la propuesta se enmarca en las definiciones establecidas en el informe **Ciencia e Innovación de los desafíos del Agua en Chile** y forma parte de las actividades de la Red de Investigación en Recursos Hídricos del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID).

Esta iniciativa tiene como objetivo implementar una **Plataforma Agrícola Nacional** (*en línea*) que permita el monitoreo del desarrollo de los cultivos y estimar de forma precisa la demanda de riego en diferentes zonas agrícolas distribuidas desde la región Coquimbo hasta la región del Bío Bío. Para esto, se plantea el uso de metodologías que combinan **información satelital** (series temporales de imágenes satelitales para la supervisión del desarrollo de los cultivos) con información de la **demanda ambiental** (ET_o, evapotranspiración de referencia), registrada con la Red Agrometeorológica Nacional (RAN) del Ministerio de Agricultura de Chile. De este modo y utilizando métodos estandarizados para la definición de las necesidades de riego de los cultivos (FAO 56, Allen et al., 1998) se podrá estimar de manera dinámica el comportamiento de la superficie cultivada, establecer la demanda de riego y definir planes de manejo de los recursos hídricos a diferentes escalas que pueden ir desde grandes cuencas hasta predios individuales. Esta **Plataforma Agrícola Nacional** estará disponible para todo público y tendrá como principales usuarios instituciones públicas relacionadas con el manejo de recursos hídricos en agricultura (eg. CNR, INDAP, DGA), así como otras entidades asociadas a la agricultura y/o vegetación natural (CONAF, INFOR, universidades, empresas, instituciones de investigación, profesionales consultores, etc.). Para lograr un acceso rápido a la información desde cualquier punto del país, el proyecto contempla la implementación de un sistema Web Map Server accesible vía internet, el cual permitirá realizar consultas y descargar información numérica del estado de desarrollo de los cultivos conjuntamente con la demanda ambiental y definir de este modo las necesidades de riego.

Debido al volumen de trabajo y costos de las metodologías involucradas en el **Proyecto Nacional**, el grupo de investigadores consideró oportuno dividir la iniciativa en dos sub-proyectos que serán presentados simultáneamente en la presente convocatoria FIA 2017.

En este formulario se presenta el **Proyecto “Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) para determinar las necesidades de riego en Chile”**. De manera esquemática, en la siguiente figura se señala la estructura del **Proyecto Nacional**.

En este formulario se presenta el Proyecto "Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) para determinar las necesidades de riego en Chile". De manera esquemática, en la siguiente figura se señala la estructura del Proyecto Nacional.



1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivo general¹

Implementar y Transferir una **Plataforma Agrícola Nacional** para el monitoreo del desarrollo de los cultivos y la determinación en tiempo real de sus requerimientos hídricos, entre Coquimbo y Bío Bío. La resolución espacial, capaz de resolver hasta 0,1 ha, y la resolución temporal de una semana permitirá a los usuarios y administradores de los recursos hídricos disponer de información oportuna para la toma de decisiones y la planificación hídrica.

1.2.2. Objetivos específicos²

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Construir una base de datos actualizable con información meteorológica histórica y de la Evapotranspiración de Referencia (ET _o) para la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.
2	Consolidar y calibrar imágenes del satélite MODIS para el cálculo de la Evapotranspiración de Referencia (ET _o) en la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.
3	Desarrollar y validar una metodología automatizada para estimar de manera dinámica y espacializada la Evapotranspiración de Referencia (ET _o) a escala semanal en la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.
4	Implementar un Sistema de Información Geográfica con funcionalidades web para consulta de imágenes raster semanales de Evapotranspiración de Referencia (ET _o) para la zona de estudio.
5	Difundir Plataforma Nacional y sus productos mediante la capacitación a profesionales y técnicos del sector público y privado a través de Talleres Regionales, Webinars y Material de apoyo.
6	Evaluar económicamente los resultados susceptibles de ser implementados de la solución propuesta.

¹ El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con el proyecto. Se expresa con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

² Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general del proyecto. Cada objetivo específico debe conducir a uno o varios resultados. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

- 1.3. Método: Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de los objetivos planteados en la propuesta. Considerar cada uno de los procedimientos que se van a utilizar, como análisis, ensayos, técnicas, tecnologías, entre otros. (Se debe incluir al final, las actividades de difusión y transferencia de los resultados del proyecto) (máximo 8.000 caracteres para cada uno).

Método objetivo 1: Construir una base de datos actualizable con información meteorológica histórica y de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) para la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.

Los datos meteorológicos utilizados en la implementación del modelo espacializado de la ET_o serán recopilados desde instituciones públicas que realizan monitoreo climático y que están dentro de la RAN de MINAGRI. Para aumentar la información disponible y mejorar el desempeño de la modelación se incluirán estudios históricos como Climatología de Chile (PNUD-Gobierno de Chile, 1964) y Mapa Agroclimático de Chile (Novoa et al, 1989) y estudios recientes como el Atlas Agroclimático de Chile para la Sustentabilidad de la Agricultura en un Contexto de Cambio Climático (AGRIMED, 2105). Para cada estación se recopilará información acerca del número de años de funcionamiento y las variables meteorológicas registradas. Para el ajuste de los modelos estadísticos, se consideraron aquellas estaciones que contaron con datos iguales o superiores a 10 años de registros continuos, para las cuatro fuentes antes mencionadas.

Se realizará una validación de los datos históricos mediante protocolos definidos por la Organización Meteorológica Mundial (WMO por sus siglas en inglés) recomendada para la homogenización de series de tiempo de datos meteorológicos. Toda la base de datos será llevada al Datum WGS84-19S. Esta información será utilizada para la calibración, generación y representación espacial de los modelos topoclimáticos, primeramente, históricos para posteriormente ser realizados a escala diaria. Adicionalmente, la base de datos incluirá para cada estación las variables fisiográficas altitud (m), pendiente (grados) y exposición (grados respecto del norte).

Los valores de la ET_o serán estimados diariamente utilizando la información registrada en las estaciones meteorológicas regionales utilizando la ecuación de Penman-Monteith de acuerdo a lo indicado en el Manual ASCE-EWRI (2005). En el caso de estaciones con limitaciones de datos, esto es registros solo de temperatura y/o radiación solar (generalmente en estaciones DGA), se implementará una metodología para la calibración de coeficientes de la ecuación conocida como Hargreaves-Samani (Hargreaves, and Samani, 1985) para su uso en la estimación de la ET_o.

Método objetivo 2: Consolidar y calibrar imágenes del satélite MODIS para el cálculo de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) en la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío

El uso de imágenes satelitales MODIS como variables de entrada para un modelo de estimación e interpolación de la ET_o a escala territorial es un método validado en trabajos científicos internacionales (Hart, Q.J. *et al.*, 2009; Wentz *et al.*, 2010). En este trabajo se recopilará información de los satélites MODIS, correspondiente a los productos MOD09GA, MOD09A1, MOD11A1, MOD13A2 y MOD13Q1 son elaborados la National Aeronautics and Space Administration (NASA) mediante su programa EOS (Earth Observation System), distribuidos por *The Land Processes Distributed Active Archive Center* (LP DAAC).

Estos datos son proporcionados con una resolución espacial de 1 Km, salvo el producto de NDVI que llega hasta una resolución espacial de 250 m. El producto MOD09 es elaborado como una composición de 32 días por el Departamento de Geografía de la Universidad de Maryland desde noviembre del año 2000. Los productos MODIS serán descargados gratuitamente desde el servidor Glovis LP DAAC (<https://glovis.usgs.gov/next/>). Esta información satelital será utilizada

como covariables en el proceso de estimación dinámica de la distribución espacial de la evapotranspiración de referencia diaria.

Método objetivo 3: Desarrollar y validar una metodología automatizada para estimar de manera dinámica y espacializada la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) a escala semanal en la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.

El método propuesto para estimar la distribución de la ET_o en la zona bajo estudio será topoclimático, que es un algoritmo numérico basado en regresiones espacialmente explícitas. La hipótesis se fundamenta en que la variación espacial de la información es debida fundamentalmente a factores fisiográficos y del estado de superficie, por lo tanto la variabilidad espacial de la ET_o puede ser descrita cuantitativamente como una combinación de parámetros topográficos (Okolowicz, 1969; Kaminski y Radosz, 2002). Sin embargo, esta definición no excluye otros factores de la superficie terrestre de importancia en las variaciones climáticas como son la latitud, longitud, distancia al océano o los cuerpos de agua y estado de superficie, modelado por el uso actual del suelo, entre otros. En Chile, los procesos de obtención de cartografías climáticas y meteorológicas se ven condicionados por la disponibilidad y calidad de datos, los cuales provienen principalmente de estaciones meteorológicas ubicadas en un punto en el espacio. Sin embargo, considerando las limitaciones asociada con la falta de una buena cobertura de estaciones meteorológicas y el carácter continuo de la distribución de las variables climáticas, se hace necesaria la generación de modelos de estimación de información climática. Estos modelos son útiles para estimar espacialmente el fenómeno de inestabilidad paramétrica continua (Draper and Smith, 1981; Hengl, 2009).

Para el caso de datos ambientales las regresiones globales se utilizan para describir mediante una ecuación única el comportamiento espacial de una variable; sin embargo, los coeficientes de esta ecuación varían espacialmente (Morales et al., 1997, 2007, 2010). Esta búsqueda es realizada mediante una metodología denominada mínimos cuadrados ponderados, siendo estos pesos ponderadores de una función de la distancia entre cada punto y el resto (Berry and Feldman, 1985; Fotheringham et al., 2002).

Método objetivo 4: Implementar un Sistema de Información Geográfica con funcionalidades web para consulta de imágenes raster semanales de Evapotranspiración de Referencia (ET_o) para la zona de estudio

Se desarrollarán los requerimientos y modelos entidad-relación del sistema de información, además de los procedimientos y algoritmos para automatizar un servicio web que permita la consulta en línea de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o). Asimismo la generación y consulta de imágenes raster. Se establecerá consultas para usuario y variables dinámicas, geográficas, áreas, entre otras.

La implementación estará a cargo del equipo técnico, apoyado por un servicio de tercerización que diseñara y realizará pruebas de usuario del servicio de mapeo. Las etapas de logro de este objetivo contemplan el desarrollo de la plataforma en sus versiones alfa, release candidate y v1.0.

Método objetivo 5: Difusión de la Plataforma Nacional y sus productos mediante la capacitación a profesionales y técnicos del sector público y privado a través de Talleres Regionales, Webinars y Material de apoyo.

Los usuarios de la Plataforma Nacional serán capacitados mediante talleres regionales, webinars y material de apoyo. Las actividades estarán dirigidas a dos públicos objetivo: 1) Técnicos o consultores que: requieran calcular necesidades de riego utilizando la metodología FAO-56 asistida por información satelital; realicen programaciones semanales de horas de riego; asesoren al manejo agronómico de los cultivos utilizando información de suelo, clima, análisis de curvas de crecimiento, coeficiente de cultivo, requerimientos hídricos, variabilidad espacial en el sistema,

etc. y a 2) Productores Individuales que deseen utilizar y consultar la información en el sistema webGIS (curva de desarrollo del cultivo, coeficiente basal del cultivo, necesidades de agua), generar recomendaciones de riego y del manejo agronómico diferenciado en huertos con variabilidad espacial. Asimismo, se llevarán a cabo otras actividades dirigidas a todos los usuarios para aprender a usar la plataforma nacional y su información para tomar decisiones que sirvan para mejorar la gestión del agua.

Método objetivo 6: Evaluar económicamente los resultados a implementar de la solución propuesta.

Si bien la presente iniciativa pondrá énfasis en el desarrollo técnico y la difusión de la Plataforma Nacional de determinación de requerimientos hídricos, se realizará un análisis y evaluación de los potenciales flujos económicos que correspondería para implementar la iniciativa. Se utilizará una metodología clásica de evaluación económica de resultados, identificando las alternativas de implementación y sus costos, así como potenciales beneficios.

El objetivo de esta actividad es develar las vías de implementación para la sostenibilidad de la plataforma, por lo tanto el proceso de preparación y formulación, así como los estudios de factibilidad pertinentes se realizarán en consulta con la contraparte o mandantes (CNR por ejemplo).

1.4. Resultados esperados e indicadores: Indique los resultados esperados y sus indicadores para cada objetivo específico de acuerdo a la siguiente tabla.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador ⁴	Línea base del indicador (al inicio de la propuesta)	Meta del indicador (al final de la propuesta)	Fecha de alcance de la meta
1	1	Datos meteorológicos recopilados y validados del territorio bajo estudio.	Base de datos preliminar.	0	1	5 mes
1	2	Datos de evapotranspiración de referencia validados para el territorio bajo estudio	Base de datos construida	0	1	6 mes
2	3	Datos satelitales MODIS recopilados del para el territorio bajo estudio	Base de preliminar	0	1	8 mes
2	4	Datos satelitales MODIS para el territorio bajo estudio	Base de datos construida	0	1	12 mes
3	5	Modelo numérico de estimación de la ETo para el territorio bajo estudio	Mapas de ETo de Chile	0	1	13 mes
4	6	Sistema consulta web de la ETo para para el territorio bajo estudio.	WebGIS	0	1	16 mes
5	7	Capacitación a profesionales y técnicos del sector público y privado.	Cursos realizados	0	1	24 mes

³ Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta.

⁴ Establecer cómo se medirá el resultado esperado.

1.5. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos ⁵	Resultado Esperado ⁶ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
De acuerdo al acta de negociación del proyecto, el Ejecutor entregará la versión definitiva del plan de trabajo, de la memoria de cálculo y del flujo de fondos a más tardar el 1 de marzo de 2018.	N/A	Marzo 2018
Cartografía climatológica de ETo para Chile	Se construirá una línea base de la cartografía climatológica para la ETo en Chile usando como base datos climatológicos recolectados en las principales fuentes públicas de datos, como la RAN, DMC, DGA. Estará constituida por matrices o grid a una resolución espacial de 1 km para el período 1960-1990 y 1990-2010 por separado y a una resolución temporal semanal y mensual. Esta cartografía servirá de línea base para el proyecto.	Octubre 2018
Generación de un grid (1 km x 1 km) para variables meteorológicas de temperatura máxima, mínima y radiación solar.	Para estimar la ETo a nivel territorial a nivel diario mediante el método propuesto, es necesario contar con datos espaciales de temperatura máxima, temperatura mínima y radiación solar del día anterior. Por ello se espacializará estas variables meteorológicas usando los algoritmos a nivel de las áreas piloto.	Abril 2019
Generación de un malla de ETo	A partir de datos meteorológicos en tiempo real e información satelital, se implementará la metodología propuesta para calcular ETo para la zona de estudio (Coquimbo a Biobío). Se usará para ello la información de ETo calculada en cada estación para el día anterior y las grillas generadas de las variables meteorológicas de temperatura máxima, temperatura mínima y radiación solar del día anterior.	Mayo 2019
Diagrama de funcionamiento del sistema de monitoreo de ETo y producción del raster para la plataforma nacional.	El sistema será implementado computacionalmente para que calculo la ETo del día anterior sea automático y permita el acceso vía web a los resultados. Esta implementación será diseñada para tal efecto, e integrada a la Plataforma Nacional.	Abril 2019.

⁵ Un hito representa haber conseguido un logro importante en la propuesta, por lo que deben estar asociados a los resultados de éste. El hecho de que el hito suceda, permite que otras tareas puedan llevarse a cabo.

⁶ Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.

1.6. Carta Gantt: Indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente de acuerdo a la siguiente tabla:
Incluir al final, las actividades de difusión y transferencia de los resultados del proyecto.

1. CARTA GANTT													
Indique las actividades que deben realizarse para el desarrollo de los métodos descritos anteriormente y su secuencia cronológica.													
Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2018										
			Trimestre										
			1°		2°			3°		4°			
1	1	Datos meteorológicos recopilados y validados del territorio bajo estudio. 1.1.1 Recopilación de data desde instituciones públicas 1.1.2 Aumento de información: Recopilación de data entre instituciones socias. 1.1.3 Aumento de información: revisión de estudios climatología de Chile y Atlas Agroclimático. 1.1.4 Ajuste y validación de modelos estadísticos. 1.1.5 Validación y homogenización de series de tiempo.				X	X	X	X	X			X
1	2	Datos de evapotranspiración de referencia validados de Chile 1.2.1 Consolidación e integración de bases de datos. 1.2.2 calibración de coeficientes para estaciones con limitación de registros. 1.2.2 Estimación de ETo diaria- ecuación de Penman-Monteith.					X	X	X	X	X		X
2	3	Datos satelitales MODIS recopilados del territorio en estudio 2.3.1 Recopilación de información de los satélites MODIS. 2.3.2 Desarrollar proceso de estimación dinámica.							X	X	X	X	X
2	4	Datos satelitales MODIS validados de Chile 2.4.1 validación de estimaciones con información chilena.								X	X	X	X
3	5	Modelo numérico de estimación de la ETo para Chile. 3.5.1 Desarrollar algoritmo basado en regresiones espaciales implícitas. 3.5.2 Generación de modelos para estimar la inestabilidad paramétrica continúa.							X	X	X	X	X

4	6	Sistema automático de cálculo en web de la ETo para Chile 4.6.1 Desarrollar requerimientos y modelos relacionales. 4.6.2 Contratación de servicio externo. 4.6.3 Desarrollo de Versión alfa. 4.6.2 Generación de versión Release candidate y pruebas de usuario-funcionamiento. 4.6.1 Generación de versión final.																X	X
5	7	Difusión reuniones con actores claves de adopción 5.7.1 desarrollo de acercamiento y reuniones con actores públicos para masificar uso y sostenibilidad.				X			X									X	
5	8	Difusión, seminario o Capacitaciones a servicio público y privados. 5.8.1 Generación de material de apoyo. 5.8.2 Desarrollo de talleres territoriales. 5.8.3 Desarrollo de webinars. 5.8.4 Realización de seminarios.																	X
Nº OE	Nº RE	Actividades	Año																
			Trimestre 2019																
			1°				2°				3°				4°				
1	1	Datos meteorológicos recopilados y validados del territorio bajo estudio. 1.1.6 Recopilación de data desde instituciones públicas 1.1.7 Aumento de información: Recopilación de data entre instituciones socias. 1.1.8 Aumento de información: revisión de estudios climatología de Chile y Atlas Agroclimático. 1.1.9 Ajuste y validación de modelos estadísticos. 1.1.10 Validación y homogenización de series de tiempo.	X	X	X	X													
1	2	Datos de evapotranspiración de referencia validados de Chile 1.2.1 Consolidación e integración de bases de datos. 1.2.2 calibración de coeficientes para estaciones con limitación de registros. 1.2.2 Estimación de ETo diaria- ecuación de Penman-Monteith.	X	X	X	X													
2	3	Datos satelitales MODIS recopilados del territorio en estudio 2.3.1 Recopilación de información de los satélites MODIS.	X	X	X	X													

		2.3.2 Desarrollar proceso de estimación dinámica.																	
2	4	Datos satelitales MODIS validados de Chile 2.4.1 validación de estimaciones con información chilena.	X	X	X	X													
3	5	Modelo numérico de estimación de la ETo para Chile. 3.5.1 Desarrollar algoritmo basado en regresiones espaciales implícitas. 3.5.2 Generación de modelos para estimar la inestabilidad paramétrica continua.	X	X	X	X	X	X											
4	6	Sistema automático de cálculo en web de la ETo para Chile 4.6.1 Desarrollar requerimientos y modelos relacionales. 4.6.2 Contratación de servicio externo. 4.6.3 Desarrollo de Versión alfa. 4.6.2 Generación de versión Release candidate y pruebas de usuario-funcionamiento. 4.6.1 Generación de versión final.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	7	Difusión reuniones con actores claves de adopción 5.7.1 desarrollo de acercamiento y reuniones con actores públicos para masificar uso y sostenibilidad.				X				X			X	X	X				
5	8	Difusión, seminario o Capacitaciones a servicio público y privados. 5.8.1 Generación de material de apoyo. 5.8.2 Desarrollo de talleres territoriales. 5.8.3 Desarrollo de webinars. 5.8.4 Realización de seminarios.				X	X	X	X	X	X	X							
Nº OE	Nº RE	Actividades	Año																
			Trimestre 2020																
			1º				2º				3º				4º				
1	1	Datos meteorológicos recopilados y validados del territorio bajo estudio. 1.1.11 Recopilación de data desde instituciones públicas 1.1.12 Aumento de información: Recopilación de data entre instituciones socias. 1.1.13 Aumento de información: revisión de estudios climatología de Chile y Atlas Agroclimático. 1.1.14 Ajuste y validación de modelos estadísticos. 1.1.15 Validación y homogenización de series de tiempo.																	

1	2	Datos de evapotranspiración de referencia validados de Chile 1.2.1 Consolidación e integración de bases de datos. 1.2.2 calibración de coeficientes para estaciones con limitación de registros. 1.2.2 Estimación de ETo diaria- ecuación de Penman-Monteith.																
2	3	Datos satelitales MODIS recopilados del territorio en estudio 2.3.1 Recopilación de información de los satélites MODIS. 2.3.2 Desarrollar proceso de estimación dinámica.																
2	4	Datos satelitales MODIS validados de Chile 2.4.1 validación de estimaciones con información chilena.																
3	5	Modelo numérico de estimación de la ETo para Chile. 3.5.1 Desarrollar algoritmo basado en regresiones espaciales implícitas. 3.5.2 Generación de modelos para estimar la inestabilidad paramétrica continua.																
4	6	Sistema automático de cálculo en web de la ETo para Chile 4.6.1 Desarrollar requerimientos y modelos relacionales. 4.6.2 Contratación de servicio externo. 4.6.3 Desarrollo de Versión alfa. 4.6.2 Generación de versión Release candidate y pruebas de usuario-funcionamiento. 4.6.1 Generación de versión final.	X	X	X													
5	7	Difusión reuniones con actores claves de adopción 5.7.1 desarrollo de acercamiento y reuniones con actores públicos para masificar uso y sostenibilidad.			X													
5	8	Difusión, seminario o Capacitaciones a servicio público y privados. 5.8.1 Generación de material de apoyo. 5.8.2 Desarrollo de talleres territoriales. 5.8.3 Desarrollo de webinars. 5.8.4 Realización de seminarios.		X	X													

1.7. Modelo de Negocio / Modelo de extensión y sostenibilidad (según sea el caso).

A continuación, sólo complete una sección, de acuerdo a:

Si la propuesta está **orientada al mercado**, debe completar la **sección n°17.1**

Si la propuesta es de **interés público**, se debe completar la **sección n°17.2**

1.7.1. Modelo de Negocio
a) Describa el mercado al cual se orientarán los productos generados en la propuesta.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
b) Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
c) Describa cuál es la propuesta de valor.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
d) Describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad
Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1
e) Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.
La información generada y la disponibilidad de esta en la Plataforma Nacional Agrícola ayudará a masificar uso de esta información en el territorio. Esta Plataforma tendrá una gran gama de usuarios, siendo algunos de ellos, profesionales y técnicos de instituciones públicas relacionadas con el manejo de recursos hídricos en agricultura (CNR, INDAP, DGA) así como otras entidades asociadas a la agricultura y la vegetación natural (CONAF, INFOR, universidades, empresas, instituciones de investigación, etc.). También serán usuarios profesionales, técnicos y consultores de empresas privadas del sector agrario que requieran información meteorológica de la demanda ambiental para la planificación y dimensionamiento de nueva infraestructura de riego.
f) Explique cuál es el valor que generará para los beneficiarios identificados.
El resultado directo de la iniciativa se contempla en varios aspectos:
- Valorización de la infraestructura instalada de la red de estaciones meteorológicas a través de nuevos productos para los usuarios
- Nuevas fuentes de información de importancia agrícola con cobertura territorial disponible en la Red Agroclimática Nacional (RAN) de MINAGRI.
- Disponibilidad de información procesada para la estimación de las necesidades hídricas de

<p>los cultivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de información de ETo para aquellas zonas en que no existe estaciones agroclimáticas aportando elementos para la gestión agrícola del riego.
<p>g) Describa qué herramientas y métodos se utilizará para que los resultados de la propuesta lleguen efectivamente a los beneficiarios identificados, quiénes la realizarán y cómo evaluará su efectividad.</p>
<p>La metodología que se utilizara par que los resultados lleguen a los beneficiarios será a través:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reuniones de trabajo con la autoridades y tomadores de decisiones. - Talleres de capacitación a profesional de extensión agrícola y riego. <p>Además de la Comisión Nacional de Riego y la Red Agroclimática Nacional, se desea integrar otros actores pertenecientes al Ministerio de Agricultura y Pesca para integrar información, visiones y plataformas. Con esto se propone realizar una serie de reuniones y encuentros que finalicen en la firma de convenio de trabajo en dos áreas (a) integración de información y (b) difusión y uso de metodologías.</p> <p>Finalmente, lo talleres de capacitación tienen por propósito acercar la herramienta, su uso y los conceptos de riego necesarios para su aplicación. Este mecanismo de actualización posibilitará la expansión del uso de la información en pequeños y medianos agricultores. Para otro tipo de agricultores se realizarán publicaciones en medios masivos de comunicación agrícola.</p>
<p>h) Describa con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien o servicio generado de la propuesta una vez finalizado el cofinanciamiento.</p>
<p>La Red Agroclimática Nacional y la Comisión Nacional de Riego han otorgado su apoyo, esperando contribuir en la propuesta con herramientas de soporte debido a que los resultados propuestos tienen directa relación con los objetivos de dichas instituciones. Este apoyo y otros pertinentes se consolidarán mediante el traspaso de capacidades y la firma de convenios de cooperación.</p>

1.8. Potencial de impacto

<p>1.8.1. Describa los potenciales impactos productivos, económicos y comerciales que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.</p>
<p>Los indicadores de impacto productivos, económicos y comerciales pueden ser: ingreso bruto, costo del producto/servicio, precio de venta del producto/servicio, rendimientos productivos, venta de royalty, redes o nuevos canales de comercialización, entre otros.</p>
<p>La estimación precisa de demanda hídrica y una adecuada programación del riego se han relacionado directamente con mayor rendimiento, mayores características sensoriales de las frutas y calidad de la fruta. Esto, unido a contexto de cambio climático, permite adaptarse a restricción hídrica y manejo</p>

adecuado del mismo.

Además, la teledetección, permite incrementar el valor información, pasando de mediciones puntuales a la representación de la variabilidad espacial o territorial, pudiendo realizar manejos diferenciados según características edafoclimáticas, en los mejores casos.

N°	Indicador impacto productivo, económico y/o comercial	Línea base del indicador ⁷	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ⁸
1	Adopción de mejores prácticas de riego. Productividad del agua Unidades: Kilos/mm; Kilos/m3 Reducción en uso de energía Unidades: KW/hora*año	Rangos: 0,6-1,09 Kg/m3 No existe.	1,88-2,33 (FUENTE: Centro tecnológico CITRA, productores de bajo a medio nivel tecnológico)
2	Adopción de mejores prácticas para el manejo de riego. Agricultores usan información de evapotranspiración	Desconocida	Participantes utilicen la plataforma (ver siguiente sección)
3	Aumento de rendimiento Indicador: porcentaje de aumento (con técnica de manejo de riego)	Desconocida	8-26% (FUENTE: Centro tecnológico CITRA, productores de bajo a medio nivel tecnológico)

1.8.2. Describa los potenciales impactos sociales que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Los indicadores de impacto social pueden ser: número de trabajadores, salario de los trabajadores, nivel de educación, integración de etnias, entre otros.

La agricultura sustentable se sustenta en impactos sociales de mayor calidad de vida y de incremento en la equidad.

Un primer impulso es el acceso a la información a través de talleres territoriales, donde la participación es liberada a quien esté interesado. Además como bien público la información evapotranspiración de referencia quedará disponible para consulta desde diferentes plataformas, agrega capacidad de disponer de información útil para la gestión hídrica sin necesidad de ser el poseedor de las tecnologías

⁷ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

⁸ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

(estaciones, sensores, entre otros), horizontalizando la posibilidad de toma de decisiones en riego o la gestión hídrica del agua.

N°	Indicador impacto social	Línea base del indicador ⁹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁰
1	Beneficiarios capacitados de manera presencial. Fórmula: número de asistentes a talleres territoriales.	No existe	400 consultas semanales permanentes, en temporada agrícola (50 por región)
2	Beneficiarios capacitados de manera presencial. Fórmula: número de asistentes o visitas.	No existe	400 consultas semanales permanentes, en temporada agrícola (50 por región)
3	Acceso a información de mapas de ETo diaria.	No existe	400 consultas semanales permanentes, en temporada agrícola (50 por región)

1.8.3. Describa los potenciales impactos medio ambientales que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Los indicadores de impacto medio ambientales pueden ser: volumen de agua utilizado, consumo de energía, uso de plaguicidas, manejo integral de plagas, entre otros.

El principal impacto esperado dice relación con la reducción de uso del agua y de la mejor gestión del recurso hídrica a nivel de sub-cuenca. Esto es especialmente importante para el sector agrícola, usuario del 75% del agua consumida.

Según investigaciones el robustecer la cadena de toma de decisiones en riego considerando información climática, las relaciones del agua en la planta y adecuando el sistema riego se puede alcanzar entre 15 a 60% de reducciones, según cultivar.

N°	Indicador impacto medio ambiental	Línea base del indicador ¹¹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹²
1	Ahorro de agua aplicada Indicador: Porcentaje de agua aplicada sin técnica versus porcentaje aplicada con técnica	Rango de 32-57% (FUENTE: Centro tecnológico CITRA, productores de bajo a medio nivel tecnológico)	35%

⁹ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

¹⁰ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

¹¹ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

¹² Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

1.8.4. Si corresponde, describa otros potenciales impactos que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Otros indicadores de impacto pueden ser: derechos de propiedad intelectual, nuevas publicaciones científicas, acuerdos de transferencia de resultados, entre otros.

N°	Indicador de otros impactos	Línea base del indicador ¹³	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁴
1			
2			
n			

¹³ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

¹⁴ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

2. Anexos

Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	Universidad de Talca	
Giro / Actividad	Educación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	Universidad Pública
	Otras (especificar)	
Banco y número de cuenta corriente del postulante ejecutor para depósito de aportes FIA		
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	1668.5 UF	
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	NO	
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Álvaro Manuel Rojas Marín Gilda Astrid Carrasco Silva	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Veterinario Ingeniero Agrónomo	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Rector Rectora (S). Vicerrectora Académica.	
Firma representante legal		

Anexo 2. Ficha identificación de los asociados. Esta ficha debe ser llenada para cada uno de los asociados al proyecto.

Nombre completo o razón social	Universidad de Chile	
Giro / Actividad	Educación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	Universidad pública
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	-	
Exportaciones, último año tributario (US\$)	-	
Número total de trabajadores	-	
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Flavio Andrés Salazar Onfray	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Vicerrector de Investigación y Desarrollo	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	
Giro / Actividad	Investigaciones Agropecuarias	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Centro de Investigación. Corporación de derecho privado sin fines de lucro.
Banco y número de cuenta corriente del postulante ejecutor para depósito de aportes FIA		
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	251.023 U.F.	
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Julio César Kalazich Barassi	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Ingeniero agrónomo	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Director Nacional	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Pontificia Universidad Católica de Chile	
Giro / Actividad	Universidad	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	Universidad
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores	3.248 académicos	
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Pedro Bouchon Aguirre	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Vicerrector de Investigación	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Universidad de Concepción	
Giro / Actividad	Universidad	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	Universidad. Corporación de Derecho Privado
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	José Luis Arumí	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Decano Facultad de Ingeniería Agrícola	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Universidad Arturo Prat.	
Giro / Actividad	Universidad	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	Universidad
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No.	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Gustavo Antonio Soto Bringas	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Rector	
Firma representante legal		

Anexo 3. Ficha identificación coordinador y equipo técnico. Esta ficha debe ser llenada por el coordinador y por cada uno de los profesionales del equipo técnico.

Nombre completo	Samuel Orlando Ortega Fariás
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Talca: Centro Tecnológico CITRA. Programa A2C2.
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agrarias.
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	-
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Luis Morales Salinas
RUT	
Profesión	Profesor de Ciencias Naturales y Física
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Departamento de Ciencias Ambientales Y Recursos Naturales Renovables
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asociado
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	-
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Claudio Balbontín Nesvara
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador en riego
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Gabriel Selles van Schouwen
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador en riego
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Alejandro Antúnez Barría
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador en riego
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Raúl Ferreyra Espada
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador en riego
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Francisco Javier Meza Dabancens
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Pontificia Universidad Católica de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador en riego
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Pilar Macarena Gil Montenegro
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Pontificia Universidad Católica de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador en riego
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Luis Octavio Lagos Roa
RUT	
Profesión	Ingeniero Civil Agrícola, MSc, PhD
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Mario Lillo Saavedra
RUT	
Profesión	Ingeniero Civil Eléctrico
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Eduardo A Holzapfel
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo Ph.D.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería CRHIAM – Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Jorge Leonardo Olave Vera
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos – Universidad Arturo Prat
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Anexo 4. Beneficiarios directos de la propuesta

En caso que su proyecto contemple beneficiarios directos, se debe repetir el “Cuadro: Beneficiarios Directos” según el número de personas consideradas por el proyecto

Cuadro : Beneficiario Directos	
Nombres	
Apellidos	
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	
Región	
Fono /Celular	
Email personal	