



CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS



**CÓDIGO**  
**(uso interno)**

PYT-2019-0714

**PLAN OPERATIVO**  
CONVOCATORIA NACIONAL 2019  
**Jóvenes Innovadores**

## 1 FICHA RESUMEN

### 1.1 Nombre del proyecto

Hydrotica

### 1.2 Resume brevemente el proyecto (1.000 caracteres)

Actualmente el mundo se encuentra sufriendo los efectos del cambio climático, que se traducen en el aumento sostenido de las temperaturas promedio y episodios climáticos extremos en distintas partes del mundo (sequías, inundaciones, olas de calor y frío). Por su parte, Chile al ser una potencia agroalimentaria, se ve afectado por estos eventos climáticos, ocasionado problemas como escasez del recurso hídrico. En este sentido, es indispensable que los agricultores pequeños y medianos (que según la FAO son quienes producen aproximadamente el 80% de los alimentos del mundo), tengan acceso a sistemas que les permitan optimizar el uso del agua y estar protegidos ante los efectos del cambio climático poniendo énfasis en Chile. Nuestra propuesta es un sistema de monitorización y control de riego totalmente automático, capaz de optimizar el recurso hídrico al aplicar agua eficientemente para cada grupo de cultivos, dirigido a pequeños y medianos agricultores.

## 2 PROBLEMA

2.1 ¿Cuál es el problema que quieren abordar? (Máximo 250 caracteres)

Escasez de recurso hídrico para riego y limitado acceso a la agricultura de precisión en pequeños y medianos agricultores debido a los elevados precios del mercado actual sumado a la modularidad de los servicios y/o productos afines.

2.2 ¿Por qué se genera este problema? Describa y cuantifique las causas que lo generan. (Máximo 1.000 caracteres)

Actualmente Chile se encuentra sufriendo los efectos del cambio climático, se traducen en el aumento sostenido de las temperaturas promedio y la sequía. En efecto, en el último tiempo la escasez de agua ha ido aumentando en el país, entre 2007 y 2011, el volumen total de agua disminuyó 7%. De los 24 principales embalses del país, la mitad bajó su volumen. El problema se torna más complejo para la región del Maule, en donde la laguna del Maule y Colbún están a un 24% y 50% de su capacidad respectivamente. Por otra parte, en Chile sólo el 5% de los productores usa algún tipo de agricultura de precisión. En su mayoría los grandes productores, dado que tan solo ellos pueden invertir en tales tecnologías. Además existe un rechazo a la nuevas tecnología, debido a la falta de información.

- 2.3 ¿Cuáles son las consecuencias que genera este problema? Describa y cuantifique sus **efectos** en la industria/mercado/sector productivo según corresponda. (Máximo 1.000 caracteres)

Los problemas descritos repercuten directamente en la calidad y cantidad de los cultivos producidos, lo que deriva en pérdidas económicas para los productores y para el país. Estas pérdidas son considerables dada la posición de Chile como uno de los líderes mundiales en producción agrícola en productos como uvas, manzanas y cerezas (el sector silvoagropecuario alcanza el 3% del PIB nacional). En este contexto, la Región del Maule presenta una importante participación: a noviembre del 2017 ocupaba el segundo lugar en colocaciones bancarias del país (sector silvoagropecuario) con un 10.6%, sólo detrás de la Región Metropolitana. La escasez de lluvia que ha afectado a nuestro país en los últimos años, junto con el uso ineficiente del recurso hídrico, generan bajas considerables en la producción, lo que no solo afecta al productor, sino también a la economía local (menos trabajos de temporada).

- 2.4 ¿Quiénes se ven afectados directamente por este problema? Describa y cuantifique al cliente/usuario según corresponda. (Máximo 500 caracteres)

La mayoría de los productores son de pequeño y mediano tamaño (221,207 de 301,376 de explotaciones en Chile son de tamaño menor a 20 ha). Estos productores suelen ser de carácter familiar, con nula aplicación de tecnología en sus cultivos, con poco acceso a profesionales de la agronomía que les permitan mejorar sus prácticas de cultivo. Por otra parte, esto afecta directamente en los empleos generados, ya que debido al cambio climático y la mala administración hídrica, disminuye la producción.

2.5 ¿Cómo se ven afectados los clientes/usuarios por este problema? Cuantifique.  
(Máximo 500 caracteres)

Los agricultores se ven afectados al no tener suficiente recurso hídrico para el riego, generando pérdidas por una reducción en la cantidad y calidad de sus productos, a la vez que se evita la expansión del terreno cultivado. Y al no tener acceso a agricultura de precisión, no disponen de herramientas para solventar este problema, lo que les impide acceder a nuevas oportunidades: reducción de costos e incertidumbre en el riego o el acceso a certificaciones y atracción de nuevos compradores.

### 3 SOLUCIÓN INNOVADORA

3.1 ¿Cuál es la solución que proponen para resolver el problema identificado? (Máximo 250 caracteres)

Un sistema de monitorización y riego automatizado, que determine y ejecute el riego de acuerdo a la medición de variables del suelo de forma inalámbrica, energéticamente eficiente y utilizando la cantidad de agua óptima.

3.2 ¿A qué causas del problema responde la solución? Responder de acuerdo a lo indicado en el punto 2.2. (Máximo 500 caracteres)

La solución planteada es capaz de acercar las tecnologías de agricultura de precisión a los pequeños y medianos agricultores, en conjunto con optimizar el agua para mejorar la calidad de los productos, reduciendo las pérdidas asociadas al mal uso del recurso hídrico y ayudando a acercar la tecnología al segmento mencionado a través de precios asequibles.

3.3 ¿Quiénes son los clientes y/o usuarios potenciales de la solución? Describa y cuantifique. (Máximo 500 caracteres)

En el país existen 301.376 explotaciones agrícolas, siendo 41.904 (2.706.054 ha) de la Región del Maule, de estas 230.370 ha corresponden a cultivos anuales y permanentes. Considerando un 1% de tal superficie como mercado objetivo se tienen 2.304 ha sólo en la región. El perfil de cliente al que apuntamos inicialmente corresponde a agricultores con algún sistema de riego tecnificado, con conocimientos de agronomía e interés en incorporar agricultura de precisión en sus campos.

3.4 ¿De qué manera la solución resuelve el problema y cuáles son los beneficios generados para los clientes y/o usuarios? (Máximo 1.000 caracteres)

-Optimiza el recurso hídrico, al utilizar el agua suficiente necesaria para el riego, eliminando problemas en los cultivos relacionados a la falta o exceso de riego. -Al optimizar la cantidad de agua requerida, se puede regar una superficie mayor utilizando la misma cantidad de agua, o bien, disminuir el impacto en otros usuarios del agua debido al menor consumo. -Genera registros necesario para obtener acreditaciones, certificaciones y realizar la planificación dentro de la empresa. -Elimina el factor “experiencia”, en el sentido de que personas sin grandes conocimientos puedan llevar a cabo un riego de calidad. -Elimina la necesidad de contratar personas para la ejecución del riego (mano de obra escasa). -Dado que es un sistema por suscripción el cliente no debe desembolsar grandes cantidades de dinero asociadas al costo inicial, lo que le permite probar el sistema para evaluar su desempeño.

3.5 ¿Qué soluciones actualmente resuelven o intentan resolver el problema identificado?<sup>1</sup>(Máximo 1.000 caracteres)

El problema del riego está parcialmente resuelto, solo se asegura una calidad mínima de los cultivos en función de la observación, experiencia o a través de pruebas con instrumentos afines. Lo anteriormente descrito, requiere de profesionales con conocimientos profundos en el tema, que por lo general son escasos y por ende, de elevado costo de contratación dada la naturaleza propia del proceso (no se puede tener un especialista monitoreando de forma continua). También se presenta el problema de quienes deben regar estos cultivos, ya que por lo general son gente de mayor edad, haciendo caro también el proceso propio del riego por escasez de mano de obra. Por otra parte, se tiene actualmente en el mercado, empresas dedicadas a este rubro, que ofrecen sus servicios a grandes productores agrícolas tanto en monitorización o control o bien, combinados. Estas empresas son: lemsystem, livn, cdtec, agroprecision, neoag, wiseconn e instacrops.

<sup>1</sup>Indique los últimos avances a nivel regional, nacional e internacional que resuelven o están intentando solucionar el problema. Considerar las últimas investigaciones, patentes, desarrollo de productos, servicios, entre otros. Buscar en base nacional de proyectos [www.fia.cl](http://www.fia.cl).

- 3.6 Según lo indicado anteriormente, ¿En qué se diferencia la solución propuesta con las otras soluciones que actualmente resuelven o intentan resolver el problema identificado?<sup>2</sup> Describa y cuantifique. (Máximo 1.000 caracteres)

A partir de la investigación y la experimentación hemos llegado a un conjunto de sistemas electrónicos de alta eficiencia energética y reducido tamaño, junto a un sólido sistema de comunicaciones inalámbrico que es tendencia en el ámbito internacional, los que permiten medir variables primordiales en el proceso de cultivo. Nuestras principales diferencias son:

- Un modelo de negocio basado en suscripción. Esto permite que pequeños y medianos agricultores no deban desembolsar una gran inversión inicial, sino que pagar un monto fijo mensual de acuerdo a área cultivada para acceder al producto.
- Una solución integral, es decir, no es necesaria la compra o arriendo de módulos adicionales.
- Producto personalizado de acuerdo a las necesidades del agricultor, el sistema presentará los datos en la forma que los requiera el usuario.
- Capacidad de funcionamiento de forma completamente automática, sin intervención del usuario.

- 3.7 De acuerdo a lo anterior, indique el tipo de innovación<sup>3</sup> que se pretende desarrollar:

Tipo innovación	Descripción	Marque con una X
Innovación Producto	Una innovación de producto es la introducción en el mercado de un bien o un servicio nuevo o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o al uso al que se destina.	x
Innovación Procesos	Una innovación de proceso es la implementación de un nuevo o significativamente mejorado proceso de producción, método de distribución o actividad de soporte para los bienes o servicios.	

<sup>2</sup> Indique el atributo diferenciador de la solución propuesta respecto a la oferta actual del mercado u otras soluciones que apuntan a resolver ese problema.

<sup>3</sup> Definición según Manual de Oslo, 3<sup>o</sup> edición año 2005.

<p>Innovación Marketing</p>	<p>Implementación de un nuevo concepto de marketing, estrategia o modelo de negocios que difiera significativamente del método de marketing existente en la empresa y el cual no ha sido utilizado antes. Implice cambios significativos del diseño o envasado de un producto, promoción o precios.</p>	
<p>Innovación Organizacional</p>	<p>Introducción de una nueva metodología en las prácticas de la empresa y/u organización (incluyendo administración del conocimiento), la organización del lugar de trabajo o las relaciones externas que no han sido usadas en la empresa anteriormente.</p>	

## 4 VÍNCULO CON SECTOR AGRARIO

### 4.1 ¿Cómo el proyecto se vincula con el sector agrario, agroalimentario y forestal nacional? (Máximo 1.000 caracteres)

A través del uso de tecnologías que permiten optimizar el uso de recursos hídricos con el fin de mejorar la calidad de los productos de origen vegetal, duradera, de fácil implementación y robusta frente a las condiciones ambientales. Con esto se consigue además disminuir el uso del recurso en cuestión, que empieza a ser escaso, debido principalmente al avance del cambio climático. Por otra parte, este tipo de sistemas vienen a paliar la falta de mano de obra (debido a las migraciones rural - urbanas que se han venido dando en los últimos tiempos), haciendo que la productividad de sector agrícola aumente.

- 4.2 ¿Cómo se beneficiará el sector agrario, agroalimentario y forestal nacional con el desarrollo del proyecto? Describa y cuantifique claramente quiénes y cómo se verán beneficiados. (Máximo 1.000 caracteres)

Permitirá que los pequeños y medianos agricultores del país (un 73% de las explotaciones del país son de tamaño menor a 20 ha) se beneficien del uso de tecnologías de agricultura de precisión (solo el 5% de ellos lo hace), con lo que mejorarán la calidad y cantidad de su producción agrícola, a la vez que podrán detectar y reaccionar ante los cambios que se presenten en sus cultivos, planificando y evaluando el efecto del riego y otros factores. Esta idea se iniciaría en la Región del Maule (superficie objetivo de 2.304 ha), para luego extenderse a las regiones vecinas (54% de las explotaciones se concentran en las Regiones de la Araucanía, Bío Bío y Maule). Lo que repercute en una mejora de la situación de la agroindustria en Chile (3% del PIB), en el sentido de que más productores contarán con tecnología para enfrentar los efectos actuales y futuros del cambio climático (el agro utiliza un 73% del agua de Chile y la brecha hídrica aumentará 82.6 a 149 m<sup>3</sup>/s hacia el 2030).

## 5 NIVEL DE DESARROLLO

- 5.1 Indique en qué etapa de desarrollo<sup>4</sup> se encuentra el proyecto;

Nivel	Detalle	Marque con una X
Idea	Concepto no probado, no se han realizado pruebas	
Investigación básica	Principios postulados y observados, pero no hay pruebas experimentales disponibles	

<sup>4</sup> Nivel de desarrollo basado en Technology Readiness Level.

Formulación de la tecnología	Se han formulado conceptos e hipótesis	
Investigación aplicada	Han completado las primeras pruebas en laboratorio, prueba de concepto realizada	
Prototipo I	Prototipo a pequeña escala realizado en laboratorio (“prototipo rudimentario”)	X
Prototipo II	Prototipo a gran escala probado en terreno	
Prototipo III	Sistema de prototipo testeado en terreno con desempeño cercano al esperado	
Prototipo IV	Sistema demostrativo pre-comercial funcionando en ambiente operativo (sistema robusto).	
Validación comercial	Primera versión comercial. Problemas de manufactura y diseño resueltos.	
Disponible en mercado	Aplicación comercial completa. Tecnología disponible para los consumidores.	

5.2 ¿Cuál es el grado de avance y los resultados que han obtenido hasta el momento? (Máximo 1000 caracteres)

Se ha desarrollado un prototipo con 2 nodos de sensado y 1 nodo central, con las siguientes características:

- Capacidad de lectura de temperatura y humedad relativa ambiental en cada nodo.
- Envío de las mediciones realizadas de forma inalámbrica cada 2 s sin pérdidas de datos a distancias superiores a 100 m.
- Nodos con baterías de respaldo (duración aprox. 10 hrs) y carga por conexión USB.
- Sistema de visualización (gráficas y datos instantáneos) de las variables medidas en un computador dedicado, con sistema de alarmas visuales para valores extremos.
- Generación de registros diarios de las mediciones en archivos de texto.

5.3 Indique los fondos del Estado que han recibido, y las actuales postulaciones.

¿Han recibido fondos del Estado?	Sí	No
----------------------------------	----	----

En caso afirmativo indicar;		
Nombre fondo		
Año adjudicación		
Monto adjudicado		
¿Está vinculado con esta postulación?	Sí	No
En caso afirmativo, indique cómo se vinculan		

¿Actualmente, están postulando a fondos del Estado?	Sí	No
En caso afirmativo indicar;		
Nombre fondo		
Año entrega resultados		
Monto solicitado		
¿Está vinculado con esta postulación?	Sí	No
En caso afirmativo, indique cómo se vinculan		

#### 5.4 Formalización empresa

¿Su emprendimiento es una empresa constituida legalmente?	Sí	No
¿Cuánto tiempo lleva constituido legalmente?	Entre 0 - 1 años	
	Entre 1 - 2 años	
	Entre 2 o más años	

## 6 EQUIPO

### 6.1 Representante del equipo

Indique los datos del representante del equipo, quien será la contraparte técnica y financiera de FIA.

Nombre completo	Christopher Ignacio Soto Delgado		
RUT			
Fecha de nacimiento (dd/mm/aa) <sup>5</sup>			
Nacionalidad <sup>6</sup>	Chileno		
E-mail			
Teléfono de contacto			
Dirección de contacto para envío de documentación	Calle y número		
	Comuna	Curicó	
	Ciudad	Curicó	
	Región	Maule	
Género	Femenino		
	Masculino	x	
Estudios pregrado	Tipo de institución educacional	Técnico nivel medio	
		Centro de Formación Técnico	
		Instituto Profesional	
		Universidad	x
	Nombre institución	Universidad de Talca	
	Carrera	Ingeniería Civil Mecatrónica	
	¿Terminó sus estudios?	Sí	
No		x	
Estudios postgrado	Grado académico	Magister	
		Doctorado	
	Nombre institución		
Carrera			

<sup>5</sup> Debe adjuntar la fotocopia de la Cédula de Identidad (C.I.) en Anexo 1.

<sup>6</sup> En caso que sea extranjero adjuntar la Cédula de Identidad para Extranjeros (C.I.)

	¿Terminó sus estudios?	Sí	
		No	

Describe brevemente tus capacidades y experiencia relacionada con la propuesta (500 caracteres).

Estudiante de último año de Ingeniería Civil Mecatrónica con competencias en las áreas de la programación, electrónica, comunicaciones y automatización. He trabajado en diversos proyectos relacionados al agro y a IoT. Actualmente me encuentro trabajando en un proyecto Fondef donde estoy a cargo del diseño y construcción de una cámara de temperatura controlada y en el diseño e implementación de una red de sensores inalámbricos para laboratorio de análisis de aguas.

### 6.2 Integrante 1 del equipo

Indique los integrantes del equipo, quienes participarán directamente en el desarrollo del proyecto.

Nombre completo	Víctor Manuel Pizarro Céspedes
RUT	
Edad	26 años
Nacionalidad	Chileno
E-mail	
Teléfono de contacto	
Estudios/profesión	Estudiante de Ingeniería Civil Mecatrónica

Describe brevemente tus capacidades y experiencia relacionada con la propuesta (500 caracteres).

Poseo habilidades en electrónica, programación y desarrollo de prototipos. He participado en el proyecto FONDEF "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la cosecha de frutas basado en Internet de las cosas", en el equipo de desarrollo de una cámara de vibración y temperatura controladas para cerezas y arándanos. Realicé mi práctica en el CEAP de Talca, caracterizando un sistema de plasma frío atmosférico utilizado en tratamientos para mejorar la capacidad de conservación de la fruta.

### 6.3 Integrante 2 del equipo

Indique los integrantes del equipo, quienes participarán directamente en el desarrollo del proyecto.

Nombre completo	Lesly Sophia Contreras Muñoz
RUT	
Edad	25
Nacionalidad	Chilena
E-mail	

Teléfono de contacto	
Estudios/profesión	Estudiante Agronomía
Describe brevemente tus capacidades y experiencia relacionada con la propuesta (500 caracteres).	
<p>Cuento con dominio en la producción vegetal y agricultura sostenible. Competencias en manejo del recurso suelo en áreas productivas y mineralogía, manejo de residuos agrícolas (orgánicos e inorgánicos), agroecología y diseño de sistemas agropecuarios, gestión de los recursos hídricos, agroindustriales y calidad de alimentos.</p>	



### 6.6 Asociado 1

Indique los asociados de la propuesta los cuales contribuirán o se verán directamente beneficiados con el desarrollo del proyecto.

DATOS ASOCIADO			
Nombre completo / Razón social		Sociedad Agrícola Flores SPA	
Actividad / Giro		Agrícola	
RUT			
E-mail			
Teléfono de contacto			
Dirección de contacto para envío de documentación (Calle y número, Comuna, Ciudad, Región)			
¿Actualmente es parte del equipo técnico de alguna iniciativa en ejecución con apoyo de FIA?		SI	
		NO	x
Si la respuesta al punto anterior es SI, por favor indique el código FIA de la iniciativa.			
REPRESENTANTE LEGAL DEL ASOCIADO 2			
<i>Si el asociado corresponde a una persona jurídica, complete el siguiente cuadro.</i>			
Nombre completo		María Verónica Flores Muñoz	
Cargo que ocupa el representante legal en la entidad		Propietario	
RUT			
Nacionalidad		Chilena	
Género	Femenino	x	Masculino
Etnia	SI (Indique cual)		NO
Dirección de contacto			
Teléfono de contacto			
E-mail			
Profesión		Ingeniero Agrónomo	
Indicar brevemente cuál es su vinculación con la propuesta. (Máximo 1.000 caracteres)			
Facilitará parte de sus instalaciones para poder realizar pruebas y validación del sistema que se propone.			

### 6.7 Servicios de terceros

En el caso que corresponda, indique en el siguiente cuadro las actividades que serán realizadas por terceros, las cuales no pueden ser realizadas por integrantes del equipo.

N°	Enumere las actividades y servicios que serán externalizados para la ejecución del proyecto
1	
2	
3	
4	
n	

## 7 PLAN DE TRABAJO

### 7.1 Objetivos, resultados esperados y metodología

Defina un objetivo general y a partir de éste desglose entre 3 a 5 objetivos específicos. Por cada objetivo específico, determine qué resultados se esperan obtener para verificar su cumplimiento y describa cómo se logrará alcanzar cada objetivo específico (método).

Objetivo general <sup>7</sup>
Diseñar, construir y validar un sistema automático de riego capaz de optimizar el agua utilizada de acuerdo a los requerimientos del cultivo, determinados según la medición de variables del suelo.

Objetivo específico N°1 <sup>8</sup>	
Diseñar, construir y validar un prototipo de 30 nodos de sensado y un nodo central.	
Resultados Esperados <sup>9</sup> que se esperan conseguir para validar el cumplimiento del objetivo específico N°1	Fecha de alcance (mes de ejecución)
RE1: Registros de lectura de humedad y temperatura de 6 nodos de prueba comparada con lectura de sonda FDR o TDR y termómetro. Se deben tener mediciones con a lo más un 10% de error relativo respecto al instrumento patrón.	Agosto 2020
RE2: Registros de datos de humedad y temperatura recibidos de 6 nodos de prueba a distancias de 10, 50, 100, 200 y 500 m. Se debe tener al menos un 90% de paquetes recibidos exitosamente para la distancia de 100 m.	
RE3: Registros de nivel de energía de 6 nodos de prueba en funcionamiento continuo por 24 hrs. Se debe tener una autonomía de al menos 12 hrs. sin alimentación desde panel solar (batería).	
RE4: Registros de humedad, temperatura y nivel de energía del sistema completo (30 nodos + nodo central) operando en conjunto por 2 semanas. El sistema debe funcionar satisfactoriamente según los	

<sup>7</sup> El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con la propuesta. Se expresa con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>8</sup> Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general de la propuesta. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado cuantificable y verificable. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>9</sup> Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta. Un objetivo específico puede requerir del logro de uno o más resultados esperados para asegurar y verificar su cumplimiento.

criterios definidos anteriormente durante el periodo considerado.	
RE5: Informe de desarrollo del prototipo.	
Describa el método <sup>10</sup> para cumplir el objetivo específico N°1: (Máximo 2.000 caracteres)	
<p>Se realizará el desarrollo de prototipos de una cantidad reducida de nodos con características funcionales, que incluyen las etapas de diseño electrónico, la programación para lectura de datos y transmisión inalámbrica, y el diseño mecánico de la carcasa y sistema de fijación. Al final de cada una de estas etapas se evaluarán las características esperadas de desempeño de los nodos, que incluyen: exactitud de la lectura de sensores mediante comparación con instrumento patrón, capacidad de transmisión (tasa de paquetes de datos perdidos con respecto a los transmitidos) para distancias hasta 500 metros, y capacidad de independencia energética para periodos de funcionamiento hasta 1 día. Una vez que el prototipo de nodo cumpla con un desempeño satisfactorio, se replicará su diseño para los 30 nodos del sistema y se integrará con el nodo central para realizar las pruebas del sistema completo. Finalmente, se evaluará el sistema completo en el campo de la asociada (Maria Flores), y una vez que este cumpla con los criterios de desempeño esperados se considerará que este objetivo ha sido completado.</p>	

Objetivo específico N°2 <sup>11</sup>	
Establecer un modelo matemático entre las variables medidas y los requerimientos de riego del cultivo (tiempo, frecuencia y duración del riego).	
Resultados Esperados <sup>12</sup> que se esperan conseguir para validar el cumplimiento del objetivo específico N°2	Fecha de alcance (mes de ejecución)
<p>RE6: Reporte indicando y comparando los enfoques existentes en la literatura para la determinación del riego en base a las mediciones mencionadas. Se deben indicar al menos 10 referencias de bases científicas y comparar al menos 3 enfoques para la determinación del riego.</p> <p>RE7: Informe indicando probables relaciones entre humedad, temperatura y parámetros del riego a aplicar, con la propuesta de uno o más modelos matemáticos que representen tal relación. Se deben proponer al menos 3 modelos que permitan determinar el riego en base</p>	Enero 2021

<sup>10</sup> Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de este objetivo específico. Considerar todos los procedimientos y actividades que se van a utilizar, como tipo de análisis, equipamiento, productos, ensayos, técnicas, tecnologías, manejo productivo, entre otros.

<sup>11</sup> Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general de la propuesta. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado cuantificable y verificable. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>12</sup> Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta. Un objetivo específico puede requerir del logro de uno o más resultados esperados para asegurar y verificar su cumplimiento.

a las mediciones disponibles.	
RE8: Informe con simulaciones y estudios comparativos entre los modelos propuestos y la bibliografía revisada, elección de un modelo en base al análisis realizado.	
Describa el método <sup>13</sup> para cumplir el objetivo específico N°2: (Máximo 2.000 caracteres)	
Se realizará una revisión bibliográfica a fin de conocer las recientes investigaciones en relación al efecto de variables medidas en la determinación y optimización del riego, que incluyan principalmente mediciones de temperatura y humedad del suelo. En base a tal revisión se escogerán y/o propondrán modelos que permitan determinar las características de riego en función de las variables a monitorear por el sistema desarrollado (además de aquellas que puedan estar disponibles, por ejemplo, información de estación meteorológica). Finalmente, se realizará una comparación entre los modelos propuestos para determinar el modelo que será utilizado en el sistema de control de riego propuesto en este proyecto. La elección se fundamentará en criterios de confiabilidad, acceso a mediciones y asesorados por la opinión de experto en técnicas de riego.	

Objetivo específico N°3 <sup>14</sup>	
Diseñar e implementar el sistema de control de riego (toma de decisiones) basado en las mediciones.	
Resultados Esperados <sup>15</sup> que se esperan conseguir para validar el cumplimiento del objetivo específico N°3	Fecha de alcance (mes de ejecución)
RE9: Informe con componentes seleccionados, criterio de selección, diagramas, planos de construcción y funcionamiento del sistema de riego. Planos de forma digital e impresa.	Julio 2021
RE10: Construcción e implementación del sistema diseñado. Fotografías y videos del sistema en terreno.	
RE11: Registros de humedad, temperatura, energía utilizada, criterios de riego, entre otros durante 2 meses.	
RE12: Informe de sistema instalado.	

<sup>13</sup> Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de este objetivo específico. Considerar todos los procedimientos que se van a utilizar, como tipo de análisis, equipamiento, productos, ensayos, técnicas, tecnologías, manejo productivo, entre otros.

<sup>14</sup> Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general de la propuesta. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado cuantificable y verificable. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>15</sup> Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta. Un objetivo específico puede requerir del logro de uno o más resultados esperados para asegurar y verificar su cumplimiento.

Describa el método<sup>16</sup> para cumplir el objetivo específico N°3: (Máximo 2.000 caracteres)

Se realizará un diseño de ingeniería del sistema de riego acotado al campo en donde se desarrollarán los ensayos en base a los manuales emitidos por organismos (tales como la FAO), que incluya el cálculo de todos los componentes para satisfacer requisitos de caudal, presión, estructurales y todos los aspectos relacionados. Asimismo, se especificarán las características eléctricas, electrónicas y de control que requieran los elementos del sistema de acuerdo al conocimiento que posee el equipo técnico (área de conocimiento de mecatrónica). El siguiente paso considera construcción, ensamblaje y montaje de todos los componentes en el campo en cuestión, el que será desarrollado por los integrantes del equipo técnico. Este objetivo concluirá con una prueba que permita verificar la funcionalidad del sistema completo, que considera la integración del sistema de nodos de monitoreo, registro de datos y control desarrollado en el objetivo específico 1, en conjunto con el sistema de bombas, válvulas y otros elementos necesarios para llevar a cabo el control de riego. La prueba se realizará haciendo funcionar el sistema de forma totalmente autónoma en una región de cultivo por un periodo reducido (2 meses), con el fin de detectar y corregir problemas que puedan surgir antes de realizar las pruebas definitivas.

Objetivo específico N°4<sup>17</sup>

Validación en terreno del sistema completo y comparación con métodos convencionales de riego en términos de recurso hídrico, energía utilizada y viabilidad económica.

Resultados Esperados <sup>18</sup> que se esperan conseguir para validar el cumplimiento del objetivo específico N°4	Fecha de alcance (mes de ejecución)
--	-------------------------------------

RE13: Reporte del estado inicial del suelo y los cultivos, para el grupo de control y el grupo experimental elaborado por experto agrónomo, incluyendo humedad aprovechable, lámina neta a reponer, y frecuencia de riego.	Enero 2022
--	------------

RE14: Registros de consumo de agua, energía eléctrica, humedad y temperatura registradas, y estado de cultivo durante todo el periodo de experimentación durante 4 meses, mínimo 3 eventos de riego mensualmente.	
---	--

RE15: Informe comparativo en términos de agua consumida, energía	
--	--

<sup>16</sup> Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de este objetivo específico. Considerar todos los procedimientos que se van a utilizar, como tipo de análisis, equipamiento, productos, ensayos, técnicas, tecnologías, manejo productivo, entre otros.

<sup>17</sup> Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general de la propuesta. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado cuantificable y verificable. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>18</sup> Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta. Un objetivo específico puede requerir del logro de uno o más resultados esperados para asegurar y verificar su cumplimiento.

eléctrica, estado del cultivo, inversión y gastos operacionales entre los 2 sistemas. Se espera al menos, tener los mismos resultados en términos de ahorro que los sistemas actuales de alto costo (hasta un 30% aprox. de ahorro en agua).	
Describa el método <sup>19</sup> para cumplir el objetivo específico N°4: (Máximo 2.000 caracteres)	
<p>Para validar el sistema en terreno, se realizarán 2 ensayos comparativos en el cultivo de cerezo dispuestos al azar en una superficie de 15 ha; el tratamiento control (T1) consiste en 24 plantas bajo riego por goteo abarcando una superficie de 40 m2 en condiciones establecidas por el huerto. El tratamiento 2 (T2) consiste en 24 plantas bajo riego por goteo monitorizado automático abarcando una superficie de 40 m2 en condiciones experimentales. Inicialmente, se realizará un levantamiento de información por parte de un agrónomo, para determinar las condiciones del cultivo como: requerimiento y manejo edafoclimático del huerto, a fin de identificar otros factores que puedan afectar los resultados. El monitoreo se realizará durante 4 meses, registrando a lo menos 3 eventos de riego mensuales mediante, culminado este periodo a través de operando ambos tratamientos. Se consideran parámetros agronómicos, energía eléctrica utilizada por el sistema, consumo de agua, costos operacionales, entre otros. Finalmente una vez culminados pruebas, se realizará un análisis de los datos obtenidos y concluir si el sistema desarrollado cumple con los objetivos propuestos, y en consecuencia, es una alternativa factible para ser ofrecida a los pequeños y medianos agricultores de la región del Maule.</p>	

Objetivo específico N°5 <sup>20</sup>	
Considerar un modelo de negocio	
Resultados Esperados <sup>21</sup> que se esperan conseguir para validar el cumplimiento del objetivo específico N°3	Fecha de alcance (mes de ejecución)
RE16: Se estudiaran diversos modelos de negocios acorde a como se den los avances en cuanto a implementación técnica y económica del proyecto.	Enero 2022
Describa el método <sup>22</sup> para cumplir el objetivo específico N°3: (Máximo 2.000 caracteres)	

<sup>19</sup> Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de este objetivo específico. Considerar todos los procedimientos que se van a utilizar, como tipo de análisis, equipamiento, productos, ensayos, técnicas, tecnologías, manejo productivo, entre otros.

<sup>20</sup> Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general de la propuesta. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado cuantificable y verificable. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>21</sup> Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta. Un objetivo específico puede requerir del logro de uno o más resultados esperados para asegurar y verificar su cumplimiento.

<sup>22</sup> Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de este objetivo específico. Considerar todos los procedimientos que se van a utilizar, como tipo de análisis, equipamiento, productos, ensayos, técnicas, tecnologías, manejo productivo, entre otros.

Se irán realizando evaluaciones de viabilidad económica y técnica que permitan escoger un modelo adecuado para la comercialización del producto/servicio. Como pre consideraciones se presentan algunos modelos tentativos como lo son:

- Suscripción
- Franquicia
- De plataforma multilateral
- Long tail

La aplicabilidad dependerá del avance del proyecto y los costos asociados.

## 7.2 Carta Gantt

Indique las actividades que deben realizarse para el desarrollo de los métodos descritos anteriormente y su secuencia cronológica por año calendario, asociándolas a los objetivos específicos (OE) y resultados esperados (RE).

N° OE	N° RE	Actividad	Dic 2019				Enero 2020				Feb 2020				Marzo 2020				Abril 2020				Mayo 2020				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	1	Diseño electrónico nodo de sensado	x	x	x	x	x	x	x	x																	
1	1	Programación nodo central	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x													
1	1	Programación nodo de sensado							x	x	x	x	x	x	x	x											
1	1	Pruebas sistema de sensado (RE1)									x	x	x														
1	2	Diseño mecánico nodo central									x	x	x	x													
1	2	Diseño mecánico nodo de sensado									x	x	x	x	x	x											
1	2	Pruebas sistema de comunicaciones (RE2)													x	x	x										
1	3	Construcción nodo de sensado															x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1	3	Construcción nodo central															x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1	3	Pruebas de autonomía energética (RE3)																	x	x							
1	4	Pruebas de registro de datos nodo central (RE4)																								x	x

N° OE	N° RE	Actividad	Junio 2020				Julio 2020			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1	4	Pruebas de campo sistema completo (RE4)	x	x	x	x	x	x	x	x
1	5	Informe de diseño y construcción (RE5)					x	x	x	x

N° OE	N° RE	Actividad	Agosto 2020				Septiembre 2020				Octubre 2020				Noviembre 2020				Diciembre 2020			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	6	Revisión bibliográfica de modelos actuales	x	x	x	x	x	x														
2	7	Propuesta de modelos matemáticos en base a la revisión							x	x	x	x	x	x								
2	8	Comparativa de modelos y elección del definitivo											x	x	x	x	x	x	x			
2	8	Preparación de informe con resultados de modelo matemático y conclusiones (RE3)																	x	x	x	x

N° OE	N° RE	Actividad	Enero 2021				Febrero 2021				Marzo 2021				Abril 2021				Mayo 2021				Junio 2021			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	9	Diseño de sistema de riego en función de las características del campo	x	x	x	x	x	x	x	x																
3	10	Construcción e instalación del sistema de riego integrado							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
3	11	Evaluación del sistema instalado															x	x	x	x	x	x	x	x		
3	12	Preparación del informe del sistema instalado y conclusiones																					x	x	x	x



#### 7.4 Lugar donde se llevará a cabo el proyecto

Región (es)	Maule
Provincia (s)	Curicó
Comuna (s)	Curicó-Rauco

#### 7.5 Tiempo de duración del proyecto (dd/mm/aaaa)

Fecha de inicio	2 de diciembre de 2019
Fecha de término <sup>23</sup>	30 de noviembre de 2021
Duración meses	24

#### 7.6 Sector y subsector en qué se enmarca el proyecto

Sector (s)	Agrícola
Subsector (s)	General para Sector Agrícola

---

<sup>23</sup> Corresponde al último día hábil del último mes del periodo de ejecución.