

How to use ROP
AOC.C. / FIA.C. / AOC.C.

CONVOCATORIA NACIONAL 2015-2016

ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INNOVACIÓN EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Estimación del volumen de nieve acumulada sobre grandes superficies utilizando vehículos aéreos no tripulados
Ejecutor:	Universidad de Talca
Código:	EST-2016-0136
Fecha:	12-02-2016

Firma por Fundación para la Innovación Agraria



Firma por Ejecutor

Conforme con Plan Operativo
Firma por Ejecutor
(Representante Legal o Coordinador Principal)





Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
I. Plan de trabajo.....	3
1. Antecedentes generales de la iniciativa	3
2. Configuración técnica de la iniciativa	5
3. Costos totales consolidados	23
4. Anexos.....	25
II. Detalle administrativo (Completado por FIA).....	29

I. Plan de trabajo

1. Antecedentes generales de la iniciativa

1.1. Nombre de la iniciativa

Estimación del volumen de nieve acumulada sobre grandes superficies utilizando vehículos aéreos no tripulados

1.2. Sector, subsector, rubro y especie principal (si aplica), en que se enmarca la iniciativa

Sector	General
Subsector	General por Sector General
Rubro	General por Subsector General
Especie (si aplica)	Todas

1.3. Período de ejecución de la iniciativa

Fecha inicio	01 Marzo 2016
Fecha término	28 Febrero 2017
Duración (meses)	12

1.4. Lugar en el que se llevará a cabo la iniciativa

Región(es)	Maule
Provincia(s)	Curicó y Talca
Comuna(s)	San Clemente y Curicó

1.5. Identificación del ejecutor (completar Anexo 1).

Nombre completo o razón social	Universidad de Talca
Giro	Educación
Rut	
Nombre completo representante legal	Álvaro Rojas





Fundación para la
Innovación Agraria

1.6. Identificación del o los asociados (completar Anexo 2 para cada asociado).

Asociado 1	
Nombre completo o razón social	AgVision S.A.
Giro	Fabricación de Equipos Industriales
Rut	
Nombre completo representante legal	Per Bro

1.7. Identificación del coordinador del proyecto (completar Anexo 3).

Nombre completo	Matthew Bardeen
Teléfono	
E-mail	



2. Configuración técnica de la iniciativa

2.1. Resumen ejecutivo de la iniciativa

Sintetizar con claridad el problema y/u oportunidad, la solución innovadora iniciativa, los objetivos, resultados esperados, beneficiarios e impactos que se alcanzará en el sector productivo y territorio donde se llevará a cabo la iniciativa.

La Dirección General de Aguas (DGA) elabora anualmente un pronóstico de deshielos en donde analiza los datos de precipitaciones, acumulación de nieve y caudales de los principales ríos, con el propósito de pronosticar los caudales medios mensuales esperables para la temporada de riego primavera-verano, basado en información de 19 cuencas entre Copiapó y Ñuble. Las bases del pronóstico se realizan de acuerdo a diversos criterios y supuestos, destacando un 20% de error aproximado. La proporción de error está en directa relación con la calidad y cantidad de antecedentes disponibles y características hidrológicas de cada cuenca. El volumen de agua almacenada en los principales embalses proviene mayoritariamente de recursos nivales, cuyos usos primordiales son: riego, agua potable y generación eléctrica.

La principal innovación que se pretende validar tras la ejecución de este estudio corresponde al desarrollo futuro de una metodología basada en fotogrametría a través de estructura desde movimiento (*Structure from motion* or SfM) para determinar el volumen de nieve acumulada en una superficie a través del uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV). En términos del grado de novedad, esta es la primera vez que la fotogrametría basada en SfM es utilizada por UAV para estudiar la factibilidad de usar técnicas fotogramétricas basadas en SfM para estimar el volumen acumulado de nieve sobre grandes superficies, tanto a nivel nacional como internacional.

Lo anterior se pretende lograr a través de la generación de: un modelo digital tridimensional durante el verano; la medición de la profundidad de la nieve en puntos estratégicos de la superficie en estudio con el apoyo de instrumentos terrestres, la generación de modelos digitales tridimensionales durante el invierno; y el análisis de la diferencia de elevación entre los modelos digitales capturados en invierno y verano para estimar el volumen de nieve acumulada y precisión de la estimación.

Entre los principales resultados esperados de esta iniciativa se encuentra la generación de modelos digitales base, generación de modelo digital invernal de la superficie de estudio, generación de mapas de diferencia de elevación, obtención de la precisión de mapas de elevación y la estimación del volumen de nieve acumulada sobre la superficie de estudio. De esta forma será posible determinar la factibilidad de utilizar esta metodología para la medición del volumen de nieve acumulada.

Los beneficiarios actuales y potenciales de los resultados obtenidos con la ejecución de la propuesta serán todas aquellas entidades involucradas en el suministro y gestión de recursos hídricos para riego, como por ejemplo: Junta de Vigilancia del Maule, comunidades del Maule Norte, asociaciones de canalistas del Maule sur, cooperativas de riego, entre otras organizaciones similares presentes en la Región del Maule y el resto del país. De forma indirecta, los beneficiarios corresponderían a todos aquellos pequeños y medianos agricultores que utilicen los recursos hídricos suministrados y gestionados por las entidades anteriormente descritas para sus cultivos. Además, se incluyen todas aquellas entidades que actualmente realicen mediciones del volumen de nieve acumulada como por ejemplo la ONEMI y Centros de esquí, además de otras organizaciones con el mismo propósito a nivel internacional.

Este estudio se llevará a cabo en una de las estaciones que actualmente la DGA utiliza para realizar el pronóstico, la estación Río Maule en Armerillo.



2.2. Objetivos de la iniciativa

Los objetivos propuestos deben estar alineados con el problema y/u oportunidad planteado. A continuación indique cuál es el objetivo general y los objetivos específicos de la iniciativa.

2.2.1. Objetivo general¹

Estudiar la factibilidad de usar técnicas fotogramétricas basado en SfM para estimar el volumen acumulado de nieve sobre grandes superficies usando vehículos no tripulados (UAV).

2.2.2. Objetivos específicos²

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Generar un modelo digital tridimensional durante el verano para más tarde compararlo con los modelos digitales tridimensionales invernales.
2	Medir la profundidad de la nieve en puntos estratégicos de la superficie en estudio con el apoyo de instrumentos terrestres para la comparación con los modelos digitales tridimensionales invernales.
3	Generar modelos digitales tridimensionales durante el invierno para su comparación con el modelo tridimensional de verano y mediciones de profundidad de nieve en puntos estratégicos de la superficie en estudio.
4	Analizar la diferencia de elevación entre los modelos digitales capturados en invierno y verano para estimar el volumen de nieve acumulada y la precisión de la estimación.
5	Evaluar y validar la eficacia y efectividad del sistema de estimación de volumen de nieve acumulada (pre-factibilidad técnica, económica y/o de mercado).

1

El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con la iniciativa. 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 de la iniciativa. 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.

6	Difundir y transferir los resultados del estudio a los beneficiarios directos e indirectos y la comunidad en general.
---	---



2.3. Resultados esperados e indicadores

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

N° OE	N° RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación final)	Fecha alcance meta ⁹

3

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

5 Los indicadores son una medida de control y demuestran que efectivamente se obtuvieron los resultados. Pueden ser tangibles o intangibles. Siempre deben ser: cuantificables, verificables, relevantes, concretos y asociados a un plazo.

6 Indicar el nombre del indicador en forma sintética.

7 Expresar el indicador con una fórmula matemática.

8 Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la iniciativa.

9 Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar en la iniciativa.

Indicar la fecha en la cual se alcanzará la meta del indicador de resultado.



Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación final)	Fecha alcance meta ⁹
1	1	Caracterización de la superficie de estudio	Superficie de estudio	Nº de condiciones cumplidas: Área no más que 5 ha, Fácil Acceso invernal, Áreas no cubiertas de nieve en invierno.	0	3	31.03.2016
1	2	Generación de modelos digitales base	Modelos digitales base	Nº de modelos base generados	0	2	22.04.2016
1	3	Obtención de la precisión del modelo digital base generado	Precisión de modelo digital base	$\frac{\sqrt{\sum \epsilon_{i,j}^2}}{\sqrt{N_{\text{con Puntos}}}}$	0	9 cm.	29.04.2016
2	4	Instalación de pértigas en la superficie de estudio	Pértigas instaladas	Nº de pértigas instaladas	0	15	31.05.2016
3	5	Generación de modelo digital invernal de la superficie de estudio	Modelos invernales	Nº de modelos invernales generados	0	6	31.08.2016
3	6	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	Medición de la profundidad de nieve en pértigas	Nº de mediciones	0	90	31.08.2016
4	7	Generación de mapas de diferencia de elevación y profundidad de nieve	Mapas de diferencia de elevación	Nº de mapas generados	0	6	13.01.2017
4	8	Obtención de la precisión de mapas de elevación	Precisión de los mapas de elevación	$\frac{\sqrt{\sum \epsilon_{i,j}^2}}{\sqrt{N_{\text{con Puntos}}}}$	0	9,9 cm.	20.01.2017
4	9	Estimación del volumen de nieve acumulada sobre la superficie de estudio y el error asociado a la estimación	Estimación de volumen	Profundidad*Área	0	1	20.01.2017



Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación final)	Fecha alcance meta ⁹
5	10	Reporte técnico que incluya un análisis del error en la estimación, caracterización de vuelos, horas hombre utilizadas, dificultades técnicas y recomendaciones futuras para el uso de esta metodología	Reporte de factibilidad técnica	Nº de paginas	0	10	28.01.2017
6	11	Seminario de cierre	Seminario	Nº de asistentes	0	50	28.02.2017

2.4. Indicar los hitos críticos para la iniciativa

Un hito crítico representa un logro o resultado importante en la evaluación del cumplimiento de distintas etapas y fases de la iniciativa, que son determinantes para la continuidad de ésta y el aseguramiento de la obtención de resultados esperados

Hitos críticos ¹⁰	Resultado Esperado ¹¹ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Superficie de estudio identificada y aprobada por el equipo del proyecto	Caracterización de la superficie de estudio	31.03.2016
Modelo N° 1 de línea base generado	Generación de modelos digitales base	15.04.2016
Modelo N° 2 de línea base generado	Generación de modelos digitales base	15.04.2016
Estimación de la precisión del modelo digital base realizada	Obtención de la precisión del modelo digital base generado	29.04.2016
Pértigas instaladas en la superficie de estudio	Instalación de pértigas en la superficie de estudio	29.04.2016
Modelo N° 1 digital invernadero generado	Generación de modelo digital invernadero de la superficie de estudio	31.05.2016
Modelo N° 2 digital invernadero generado	Generación de modelo digital invernadero de la superficie de estudio	30.06.2016
Modelo N° 3 digital invernadero generado	Generación de modelo digital invernadero de la superficie de estudio	15.07.2016
Modelo N° 4 digital invernadero generado	Generación de modelo digital invernadero de la superficie de estudio	29.07.2016

¹⁰

Un hito representa haber conseguido un logro importante en la iniciativa, 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.

¹¹ Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.



Modelo N° 5 digital invernal generado	Generación de modelo digital invernal de la superficie de estudio	19.08.2016
Modelo N° 6 digital invernal generado	Generación de modelo digital invernal de la superficie de estudio	31.08.2016
Estimación N° 1 de la profundidad de nieve en las 15 pértigas instaladas realizada	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	31.05.2016
Estimación N° 2 de la profundidad de nieve en las 15 pértigas instaladas realizada	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	30.06.2016
Estimación N° 3 de la profundidad de nieve en las 15 pértigas instaladas realizada	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	15.07.2016
Estimación N° 4 de la profundidad de nieve en las 15 pértigas instaladas realizada	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	29.07.2016
Estimación N° 5 de la profundidad de nieve en las 15 pértigas instaladas realizada	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	19.08.2016
Estimación N° 6 de la profundidad de nieve en las 15 pértigas instaladas realizada	Profundidad de nieve en la totalidad de pértigas instaladas durante las 6 visitas a la superficie de estudio.	31.08.2016
Mapa N° 1 de diferencias generado	Generación de mapas de diferencia de elevación	23.09.2016
Mapa N° 2 de diferencias generado	Generación de mapas de diferencia de elevación	14.10.2016
Mapa N° 3 de diferencias generado	Generación de mapas de diferencia de elevación	4.11.2016
Mapa N° 4 de diferencias generado	Generación de mapas de diferencia de elevación	25.11.2016
Mapa N° 5 de diferencias generado	Generación de mapas de diferencia de elevación	16.12.2016
Mapa N° 6 de diferencias generado	Generación de mapas de diferencia de elevación	13.01.2017
Estimación de la precisión de mapas de elevación realizada	Obtención de la precisión de mapas de elevación	20.01.2017
Cálculo del volumen del nieve realizado	Estimación del volumen de nieve acumulada sobre la superficie de estudio y el error asociado a la estimación	20.01.2017
Determinación de la factibilidad de usar técnicas fotogramétricas basado en SfM para estimar el volumen acumulado de nieve sobre grandes superficies usando vehículos no tripulados (UAVs)	Reporte técnico que incluya un análisis del error en la estimación, caracterización de vuelos, horas hombre utilizadas, dificultades técnicas y recomendaciones futuras para el uso de esta metodología	28.01.2017
Difundir los resultados del estudio	Seminario de cierre	28.02.2017

2.5. Método

A continuación describa los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la iniciativa. Adicionalmente, debe describir las metodologías y actividades iniciativas para difundir los resultados a los actores vinculados a la temática de la iniciativa (máximo 8.000 caracteres para cada uno).

- 2.5.1. Identifique y describa detalladamente los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la iniciativa

Método objetivo 1: **Generación de un modelo digital tridimensional durante el verano para más tarde compararlo con los modelos digitales tridimensionales invernales.**

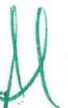
1. Identificar una superficie de estudio que cumpla con las siguientes condiciones, contando con el apoyo de profesionales de la DGA.
 1. Área de no más 5 hectáreas.
 2. Fácil acceso por vehículo durante los meses invernales.
 3. La superficie de estudio debe contar con áreas no cubiertas con nieve en el invierno, para proveer puntos de referencia en los modelos de superficie digitales invernales.
2. Hacer múltiples vuelos durante el verano del área con un vehículo aéreo no tripulado llevando una cámara comercial que registre mediante imágenes la superficie en estudio.
3. Construir modelos digitales de la superficie (Digital Surface Model o DSM) usando software de fotogrametría (Agisoft Photoscan o Pix4d) y técnicas de Structure from Motion (SfM).
4. Establecer la precisión de los modelos usando puntos georeferenciados y la variabilidad entre los modelos invernales.

Método objetivo 2: **Medir la profundidad de la nieve en puntos estratégicos de la superficie en estudio con el apoyo de instrumentos terrestres para la comparación con los modelos digitales tridimensionales invernales.**

Es necesario identificar 15 puntos para la instalación de medidores pasivos (pértigas) de la profundidad de la nieve que son accesibles en el invierno. Lo anterior será apoyado por profesionales de la DGA, así como también su instalación.

Las mediciones de profundidad en los 15 puntos seleccionados se realizarán de forma manual, cada vez que se visite la zona en estudio para realizar los vuelos que tomarán imágenes aéreas. Con ello, se estimarán las mediciones del volumen de nieve acumulado por ambos métodos, a modo de estimar su precisión en cada medición.

Método objetivo 3: **Generar modelos digitales tridimensionales durante el invierno para su comparación con el modelo tridimensional de verano y mediciones de profundidad de nieve en puntos estratégicos de la superficie en estudio.**



Los modelos digitales de la superficie en invierno se construirán mediante las imágenes aéreas tomadas de la superficie en estudio identificada en el método objetivo 1, durante los meses de invierno, con vuelos de vehículos aéreos no tripulados durante varias horas del día.

Paralelamente a ello, manualmente se irá corroborando la acumulación de nieve en los 15 puntos de medición pasiva instalados en el Método objetivo 2.

Con la información rescatada se generarán los modelos digitales de la superficie usando software de fotogrametría (Agisoft Photoscan o Pix4d) para cada uno de los vuelos sobre la superficie en estudio.

Método objetivo 4: Analizar la diferencia de elevación entre los modelos digitales capturados en invierno y verano para estimar el volumen de nieve acumulada y la precisión de la estimación.

Generaremos seis mapas de la diferencia elevación digital (dDEM) usando los resultados de objetivos 1 y 3 para dar la profundidad de nieve en cualquier parte de la superficie. Compararemos las profundidades indicadas en los puntos de medición manual con las profundidades indicada por el dDEM para cada de los seis mapas. Estimaremos el error promedio entre las mediciones manuales y las mediciones generadas por el UAV.

1. Generar los mapas de la diferencia en elevación digital (dDEMs) calculando las diferencias en altura del modelo de la superficie generado en objetivo 1 y los modelos generado en el objetivo 3.
2. Comparar las diferencias identificados manualmente con las diferencias dado por los dDEMs.
3. Estimar la precisión de las mediciones realizadas por el UAV.
4. Calcular el volumen total de nieve acumulada en la superficie para cada una de las 6 visitas al sitio.

Método objetivo 5: Evaluar y validar la eficacia y efectividad del sistema de estimación de volumen de nieve acumulada (pre-factibilidad técnica, económica y/o de mercado)

Analizaremos la factibilidad técnica de la metodología usada para capturar los datos y estimar el volumen en términos del error en la estimación, caracterización de vuelos, horas hombres utilizados y dificultades técnicas. Pretenderemos evaluar la factibilidad económica la precisión obtenida en base de las horas hombre utilizada.

Método objetivo 6: Difundir y transferir los resultados del estudio a través de la realización de un seminario de cierre dirigido a los beneficiarios directos e indirectos y la comunidad en general

Difundiremos los resultados del estudio en un reporte para la DGA y CIREN y un seminario de cierre dirigido a los beneficiarios directos e indirectos y la comunidad en general.

- 4.1.1. Describa las metodologías y actividades iniciativas para difundir los resultados (intermedios y finales) del proyecto a los actores vinculados a la temática de la iniciativa, identificando el perfil, tipo de actividad, lugares y fechas.
(Incluir las actividades a realizar en la carta GANTT de la iniciativa).

El proyecto contempla la realización de un seminario de cierre una vez ejecutada la iniciativa, con el fin de dar a conocer la metodología utilizada durante el proyecto, resultados alcanzados, recomendaciones de la factibilidad de utilizar la metodología y en caso de ser factible, dar a conocer la mejor manera de capturar y procesar la información, resguardando en todo momento la propiedad de los resultados, vislumbrando eventuales mecanismos de protección.

Los resultados generados con la ejecución del presente estudio, serán detallados en un reporte que quedará a disposición de la DGA y CIREN.

Para ello, se convocará a instituciones públicas y privadas de la Región del Maule y otras interesadas, relacionadas con la temática abordada. Lo anterior se llevaría a cabo en las dependencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca en el mes de febrero de 2017.

Además, se pretende utilizar su red de difusión de la Universidad de Talca, para poner a disposición de la comunidad los avances y resultados alcanzados por el proyecto.

2.6. Carta Gantt

Indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente de acuerdo a la siguiente tabla:

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2016/2017													
			Trimestre													
			Mar-May		Jun-Aug			Sep-Nov			Dic-Feb					
1	1	Identificación y caracterización de área de estudio	■	■												
1	1	Reunión General (Inicio de marzo)	■													
1	2	Generación de modelos para línea base	■	■												
1	3	Estimar precisión de los modelos	■	■												
1	3	Reunión General (Fin de abril)		■												
2	4	Instalación de las pértigas		■	■											
2	4	Reunión General (Fin de Mayo)			■											
3	5	Generación de modelos invernales				■	■	■	■	■	■					
3	5	Reunión General (Fin de Junio)				■										
3	5	Reunión General (Fin de Agosto)						■								
3	5	Reunión General (Fin de Noviembre)								■						
3	6	Mediciones manuales de la nieve acumulada.				■	■	■	■	■	■					
4	7	Generación de las mapas de diferencia de elevaciones												■	■	■
4	8	Estimación de la precisión de las mediciones aéreas												■	■	■
4	9	Estimación del volumen de nieve aculado y error asociado												■	■	■

2.7. Modelo de transferencia y propiedad intelectual

Describa el modelo que permitirá transferir los resultados a los beneficiarios y la sostenibilidad de la iniciativa en el tiempo.

4.2.1. Modelo de transferencia

Describa la forma en que los resultados se transferirán a los beneficiarios. Para ello responda las siguientes preguntas orientadoras: ¿quiénes son los clientes, beneficiarios?, ¿quiénes la realizarán?, ¿cómo evalúa su efectividad?, ¿cómo se asegurará que los resultados esperados se transformen en beneficios concretos para los beneficiarios identificados?, ¿cómo se financiará en el largo plazo la innovación?, ¿con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien/servicio público una vez finalizado el proyecto?

La Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas, como organismo del Estado encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, corresponde al principal cliente de los resultados generados por el presente proyecto. Los beneficiarios en este caso corresponden a todas aquellas entidades encargadas de administrar y distribuir las aguas que tienen derecho sus miembros en las fuentes naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que le encomiende la ley, como lo es la Junta de Vigilancia del Río Maule y todas aquellas entidades similares, así como también, todos aquellos pequeños y medianos agricultores que utilizan los caudales del Río Maule para riego de sus cultivos.

La Universidad de Talca, a través de su Oficina de Transferencia y Licenciamiento, perteneciente a la Vicerrectoría de Innovación y Transferencia Tecnológica, serán los encargados de transferir los resultados.

En la presente propuesta se determinará la factibilidad de usar técnicas fotogramétricas basado en SfM para estimar el volumen acumulado de nieve sobre grandes superficies usando vehículos no tripulados (UAV). En el caso que las técnicas arrojen una mejora en la precisión de la estimación de nieve acumulada, tras la ejecución del proyecto se firmará un Contrato de transferencia de conocimientos o Know-How con la DGA con la finalidad de que se les proporcione (por parte de la Universidad de Talca), la asistencia técnica respectiva y conocimiento experto en la utilización de la metodología empleada en esta iniciativa, según las cláusulas que ambas partes acuerden una vez ejecutado el proyecto.

Posteriormente y una vez logrados los resultados esperados, se contempla la formulación e implementación de un proyecto asociado a las nuevas líneas de innovación estudiadas, tanto a nivel de producto, procesos productivos, comerciales y de gestión, a modo de extender esta iniciativa a nivel nacional e internacional.

4.2.2. Protección de los resultados

Tiene previsto proteger los resultados derivados de la iniciativa (patentes, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, marca registrada, marcas colectivas o de certificación, denominación de origen, indicación geográfica, derecho de autor o registro de variedad vegetal).

(Marque con una X)

SI	X	NO	
----	---	----	--

De ser factible, señale el o los mecanismos que tienen previstos y su justificación.
(Máximo 2.000 caracteres)

En cuanto a los mecanismos que se tienen previstos para la protección de los resultados del proyecto se encuentran, el patentamiento de la tecnología generada o bien, un modelo de utilidad. Lo anterior sería estudiado en la ejecución de un nuevo proyecto en donde se desarrolle esta tecnología a mayor escala, lo cual contempla la construcción de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) robusto a las condiciones climáticas y con capacidad de analizar la información durante el vuelo. Ello permitiría estimar con una mayor precisión la cantidad de nieve acumulada en una determinada superficie o zona.

2.8. Potencial impacto

A continuación describa los potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos, comerciales, sociales y medio ambientales que se generarían con la realización de la iniciativa y/o sus resultados posteriores.

4.4.1. Identifique los beneficiarios actuales y potenciales de la ejecución de la iniciativa. (Máximo 3.000 caracteres)

Los beneficiarios actuales y potenciales de los resultados obtenidos con la ejecución de la propuesta corresponden a todas aquellas entidades involucradas en el suministro y gestión de recursos hídricos para riego, como por ejemplo: Junta de Vigilancia del Maule, comunidades del Maule Norte, asociaciones de canalistas del Maule sur, cooperativas de riego, entre otras organizaciones similares presentes en la Región del Maule y el resto del país.

De forma indirecta, los beneficiarios corresponderían a todos aquellos pequeños y medianos agricultores que utilicen los recursos hídricos suministrados y gestionados por las entidades anteriormente descritas para sus cultivos.

Además se incluyen todas aquellas entidades que actualmente realicen mediciones del volumen de nieve acumulado como por ejemplo la ONEMI y Centros de Ski, además de otras organizaciones con el mismo propósito a nivel internacional.

4.4.2. Replicabilidad

Señale la posibilidad de que se realicen experiencias similares en el mismo territorio u otras zonas del país, a partir de los resultados e información que se genere en la iniciativa. (Máximo 3.000 caracteres)



En el caso de cumplir a cabalidad con los desafíos estipulados y lograr una estimación del volumen de nieve acumulado más exacta que la actual (menor al 20%), es necesario determinar si efectivamente estos resultados se pueden lograr en otras zonas de Chile o bien en el extranjero, bajo las particularidades climáticas de cada zona.

Perfectamente esta iniciativa puede sentar las bases para futuros estudios en otras zonas con la finalidad que en el mediano plazo, se logre diseñar y construir una tecnología robusta para el territorio nacional e internacional a un menor costo que el actual.

En este sentido, una posibilidad concreta de que se realicen experiencias similares, corresponde a la aplicación de este estudio en las 18 estaciones restantes (excluida la estación Río Maule en Armerillo, donde se llevará a cabo el estudio) que actualmente la DGA utiliza para realizar el pronóstico, las cuales son: Río Copiapó en Pastillo, Río Huasco en Algodones, Río Elqui en Algarrobal, Río Hurtado en San Agustín, Río Grande en Las Ramadas, Río Choapa en Cuncumén, Río Putaendo en Resguardo Los Patos, Río Aconcagua en Chacabuquito, Río Juncal en Juncal, Río Mapocho en Los Almendros, Río Colorado antes Junta Maipo, Río Maipo en el Manzano, Río Cachapoal en Pte. Termas, Río Claro en Hacienda las Nieves, Río Tinguiririca en Bajo Briones, Río Teno Después de Junta Río Claro, Río Claro en Los Queñes y Río Ñuble en San Fabián.

4.4.2.1. Desarrollo de nuevas capacidades y fortalecimiento de potencialidades locales.

Describe cómo el desarrollo de la iniciativa potenciará el capital humano, infraestructura, equipamiento y actividad económica local. (Máximo 3.000 caracteres)

A través de la descripción de una nueva metodología basada en fotogrametría a través de SfM para determinar el volumen de nieve acumulada en una superficie a través del uso de Vehículos Aéreos No Tripulados UAV, se pretende poner a disposición de la comunidad nuevo conocimiento y recomendaciones sobre metodologías y tecnologías para determinar la cantidad de nieve acumulada y con ello estimar, por ejemplo, el impacto del cambio climático en la disposición de recursos hídricos, apoyar los planes de abastecimiento de agua para la generación de electricidad, estimación de los caudales necesarios para cada temporada de riego, entre otros.

4.4.3. En función de los puntos señalados anteriormente describa:

Potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos y comerciales que se generarían con la realización de la iniciativa

Actualmente y según estimaciones referenciales, el costo de una estación de monitoreo para la acumulación de nieve bordea los 70 millones de pesos, en el caso que éste estudio logre mejorar la precisión de la estimación, sería necesario escalar esta iniciativa con el fin de aplicar esta metodología a una mayor superficie analizando diversas situaciones climáticas en distintas zonas del país (y eventualmente en otras localidades fuera del país), para lo cual sería necesario la construcción de un Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV) robusto, uso eventual de nuevas cámaras fotográficas y software para su procesamiento, lo cual reduciría el costo de una estación de monitoreo potencialmente en un 28.57%.

Además, con la ejecución de este estudio, será posible validar una metodología innovadora para la estimación del volumen de nieve acumulado en determinadas superficies, la cual podría ser escalable no sólo al territorio nacional, sino que también internacional. Con ello, se podría mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico para su utilización en los sistemas productivos agrarios, nuevas formas de aprovechamiento de los recursos hídricos y el manejo integrado de recursos hídricos en vista de un uso eficiente de estos recursos y una disminución de la demanda.

4.4.4. Potenciales impactos y/o beneficios sociales que se generarían con la realización de la iniciativa

Con una mayor precisión de la estimación de nieve acumulada, a través de los resultados generados en el presente estudio, se podría gestionar de mejor forma el uso de recursos hídricos disponibles, que aseguren principalmente el abastecimiento de agua para riego. Ello permitiría gestionar con una mayor eficiencia situaciones de déficit que afecten la disponibilidad de agua para regantes de zonas determinadas y minimizar las situaciones en donde se requiera aumentar el flujo de un determinado río por falta de agua tras errores del pronóstico actual, apoyando de esta forma la toma de decisiones anticipadas ante la presencia de este tipo de situaciones.

En este sentido, se prende dar a conocer los resultados obtenidos en un seminario a realizar en las dependencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca y utilizar su red de difusión para poner a disposición de la comunidad los avances y resultados alcanzados.

4.4.5. Potenciales impactos y/o beneficios medio ambientales que se generarían con la realización de la iniciativa

Con una mejor estimación de la cantidad de nieve acumulada, se podría gestionar de mejor manera el destino de recursos hídricos en aquellos sectores más vulnerables en cuanto a las necesidades de agua.

2.9. Indicadores de impacto

De acuerdo a lo señalado en la sección anterior, describa el o los indicadores a medir en la iniciativa y señale para el indicador seleccionado, lo que específicamente se medirá en la iniciativa.

Clasificación del indicador	Descripción del indicador	Fórmula del indicador	Línea base del indicador ¹²	Meta del indicador al término de la iniciativa ¹³	Meta del indicador a los 2 años de finalizado la iniciativa ¹⁴
<i>Productivos, económicos y comerciales</i>	<i>Reducción del costo de una estación de monitoreo de acumulación de nieve</i>	<i>\$/estación de monitoreo</i>	<i>70 millones</i>	<i>50 Millones</i>	<i>50 Millones</i>
<i>Sociales</i>	<i>Nuevos conocimientos difundidos a beneficiarios durante ejecución de seminario de cierre</i>	<i>(Nº de asistentes beneficiarios)/(Nº de asistentes totales)*100</i>	<i>0</i>	<i>50%</i>	<i>60%</i>

12

La línea base consiste en la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución. Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la iniciativa.

¹³ Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar, al final de la iniciativa.

¹⁴ Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar, al cabo de 2 años de finalizado la iniciativa.



4. 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
	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)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	2 norte 685 – Talca, Región del Maule	
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web	www.otalca.cl	
Nombre completo representante legal	Gilda Carrasco Silva	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Ingeniero Agrónomo, PhD.	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	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	AgVision S.A.	
Giro / Actividad	Fabricación de Equipos Industriales	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	Empresa Pequeña
	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)	El Recodo s/n Romeral	
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Per Bro	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
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	Matthew Bardeen
RUT	
Profesión	Ingeniero Informático, PhD.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Conferenciante
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	Camino Los Niches, Km1, Curicó, Región del Maule
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Benjamin Ingram
RUT	
Profesión	Ingeniero Electrónico y Ciencias de la Computación, Ph.D.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asistente
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	Camino Los Niches, Km1, Curicó, Región del Maule
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	