



*Mejora ACP
FIC-MAE*

CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA

PROYECTOS DE INNOVACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 2016 ✓

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	GEOCHILLY: Prototipo de un sistema geotérmico de baja entalpía para el control de heladas en melones y cerezos.
Ejecutor:	Geco Enterprises Ltda
Código:	PYT-2017-0207
Fecha:	27 Marzo de 2017
Región(es) de ejecución	O'Higgins
Región(es) de impacto	RM, O'Higgins, Maule



Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
I. Plan de trabajo.....	3
1. Configuración técnica del proyecto	3
2. Anexos	27
3. Costos totales consolidados	32
II. Detalle administrativo (Completado por FIA).....	34

I. Plan de trabajo

1. Configuración técnica del proyecto

1.1. Resumen ejecutivo

Las heladas representan para nuestro país y Región un importante problema que se ha ido acentuando producto del cambio climático dejando ser un evento cada 10 años, sino que cada 1 a 2 años tenemos eventos que en diferente magnitud afectan la producción hortofrutícola de nuestro país, con el consecuente perjuicio económico de menores ventas, menor empleabilidad y el uso de recursos de parte del Estado para compensar en parte las pérdidas que sufren los productores.

Por otra parte los acuerdos de Kyoto, los requerimientos de etiquetas verde o declaración de huella de carbono en los productos alimenticios de exportación pone en cuestionamiento el uso de los métodos activos para el control de heladas, que requieren de un alto consumo de gas butano o diesel con altas emanaciones al ambiente ya que debe ser quemado para producir calor. Excepciones lo son el agua y los ventiladores eléctricos, sin embargo la primera tiene limitaciones referido a la disponibilidad del recurso en la fecha de heladas en Chile y otros problemas, los ventiladores eléctricos que deben contar con la fuente de energía a nivel predial y aire caliente a 10 o 20 m de altura.

Geco Enterprises ha realizado un estudio (FIA EST 2015 0308) que da cuenta que el subsuelo de Pichidegua y San Fernando bajo los 5 m de profundidad presenta temperaturas entre los 16 a 19°C, basado en estos registros y una simulación preliminar indican que aguas con estas temperaturas contienen una gran cantidad de energía térmica, es así que con un caudal de 25 L/s se puede obtener 1000 kW de potencia, si extraemos 10 °C de esa agua es suficiente calor para llevar 100 W/m² a 1 ha que es básicamente el calor necesario para el control de una helada típica.

Proponemos extraer el calor del acuífero y distribuirlos a través de tuberías tanto bajo suelo como en el ambiente, así elevar la temperatura y evitar que descienda a valores críticos para la especie en la zona misma del cultivo. Considerando que es posible predecir heladas con cierta precisión 12 a 24 horas antes de que el evento ocurra, se buscara calentar el suelo para que irradie calor cuando ocurra el evento y sumar a éste minutos antes de la helada calor en superficie dentro del marco de plantación, también distribuido en tuberías. Se incluirá un marco exterior de preferencia en la zona de vientos predominantes que pueda actuar como una cortina corta viento emisora de calor. Con este método se busca poder proteger los cultivos de heladas convectivas (polares) y radiativas. El agua utilizada del acuífero será devuelta al sistema para no afectar la sustentabilidad de éste.

1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivo general¹

Implementar un prototipo de sistema de control de heladas en cerezos y melones usando como fuente la energética la geotermia de baja entalpía.

1.2.2. Objetivos específicos²

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Establecer in situ a través de diferentes pruebas la disponibilidad del recurso para un uso sustentable de éste
2	Diseño del prototipo para control de heladas en melón y cerezos elaborado con el apoyo de software de simulación y evaluaciones experimentales a pequeña escala.
3	Implementación en campo del prototipo para control de heladas de melón y cerezos
4	Evaluación técnico, operacional y económico del sistema implementado
5	Difusión de los resultados del proyecto a productores y la industria agrícola

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: identificar y describir los procedimientos que se van a utilizar para alcanzar cada uno de los objetivos específicos del proyecto. (Incluir al final, las actividades de difusión y transferencia de los resultados del proyecto) (máximo 8.000 caracteres para cada uno).

Método objetivo 1:

Producto del estudio de factibilidad técnico económico EST-2015-0308 se contempló que en caso de no disponer de suficiente flujo de agua (25 l/s) se puede optar por mover aire caliente o vapor caliente que se puede generar a partir de un bajo flujo con la ayuda de una bomba de calor u otro método que permita elevar la temperatura y mantenerla durante el periodo de un evento de helada. No obstante, existe optimismo de alcanzar los flujos ya que en las zonas evaluadas los caudales superaban los 35 L/s. alcanzando los 40 L/s así como la temperatura del agua.

Melón: Se considera un sistema geotérmico abierto, sin bomba de calor. Ello debido que los melones se producen bajo túneles y se requiere de mejorar temperatura e un menor volumen de aire.

Cerezos: La plantación de cerezos se caracteriza por el mayor volumen de árbol a proteger, donde actualmente los productores han incorporado coberturas de diferentes materiales para proteger el fruto de las lluvias y la partitura; cubierta que esperamos tenga un efecto positivo en ayudar a conservar el calor. Sobre la base de ello y que podamos disponer de un flujo de 25 L/s, se considera inicialmente la opción de un sistema geotérmico abierto sin bomba de calor, en caso de no disponer de suficiente flujo de agua se puede optar por mover aire caliente o vapor caliente generado a partir de un bajo flujo con la ayuda de una bomba de calor u otro método que permita elevar la temperatura del fluido, que se considera para imprevistos.

Respecto de los criterios económicos relacionados con el uso de la bomba de calor (BC) tal como se señala la bomba de calor será necesaria en caso de no disponer de un flujo de agua suficiente para generar el calor requerido, siendo la bomba de calor u otro equipo equivalente la encargada de llevar la temperatura del agua a un valor que nos permita alcanzar la energía térmica a distribuir, sin embargo esta tecnología (BC) es de alto valor en el país, por lo cual invertir en un equipo de estos solo se justifica si la rentabilidad del cultivo lo permite.

Nuestra propuesta es no usar bomba de calor considerando los resultados del estudio que dan cuenta de una adecuada temperatura y flujo del acuífero, no obstante puede ocurrir que esta situación no se de en los lugares específicos donde se va a realizar los planes pilotos, bajo ese escenario se evaluó que para el caso de cerezos (VAN sin helada USD166.167) con bomba de calor si bien el VAN a 12 años es menor, aun es positivo (45.765 USD), pero inferior comprado con un sistema de control de helada sin bomba de calor (164.508 USD), En el caso de una plantación de 1 ha de melones cultivado a tan solo 1 año usar bomba de calor no es rentable.

En ambos casos se deberá contar con al menos 1 pozo de extracción de agua, y al menos 1 pozo de reinyección de agua, para entregar calor a 1 ha de la especie (4 pozos de entre 10 a 14 mt). Perforaciones que serán ejecutadas por terceros de acuerdo a los resultados de análisis de datos que se ejecutaran en durante el proyecto y que corresponde a pruebas tales como: pruebas geofísicas, propiedades térmicas del

subsuelo, nivel de agua, pruebas de bombeo, y simulaciones del sistema entero con modelos numéricos de tal forma de dar garantías de la sustentabilidad del sistema en el largo plazo que además de su aceptación por los productores, requiere que se puede extraer el caudal de agua indicado durante los periodos de su uso sin consumir el agua del acuífero que esperamos lograr con reinyección del agua después de su pasada en el sistema tomando en cuenta la dirección del flujo del agua en el acuífero y el posicionamiento de los pozos para no reducir la temperatura del agua disponible en los puntos de extracción. También se medirá perfiles de temperatura en los pozos asociados al proyecto cada semana durante el invierno y una vez por mes durante el resto del año para confirmar y determinar las condiciones limitantes (mínimo flujo, mínimo temperatura) para el diseño y operación del sistema.

Para la planificación y emplazamiento adecuado de la posición del o los pozo(s) de extracción y el o los pozo(s) de reinyección, se necesitan diversos datos de entrada:

1. Prospección geofísica, para definir la geometría del subsuelo bajo el área de interés, considerando la profundidad del agua subterránea, dirección de flujo del agua subterránea, y profundidad del basamento rocoso; para establecer la posición y profundidad de los pozos de extracción y reinyección así como los números a usar. Se ocupara un medidor de resistividad eléctrica (ERT, para detección mas preciso hasta 40 m de profundidad) y un medidor electromagnético transitorio (TEM, para detección con bajo resolución hasta 150 m de profundidad) para crear imágenes 2D del perfil del subsuelo

2. Propiedades térmicas de los sedimentos y rocas bajo el área de interés. Esto se obtendrá mediante mediciones in situ de propiedades térmicas de sedimentos, y mediciones en laboratorio de muestras tomadas en terreno usando un medidor térmico (Decagon) que es capaz de medir la conductividad térmica y la resistividad térmica de materiales sólidos. Información que nos permitirá aumentar la precisión de los cálculos iniciales para predecir la temperatura a diferentes profundidades, incluso proyectar si es posible ir más profundo, valiosa información para pensar en el uso de la geotermia en la zona. El número de muestras dependerá de la diversidad de materiales identificados Idealmente muestras de cada capa, categorizando en términos de materiales genéricos, dentro del presupuesto que permite el proyecto.

3. Se realizara un modelamiento numérico de transferencia de calor y masa en el acuífero, para lo cual se contempla la adquisición de SVOOffice 5 (SVFlux y SVHeat análisis de suelo por elementos finitos), para dimensionar la energía máxima a extraer y la extensión de las zonas de afectación térmica en profundidad y trabajar el objetivo 2. La geometría del modelo, propiedades de materiales, condiciones de borde (boundary condiciones), condiciones iniciales se construye basado en los datos obtenidos de las pruebas y geología del estudio EST-2015-0308 y de este proyecto suplementado por el mapa hidro-geológica de la región que dan aproximaciones a escala mas grande. Además, los datos obtenidos se permitirá refinar y mejorar el modelo a escala subregional (desde Pichidegua hasta San Fernando) que fue desarrollado en formo crudo en el Estudio EST-2015-0308 para hacer un análisis de potencial del uso de energía geotermia para el control de heladas a escala mas grande en las zonas productivos del región.

Se realizaran los pozos requeridos y pruebas de bombeo bajo el estándar de la NCh 777/2, compuesta de dos set de pruebas: Primero se define el caudal deseado que en

este caso deberá ser superior a 25 L/s (33 L/s estimado con resguardo) y se procede a realizar:

(1) Pruebas de gasto variable. Esta prueba debe permitir estimar la capacidad del pozo y obtener la información necesaria para diseñar la bomba que se debe instalar para su explotación.

El pozo se debe bombear con cuatro o más caudales diferentes seleccionados arbitrariamente y progresivamente crecientes, hasta llegar a la capacidad requerida. La duración total de la prueba de caudal variable será de 24 h como mínimo. La duración del bombeo para cada caudal se debe prolongar como mínimo por 2 h o por el tiempo necesario hasta que en cuatro mediciones consecutivas del nivel deprimido, tomadas a intervalos de 15 min, se obtenga una variación total, igual o inferior a 2 cm.

(2) Prueba de gastos constantes: Esta prueba permite conocer la capacidad de explotación del pozo. Se debe medir la recuperación del nivel del pozo hasta su nivel inicial o durante un tiempo igual al de bombeo antes de iniciar la prueba de caudal constante. Se considera que el caudal es constante cuando presenta fluctuaciones no mayores de $\pm 5\%$.

Esto además nos permitirá conocer la sustentabilidad del recurso que en caso de no serlo se deberá: a) profundizar los pozos o b) usar tan solo el calor del suelo.

La captura de datos en terreno estará a cargo de terceros ya que disponen de equipos apropiados y los análisis de datos e interpretación de los mismos estará a cargo del equipo de profesionales así como la supervisión en la ejecución de las actividades por cuenta de terceros.

En esta etapa se contempla la capacitación en el uso de la estaciones meteorológicas y el pronóstico de heladas, servicios a recibir de Dirección Meteorológica de Chile www.MeteoChile.cl o del Departamento de Gestión Integral de Riesgos www.dgjr.minagri.gob.cl o alguna Universidad. Paralelamente se contratara el servicio de alerta de heladas del FDF que si bien sabemos no será precisa se usara como referencial para efectos de control considerando que el daño por una helada es mucho riesgo para los productores que nos apoyen en el proyecto.

Año 1: Melón y Cerezos.

Equipo: Dvora Laio Wulfsohn, William Glassley, Inés Zamora y la contratación de servicios de terceros* CEGA para captura de datos geofísicos, Hydro Chile o Bombas Chile para perforación y pruebas de bombeo.

Método objetivo 2:

Se trabajara en el diseño de una red de distribución del agua y calor a nivel predial para lo cual usaremos softwares profesional para el diseño de redes de tuberías y transporte de calor, se considera la adquisición de los software Irripro y Sinetz para cálculos de los flujos, presión, temperatura del agua y condición de calor dentro del sistema utilizando de input propiedades térmicas de materiales, flujo de ingreso, temperatura de ingreso,

largo y diámetros de tuberías a utilizar. Los resultados obtenidos en esta etapa serán usados además en el modelo de la distribución de calor debajo del suelo, entre otros.

Obtenida esta información implementaremos a nivel experimental bajo condiciones controladas en 2 a 3 tipos de suelo típico de las zonas de estudio construyendo camas de 200 x 150 x 40 cm sometidos a baja temperatura (cámara refrigeración de 2 m x 2 m monofásica) para conocer cómo se distribuye la temperatura con los materiales y flujos seleccionados (resultado de metodología N° 1) dentro y sobre el suelo con 2 diferentes humedades de suelo (que deponiendo en la textura del suelo, normalmente entre 30% y 50% de la capacidad volumétrica). Se dispondrá de un sistema de sensores (estación móvil) que nos permita registrar la temperatura (termacuples a 10 y 20 cm) y humedad (sensor capacitivo 20 cm) a diferentes profundidades y sobre el suelo a 3 diferentes alturas (0, 20, y 40 cm) conectados a un datalogger para capturar y guardar los datos. La cámara frigorífico será aportada por GECO como valorizado y los sensores adquiridos en el mercado tecnológico.

Usaremos simulaciones numéricas un modelo de elementos finitos usando SVOOffice que nos dará la posibilidad de simular la temperatura en el suelo bajo igual condición del ensayo experimental controlado y probar otras condiciones para evaluar el perfil de temperatura y humedad en el suelo y en el ambiente frente a una helada y su control. Se tomara unos imágenes con una camera termal (FLIR modelo E4) para visualizar la distribución de temperatura del superficie del suelo como datos de validación del modelo numérico adicionales. La cámara termal será aportada por GECO como valorizado.

Modelación

Año 1. Melón

Año 1. Cerezos

Sobre la base de estos resultados se diseñara el prototipo de distribución de calor a nivel predial.

Prototipo

Año 1 Melón

Año 2. Cerezos, se ha dejado para el año 2 los cerezos debido a la necesidad de disponer de la experiencia en melones ya que en cerezos el volumen afectado por una helada es mayor involucrando una solución más compleja y costosa.

Desde inicio del proyecto se dispondrá en cada predio de 1 estación meteorológica (una a comprar y otra aporte empresa) con alerta de helada y sensores de temperatura de suelo, de ambiente, velocidad y dirección de viento, y HR. Ello debido a que las condiciones y temperaturas de las heladas y su intensidad no son homogéneas en una comuna por lo cual se requiere de evaluación de su comportamiento referido: alerta, inicio, desempeño y termino. En el caso de Pichidegua (melón) no existe estación meteorológica en la localidad estando la más cercana de la Red Agro meteorológica en Peumo (área cobertura 94) a 7 km en línea recta cruzando el rio Cachapoal y en el caso de San Fernando (cerezos) la estación más cercana al huerto está a 8 km. de distancia cruzando el rio Tinguiririca en El Carmen (área cobertura 105) no pudiendo representar la condición local de una helada para lo cual se considera al adquisición de una estación meteorológica que puede incorporarse a la Red Agroclimática Nacional; además nos

apoyaremos con estaciones móviles de sensores (a adquirir y ensamblar) para realizar mediciones específicas en diferentes lugares en la unidad productiva de trabajo en campo (3 posiciones x 2 tratamientos: sin y con control de heladas); para melón se realizara medición de: temperatura bajo suelo a definir específicamente a: 20 cm profundidad y sobre suelo a 20, 40 y 60 cm de altura además de medición de humedad de suelo y HR en el entorno de la planta; en cuanto a los cerezos se tomara datos de temperatura también a definir 20 y 40 cm profundidad y en superficie a 60, 120, 180, 240, 300 cm, humedad de suelo y humedad relativa en el entorno de la planta; para conocer el comportamiento de las heladas y distribución del calor. Se tomara unas imágenes con la camera termal para visualizar las distribuciones espaciales de temperatura superficiales del suelo y plantas.

Sobre la base de los antecedentes colectados tanto en campo como a nivel experimental se procederá a dimensionar y calcular los materiales requeridos para distribuir el calor bajo y sobre suelo dentro de los cuales destaca PVC o HDPE, aspersores; respecto del tipo de material dependerá de los resultados obtenidos ya que está sujeto a la capacidad de transferir y conducción que posean bajo la condición local. No obstante se consideran bajo tierra para distribución y transmisión y sobre tierra para distribución en las zonas de interés.

Equipo: Dvora Laio Wulfsohn, Steve Miller, William Glassley

Método objetivo 3:

Se procederá a instalar los equipos de bombeo de agua/calor y tuberías seleccionadas para la distribución del calor en el campo, la construcción de zanjas para instalar matrices se realizaran con equipo Bobcat (servicios de terceros) y las tubería de distribución de calor se pondrán:

Melón: Tal como ya se ha indicado se implementara el prototipo el año 1 para lo cual durante el proceso de la construcción de las camas de plantación apoyado con tractor y arado de disco o aporcador ,equipamiento que aportara el productor y se cubrirá los costos de JT. Se contara con el apoyo de 2 personas en campo para cortar, pegar y tapar las tuberías de distribución, además del equipo ejecutor.

Cerezos: El año 2 del proyecto, en periodo de receso del cultivo, se realizara la construcción de zanjas de distribución de tuberías principales con equipo Bobcat, sobre la línea de plantación instalación de tubería de distribución de calor a realizar a pala. Se utilizara al igual que en melones 2 personas de apoyo y uso de maquinaria del productor donde se cubrirá la JT.

El sistema estará operativo durante todo el periodo anual de heladas (abril a octubre) de tal forma de evaluar su comportamiento como controlador de heladas, realizar registros asociados a los factores climáticos en suelo y aire (temperatura, humedad y velocidad de viento).

Se utilizara un sensor para monitoreo de flujo y temperatura del agua/aire a la salida del pozo de extracción y al punto de reinyección al acuífero.

Los ajustes al sistema se realizarán durante los periodos que no se presenten riesgos climáticos, en este caso verano.

Prototipo

Año 1 2 ,3. Melón

Año 2 y 3. Cerezos

Equipo: Dvora Laio Wulfsohn, Steve Miller, Inés Zamora, 2 personas de apoyo,
Maquinaria agrícola aporte productor excepto JT, servicios de Bobcat.

Método objetivo 4:

Para efectos de realizar la evaluación de la efectividad y costos del sistema para control de heladas con geotermia:

Utilizaremos como línea base los resultados alcanzados en el estudio EST 2015-0308 relacionados con la propuesta técnica referido al: a) control efectivo de heladas, b) operacional en cuanto a la implementación y funcionamiento sobre la base de los materiales efectivamente utilizados c) económico realizando el cálculo de VAN, TIR y utilidad.

Las parcelas de prototipo y control estará en la misma propiedad: una con control de helada (prototipo) y otro sector sin control de helada.

a) Para el análisis del aspecto Técnico dispondremos de la información de la estación meteorológica, datos de temperaturas y humedad relativa en suelo y aire a diferentes alturas en la zona de control de helada con energía geotérmica, y en zona del mismo campo donde no se realizó control de helada. Ambos las zonas con y sin control de heladas incluirán posiciones de monitoreo cercanos a los bordes y al interior del campo, en una distribución espacial sistemática con dos replicaciones.

Así también incluirá evaluaciones de daño por helada cuando corresponda, para lo cual se usara un diseño experimental con repeticiones para obtener comparaciones estadísticas entre el sistema de control de heladas contra sistema sin control de heladas como referencia (tratamiento "control"). Las evaluaciones en ambas especies Melón y Cerezos, el daño será evaluado usando el sistema de muestreo Pronofrut™; que permite tomar muestras en campo para evaluaciones de daños y calidad de producto así como proyectar producciones con un error $\leq 10\%$

b) Operacional: Este aspecto será evaluado respecto de los materiales propuestos en el estudio inicial, lo efectivamente utilizado y el desempeño en campo en cuanto a flujos y temperatura de agua / aire al ingresar al sistema y a la salida del sistema en el pozo de inyección. Sobre la base de esta información podremos estimar la efectividad del prototipo, es decir si funciona y con qué tipo de eficiencia:

- Diferencia de perfil de temperatura entre la zona tratada v/s la no tratada
- Energía térmica transferida al medio desde la fuente geotérmica.

c) Análisis económico: Si bien el estudio inicial contemplo una estimación de los costos de implementación del prototipo, estos serán registrados y detallados a través de la ejecución del proyecto en costos fijos y variables e imprevistos para establecer el costo total del sistema de control de heladas geotérmico y así realizar los cálculos económicos relacionados con los costos de inversión y el daño (VAN, TIR, utilidades).

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

Indique los resultados esperados y sus indicadores para cada objetivo específico.					
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)
1	1	Descripción del ubicación y magnitud del reservorio geotérmica de los sitios donde se instalaran los prototipos	Informe con descripción del recurso hidro-térmico-geológica sitio-especifico	0	2
	2	Diseño de configuración de pozo(s) de extracción e inyección en los sitios que corresponden a la capacidad del reservorio	Informe de configuración de pozos para el control de heladas y análisis de flujos y temperaturas con extracción/reinyección del aguas de acuíferos	0	2
	3	Modelación y análisis del potencial geotérmica de la zona en términos de caudales de extracción	Informe presentando una mapa 3-dimensional del recurso térmico estimada por el modelo con un análisis de sustentabilidad	1 modelo 3d crudo	1 modelo 3d más preciso y análisis de sustentabilidad

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

⁴ Indicar el indicador del resultado esperado.

Equipo: Dvora Laio Wulfsohn, Steve Miller, Inés Zamora, William Glassley.

Método objetivo 5:

Se contempla para la difusión de los resultados del proyecto actividades de diferente índole: visitas al lugar donde estén instalado los prototipos, publicaciones en revistas digitales y papel de circulación nacional e internacional.

Para ello de forma sistemática y a través del proyecto se recopilara fotografías, información de importancia, opiniones técnicas que permitan dar consistencia al material y mensaje a transferir relacionado con el proyecto.

Para difundir los resultados se contempla:

1.-Visita a las estaciones con los prototipos con productores de grupos de transferencia tecnológica del tipo PDTs o GTT que operen en la región, los cuales serán invitados y trasladados a dichos lugares donde profesionales del equipo de trabajo mostraran de forma teórica a través de una charla introductoria con material de soporte diseñado para dicho propósito y de forma práctica en las instalaciones.

2.-Publicaciones del tipo inserción o entrevistas en revistas del rubro agrícola y/o tecnológicas que permita dar a conocer de forma más masiva los resultados del proyecto, sistema de financiamiento y contactos para todos a aquellos que deseen visitarlos.

Estas actividades se llevaran a cabo al término del proyecto y estarán a cargo de: Inés Zamora L. y Dvora Laio Wulfsohn.

		sustentables para los duraciones necesarios y drawdown del reservorio permitido, sustentabilidad, el riesgo y robustez para las temperaturas y caudales requisitos			
2	4	Diseño de sistemas de distribución de energía geotérmica en cultivos de melón y cerezos y análisis del distribución de calor en los distintos sectores del sistema	Diseño (dibujo de los instalaciones con su layout y especificaciones de los equipos, materiales y condición de presión, flujo y temperatura)	0	2
	5	Instalar estaciones meteorológicas en los campos y ensamblar estaciones de sensores para monitorear perfiles de temperatura bajo y sobre suelo en las zonas de los cultivos	Instalación de estaciones meteorológica funcionando en los huertos Instrumentación de monitoreo de microclima (suelo y aire) de los cultivos durante un helada en zonas (a) sin y (b) con control de heladas (con replicación para ensayos)	0	14
	6	Se conducirá pruebas relacionando caudal y temperatura de	Informe de resultados de los experimentos y análisis de sus implicaciones para el dimensionalmente de	0	1

		agua en tubería instalado en el suelo, y la distribución de temperatura bajo y sobre el suelo, en 2 a 3 tipos de suelo en condiciones controlados para ayudar en el diseño de los prototipos y validación de modelos	sistemas en diferentes condiciones de suelo y capacidad de pozos		
3	7	Prototipos de control de heladas por geotermia en hortalizas y frutales	Prototipo funcionando en terreno	0	2
4	8	Análisis del rendimiento y costos de operación de los prototipos	Informe técnico-económico de los prototipos	0	2
5	9	Informe Final y Difusión	Publicación en una revista Web y papel de difusión nacional e internacional	0	2
	10	Difusión	Visitas con productores de hortalizas y de frutales a los instalaciones en terreno	0	2
	11	Difusión	Charlas a Grupos de transferencia tecnológica en 2 PDTs y 2 GDTs (Dayenu Ltda)	0	4

1.5. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos ⁵	Resultado Esperado ⁶ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Diseño de prototipo de control de heladas en un huerto de melón con análisis de su sustentabilidad	2 a 4 y 6	Mes 6, Año 1
Instalación de prototipo en melón con su instrumentación	7	Mes 8, Año 1
Diseño de prototipo de control de heladas en un huerto de cerezos con análisis de su sustentabilidad	2 a 4	Mes 4, Año 2
Instalación de prototipo en cerezas con su instrumentación	7	Mes 6, Año 2
Análisis técnico económico del sistema de control de heladas con geotermia, para melón	8	Mes 24, año 2
Análisis técnico económico del sistema de control de heladas con geotermia, para melón	8	Mes 36, año 3

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.

Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2017												
			Trimestre												
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic			
1	1	Exploración e análisis hidrogeológico – Pichidegua, San Fernando			X	X									
	2	Diseño de pozos de extracción e inyección para control de heladas – Pichidegua, San Fernando			X	X	X								
	3	Modelamiento ubicación y tamaño del recursos geotérmico – Pichidegua, San Fernando				X	X	X	X	X					
2	4	Diseño del sistema de distribución de energía geotérmica en el huerto - Pichidegua						X			X				
	5	Monitoreo de microclima en huertos durante las heladas. Pichidegua y San Fernando			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6	Experimentos a pequeño escala bajo condiciones controladas			X	X	X	X	X	X	X				
	7	Prototipo de control de heladas funcionando - Pichidegua									X	X	X	X	

Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2018											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
2	5	Monitoreo de microclima en huertos durante las heladas. Pichidegua y San Fernando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	4	Diseño del sistema de distribución de energía geotérmica en el huerto San Fernando			X	X	X	X	X					
3	7	Prototipo de control de heladas funcionando – San Fernando								X	X	X	X	X
	7	Ajustes y Modificaciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	8	Mediciones de funcionamiento de sistemas y microclima en cultivos con y sin control de heladas por geotermia. Pichidegua y San Fernando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2019											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
4	8	Monitoreo de microclima en dos huertos y cultivos durante las heladas					X	X	X	X	X	X		
3	7	Prototipos de control de heladas funcionando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7	Ajustes y modificaciones			X			X			X			X
4	8	Mediciones de funcionamiento de sistemas y microclima en cultivos con y sin control de heladas por geotermia. Pichidegua y San Fernando			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	10	Difusión por visitas de productores a terreno									X			

Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2020											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
5	9	Difusión por publicaciones			X									
	10	Difusión por visitas de productores a terreno			X									
	11	Difusión a través de productores de PDTs y GTTs			X									
	7	Ajustes y modificaciones	X											
3	7	Prototipo de control de heladas funcionando	X	X	X							X		



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

- Si la propuesta tiene una orientación de mercado, debe completar sólo las preguntas 17.1 a), 17.2 a), 17.3 a) y 17.4 a).
- Si la propuesta está orientada a resultados de interés público, se debe completar sólo las preguntas 17.1 b), 17.2 b), 17.3 b) y 17.4 b).

17.1 Según corresponda:

- a) Si la propuesta está orientada de mercado, describa el mercado al cual se orientará los bienes o servicios generados en la propuesta.
- b) Si la propuesta está orientada a resultados de interés público, identifique y describa los beneficiarios de los resultados de la propuesta.

(Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos).

Productores de tamaño pequeño y mediano que representan el 85% del sector productivo nacional, que se encuentran entre las regiones de Coquimbo a Maule que producen frutales mayores y menores sensibles a heladas de alta rentabilidad tales como arándanos, ciruelos, kiwi, cítricos, nogal, almendro, perales, cerezos, palto vides de vino, parronales uva exportación; que se cultivan entre las regiones de Coquimbo a Maule que alcanzan un total de 116.216 Ha. Así como productores de hortalizas que no toleran heladas y con una rentabilidad neta igual o superior a los 2M\$/ha que justifique la inversión tales como lechugas, alcachofas, tomates, melón, sandía, pimiento, zapallo italiano que en esas mismas regiones alcanzan una superficie de 17.385 Ha.

Según corresponda:

- a) Si la propuesta está orientada de mercado, describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionarán con ellos.
- b) Si la propuesta está orientada a resultados de interés público, explique cuál es el valor que generará para los beneficiarios identificados.

(Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos).

Los clientes potenciales de la tecnología corresponden a productores pequeños y medianos de O`Higgins y Maule que se localizan en zonas agroclimáticas del país con riesgo de heladas o que han tenido pérdidas producto de las heladas, reconocen la importancia de la solución y son capaces de apreciar su valor agregado que además del control de heladas, se trata de un sistema que utiliza el agua de los pozos y lo reinyecta al sistema sin pérdidas de flujo, en caso de no disponer de pozo se puede postular para acoger a la bonificación que otorga la Ley 18450 para Obras de captación de aguas subterráneas (pozos), escasa a nula emisión de CO₂, energía renovable, de alta eficiencia, con usos alternativo en otras actividades agrícolas y el hogar del recurso energético. Se caracteriza por proteger de heladas unidades productivas de entre 1 a 15 ha (pequeños y medianos productores) que cultivan especies tales como cerezos, arándanos, tomates, nogales, almendros palto, parronales (28.950 ha), melones, sandias, tomates, zapallo italiano (6774 ha) en las regiones de O`Higgins y Maule, ambas consideradas para la primera etapa de comercialización.

A modo de referencia, para la helada del año 2013 INDAP bonificó por daño, un total de

490.000 ha de diferentes especies y casi 6.000 productores. De ellas 342.200 ha corresponden a la región de O'Higgins.

Venta técnica directa a partir de una evaluación inicial de potencial geotérmico y periodo de amortización de la inversión.

17.2 Según corresponda:

- Si la propuesta está orientada de mercado, describa cuál es la propuesta de valor.
- Si la propuesta está orientada a resultados de interés público, 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.

(Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos).

La mayoría de los actuales métodos de control de heladas utilizan combustión de gas o diésel por lo cual emiten CO₂ al ambiente, La geotermia como fuente energética tiene una casi nula emisión de gases efecto invernadero (energía limpia).

Renovable, y de propiedad del usuario lo que la hace independiente de los vaivenes del precio del combustible.

Se trata de una tecnología de fácil uso y mantención.

No modifica las características del suelo.

El agua utilizada se retorna al acuífero, por lo cual no existe pérdidas del recurso.

Además de la energía generada para controlar heladas, podrá:

Usar la temperatura para adelantar periodos de cosecha al calentar el suelo en búsqueda de venta de primores,

Mejorar temperatura en época invernal en invernaderos,

Acondicionamiento de ambientes de bodega y áreas de embalaje de producto,

Secado de productos agrícolas.

Calentamiento y enfriamiento de aire para la climatización de la vivienda;

En sistemas con bombas de calor :el enfriamiento de áreas de conservación de frutas y hortalizas,

Tratamientos de sanitización de suelos,

Producción de agua caliente.

17.3 Según corresponda

- Si la propuesta está orientada de mercado, describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.

b) Si la propuesta está orientada a resultados de interés público, describa con qué mecanismos se financiará el costo de mantenimiento del bien o servicio generado de la propuesta una vez finalizado el cofinanciamiento.

(Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos).

Costos fijos: recurso humano destinados y dirección de implementación de proyectos, administrativo, ventas, servicios básicos telefonía e internet, licencias software, seguros, patentes, contabilidad, arriendo oficina.

Costos variables: recurso humano destinado a implementación, contrato de servicios de terceros de perforación, legales cuando corresponda. Materiales e insumos, fletes.

Ingresos: por concepto de estudios e implementación del sistema geotérmico para control de heladas en campo.

1.8. Potencial de impacto

18.1 A continuación identifique claramente los potenciales impactos que estén directamente relacionados con la realización de la propuesta y el alcance de sus resultados esperados.

Describa los potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos y comerciales que se generarían con la realización de la propuesta

(Máximo 750 caracteres, espacios incluidos)

- En términos generales un adecuado control de heladas asegurar la continuidad productiva a través de la temporada, garantizando ingresos anuales de los agricultores.
- Una vez amortizada la inversión de control de heladas, el costo del recurso es cero para el agricultor.
- Aporta valor a su oferta al contar con sistemas de baja a nula emisión de gases efecto invernadero.
- Mantenimiento del recurso hídrico del suelo, ya que este será reinyectado al sistema.
- Independiente de una helada permitirá mantener mejores temperaturas del subsuelo mejorando el desarrollo productivo de las plantas.
- Por la condición geológica del país, se estima permitirá una implementación en la mayoría de los suelos y cultivos de alto valor, donde los productores pequeños y medianos arriesgan un alto capital de inversión.

Describa los potenciales impactos y/o beneficios sociales que se generarían con la realización de la propuesta

(Máximo 750 caracteres, espacios incluidos)

- Reducción del costo asociado a las indemnizaciones entregadas por el Estado a los productores por los daños causados por heladas, pudiendo ser destinados a otros requerimientos de la comunidad.
- Asegurar la oferta laboral agrícola al reducir las pérdidas de cultivos.
- Reducción de costos en climatización (frío-calor) de casa y otras estructuras que lo requieran. De acuerdo al INE el salario de los hogares rurales e Maule y O'Higgins se estima en 450M\$.
- Asegurar la producción de alimentos a precios de oferta normal al interior del país.

Describa los potenciales impactos y/o beneficios medio ambientales que se generarían con la realización de la propuesta

(Máximo 750 caracteres, espacios incluidos)

- Promover el desarrollo de soluciones energéticas renovables
- Control de heladas usando medios de escaso a cero niveles de contaminación
- Permite disminuir la huella de carbono de la producción final.

Si corresponde, describa otros potenciales impactos y/o beneficios que se generarían con la realización de la propuesta

(Máximo 750 caracteres, espacios incluidos)

- Seguridad y oportunidad del recurso para control de heladas a nivel predial
- Permite una mayor independencia frente a las variaciones de los precios de los combustibles en comparación con los sistemas de control de heladas tradicionales.

18.2 Indicadores de impacto.

De acuerdo a lo señalado en la sección anterior, indique los impactos asociados a la innovación que aborda su propuesta.

Tipo de impacto	Indicador	¿Se espera un cambio en el indicador como resultado de la propuesta? ⁷	Línea base del indicador ⁸	Resultados esperados al término de la propuesta ⁹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁰
Productivos, económicos y comerciales	Ingreso bruto promedio de ventas del producto/servicio a los cuales la innovación se aplica (pesos \$)	si	Melón- 1,4M\$ Cerezos 2.400 USD/ha	Melón 5.094\$M Cerezos 18.428 USD/ha	Melón 5.095\$M Cerezos 18428 USD/ha
	Costo total de producción promedio asociado a los productos/servicios a los cuales la innovación se aplica (pesos \$)	n/a			
	Precio de venta promedio asociado a los productos/servicios a los cuales la innovación se aplica (pesos \$)	si	Melón \$314/ud Cerezos USD 2,7 FOB/kg	Melón \$377/ud Cerezos USD 3,62 FOB/kg	Melón \$377/ud Cerezos USD 3,62 FOB/kg
	Producción promedio del producto/servicio a los cuales la innovación se aplica Ejemplo: Kg/há.	si			
	Otros				
Sociales	Número promedio de trabajadores en la organización	si	4	6	10
	Salario promedio del trabajo en la organización (pesos \$)	si	800M\$	1MM\$	1.1MM\$
	Nivel de educación superior promedio de los empleados en la organización Ej: Número de empleados con enseñanza superior /número total de empleados	si	4/5	4/5	5/5
	Otros				

⁷ Indique, si, no o no aplica.

⁸ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

⁹ Indique el cambio esperado de los indicadores al término de la propuesta.

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

Tipo de impacto	Indicador	¿Se espera un cambio en el indicador como resultado de la propuesta?	Línea base del indicador	Resultados esperados al término de la propuesta	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta
Medio ambientales	<i>Volumen promedio de agua utilizado en la organización (metro cubico/año)</i>	<i>n/a</i>			
	<i>Nivel promedio de consumo de energía renovable no convencional en el consumo eléctrico y/o térmico en el sistema productivo de la organización Ej: uso de energía renovable no convencional/uso energía total</i>	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>1MW</i>	<i>20 MW</i>
Medio ambientales	<i>Nivel promedio de empleo del control integrado u otros métodos alternativos de control de plagas en la organización Ej: empleo de control integral de plagas/empleo de agroquímicos</i>	<i>n/a</i>			
	<i>Otros</i>				
Generación de Innovación	<i>Número de derechos de propiedad intelectual considerando todos los participantes del equipo del proyecto</i>	<i>si</i>	<i>5</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
	<i>Número de acuerdos de transferencia de resultados considerando todos los participantes del equipo del proyecto</i>	<i>n/a</i>			
	<i>Otros</i>				
Cultura de innovación	<i>Gasto en actividades de investigación y desarrollo en la propia organización (pesos \$)</i>	<i>si</i>	<i>10M\$</i>	<i>37M\$</i>	<i>50M\$</i>
	<i>Gasto en contratación de servicios de investigación y desarrollo fuera de la organización (pesos \$)</i>	<i>si</i>	<i>5M\$</i>	<i>7,7M\$</i>	<i>14M\$</i>
	<i>Gasto en contratación de servicios (pesos \$)</i>	<i>si</i>	<i>8M\$</i>	<i>10M\$</i>	<i>15M\$</i>
	<i>Gasto en adquisición de conocimientos externos para la innovación (pesos \$)</i>	<i>si</i>	<i>7M\$</i>	<i>10M\$</i>	<i>12M\$</i>
	<i>Gasto en adquisición de maquinaria, equipos y software (pesos \$)</i>	<i>si</i>	<i>3M\$</i>	<i>4M\$</i>	<i>7M\$</i>

Tipo de impacto	Indicador	¿Se espera un cambio en el indicador como resultado de la propuesta?	Línea base del indicador	Resultados esperados al término de la propuesta	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta
Cultura de innovación	Gasto en capacitación para la innovación (pesos \$)	si	0	800.000	2.000.000
	Gasto en introducción de innovaciones tecnológicas al mercado (pesos \$)	si	0	200.000.000	
	Gasto en el diseño para la innovación (pesos \$)	si	0	20.000.000	
	Gasto en otras actividades de producción y distribución para la innovación (pesos \$)				
	Otros				
Generación de conocimiento	Número promedio de publicaciones científicas de todos los participantes del equipo del proyecto	si	0	2	6
	Número promedio de producción de conocimiento de todos los participantes del equipo del proyecto	si	3	5	8
	Otros	si	60	110	200

18.3 Producto general del proyecto

Indique hasta 3 productos que se espera como consecuencia de la ejecución de la propuesta.

N°	Identificación y descripción de los productos esperados	Tipo de innovación esperada Considere los siguientes tipos de innovación: • Innovación de producto • Innovación de proceso • Innovación en método de comercialización y marketing. • Innovación en gestión organizacional y/o asociatividad.	Grado de novedad de los resultados esperados Considere el grado de novedad de él o los productos de acuerdo a las siguientes opciones: • El producto es nuevo en las organizaciones involucradas en el proyecto, pero existente en la región • El producto es nuevo en la región, pero existente en el país • El producto es nuevo en el país, pero existente en el mundo. • El producto es nuevo en el mundo.
1	Prototipo de control de heladas en hortalizas con geotermia sin bomba de control	Innovación de producto y proceso	El producto es nuevo en el mundo
2	Prototipo de control de heladas en árboles frutales con geotermia	Innovación de producto y proceso	El producto es nuevo en el mundo
3			

2. Anexos

Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	Geco Enterprises Ltda	
Giro / Actividad	Consultoria, Centro de I+D acreditado CORFO	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	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)	1500 UF	
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores	1	
Usuario INDAP (sí / no)	no	
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Dvora Laio Wulfsohn // Ines Aida Zamora Lagos	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Ing. civil Agrícola // Ing. Agronomo	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Socias directores	
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		
Giro / Actividad		
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal		
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante		
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	Dvora Laio Wulfsohn
RUT	
Profesión	Ing. civil Agrícola PhD (UC Davis)
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Geco Enterprises Ltda
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Directora proyectos
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Ines Zamora Lagos
RUT	
Profesión	Ing. Agronomo MSc
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Dayenu Ltda
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Dirección general
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	AGRICOLA Y TRANSPORTES LOS ROMOS LTDA
Apellidos	Representada JOSE CARREÑO
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	Pichidegua
Región	O`Higgins
Fono /Celular	
Email personal	