



# Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile

**Proyecto SAMSARA**

**“Sistema de Alerta y Monitoreo Satelital de Áreas de Relevancia Ambiental: casos de estudio en humedales urbanos, turberas y bosque esclerófilo”**

Proyecto ID21I10102

---

## Informe Final

GobLab  
Escuela de Gobierno  
Universidad Adolfo Ibáñez

Noviembre, 2022

## **Equipo de investigación cualitativa - GobLab Escuela de Gobierno UAI**

Bárbara Magalhães de Aguiar Oliveira - Investigadora Responsable

María Paz Hermosilla - Análisis, edición y supervisión

José Benguria - Análisis, asesoría técnica y edición

## **Colaboradores - Facultad de Ingeniería y Ciencias UAI**

Andrés Ceballos

Ignacio Fuentes

Javier Lopatin

Mauricio Galleguillos

Agradecemos las revisiones de Francisco Donoso (SMA), Lissette Ortiz (SEA) y Jorge Herreros (MMA), y a los 20 servicios públicos que participaron de esta investigación.

Esta investigación fue financiada por ANID a través del concurso Concurso IDeA I+D 2021, Proyecto ID21110102

---

### **Cita sugerida:**

GobLab UAI (2022). *Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile*. Universidad Adolfo Ibáñez. Proyecto ANID ID21110102

Resumen Ejecutivo	4
1 - Introducción	6
2 - Presentación general de la Metodología de Investigación:	7
2.2 - Fase 1: Encuesta: “Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile”	7
2.3 - Fase 2: Entrevistas en profundidad	11
3 - Resultados	12
3.2 - Representatividad de las instituciones	13
3.3 - Entidades fiscalizadoras (Ambiental)	15
3.4 - Sistemas de Alertas y Alarmas	17
3.5 - Usos y atributos de las imágenes satelitales	20
3.6 - Capacidades	24
3.7 - Burocracias	28
3.8 - Gobernanza	29
3.9 - Descentralización	31
3.10 - Colaboraciones	32
3.11 - Diversidad de la información	35
3.12 - Dron	37
4 - Resumen de desafíos, logros y finalidades	39
4.1 - Desafíos	39
4.2 - Logros	41
4.3 - Finalidades	42
5 - Conclusiones	43
6 - Anexos:	44
5.1 - Casos	44
5.1.2 - CONAF	44
5.1.3 - CIREN	47
5.1.4 - SMA	50
5.1.6 - DGA	54
5.2 - Guión de las entrevistas	57
5.3 - Guión de las preguntas de la encuesta	58

## Resumen Ejecutivo

El presente informe tiene por objetivo presentar los principales hallazgos de la investigación cualitativa enmarcada en el proyecto Fondef SAMSARA: “Sistema de Alerta y Monitoreo Satelital de Áreas de Relevancia Ambiental: casos de estudio en humedales urbanos, turberas y bosque esclerófilo”, que busca caracterizar el uso de imágenes satelitales (IS)<sup>1</sup> en el sector público chileno, identificando las problemáticas, desafíos, logros y resultados de la utilización de las IS.

Se realizó una encuesta y entrevistas en profundidad a usuarios de imágenes satelitales en servicios públicos del país, con una participación de 20 servicios diferentes, de un total de 29 detectados inicialmente. Luego se analizaron los datos recopilados en su conjunto, destacando los siguientes resultados:

- a) Hay una percepción general, por parte de los usuarios de IS, de que es beneficioso incorporar su utilización al trabajo que realizan.
- b) La utilización de las IS ha contribuido a la mejoría de la calidad y desempeño del quehacer de los organismos públicos.
- c) El lenguaje de programación permite flexibilizar el procesamiento de diversas capas de información y realizar análisis pertinentes a las necesidades del servicio público.
- d) Se requiere estandarizar las prácticas y metodologías de trabajo usadas para procesar las imágenes satelitales. Esto optimizaría el trabajo de los equipos multidisciplinarios existentes, donde cada disciplina tiene su abordaje diferente. Además, facilitaría el proceso de traspaso de conocimiento y técnicas aprendidas a nuevos proyectos, fortaleciendo así el valor público que generan los análisis.
- e) Se detectan importantes desafíos en materia de capacitación de personal, la centralización de la información satelital y los procesos burocráticos que permean la realidad de los servicios públicos.
- f) Los encuestados enfatizaron la necesidad de invertir en capital humano y en equipamientos, plataformas e infraestructura de datos como soluciones a los desafíos que enfrentan.

A partir de los resultados descritos en el informe, se llegan a las siguientes conclusiones:

---

<sup>1</sup> Esta abreviatura será utilizada a lo largo del texto para ayudar a la fluidez en la lectura del documento.

- Las IS son útiles y presentan enormes y diversas oportunidades para la toma de decisiones y la creación de valor público.
- Existe una comunidad de profesionales comprometidos trabajando en los servicios públicos, que se puede potenciar.
- Una mayor sensibilización de la alta dirección y una mayor coordinación entre los usuarios de los productos y las áreas técnicas que producen la información, contribuirían a una mayor generación de valor en el uso de IS.
- Existe colaboración entre el sector público, la academia y los proveedores, y que los funcionarios y funcionarias aprecian el valor que ella genera.
- Las IS adquieren valor al ser combinadas con otras capas de información.
- El conocimiento de programación avanzada facilita el procesamiento y análisis de los datos y debiera ser un foco de la formación de competencias.
- Existe una diversidad de instituciones usando IS, pero con escasa coordinación entre ellas. Hay falta de estandarización de metodologías.
- La construcción de una gobernanza colaborativa interinstitucional es un enorme espacio de contribución de valor público que beneficiaría directamente el trabajo de cada institución. Habiendo tantas y distintas entidades que se benefician de esta tecnología, enfrentando dificultades técnicas, burocráticas y de personal tan similares, esta política contribuiría al incremento en el uso de las imágenes satelitales a todas las entidades, facilitando el acceso a equipos, software, capacitación y transmisión del conocimiento, además de promover una mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos.

Los hallazgos del estudio “Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile” serán utilizados por el equipo investigador para apoyar el diseño de la estrategia de masificación de los resultados del proyecto Samsara. Además, se espera que contribuyan a la elaboración de políticas públicas de fomento del uso de IS en el Estado, por parte de los organismos relacionados.

## 1 - Introducción

En el presente informe se exponen los resultados y conclusiones de la investigación cualitativa del proyecto SAMSARA: “Sistema de Alerta y Monitoreo Satelital de Áreas de Relevancia Ambiental: casos de estudio en humedales urbanos, turberas y bosque esclerófilo”, llevado a cabo por la Universidad Adolfo Ibáñez en alianza con la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Este proyecto de investigación cuenta con la participación de investigadores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias y el GobLab de la Escuela de Gobierno. Es financiado por la ANID a través del concurso IDeA I+D 2021, Proyecto ID21I1010. En este estudio se busca caracterizar el uso de imágenes satelitales en el sector público chileno, identificando las problemáticas, desafíos, logros y resultados de la utilización de IS.

Las IS son fotografías digitales tomadas por un sensor que está montado sobre un satélite que se encuentra orbitando alrededor del planeta Tierra. Una característica transversal de los sensores satelitales es su capacidad para transformar en imágenes las señales de energía electromagnética de distintas longitudes de onda provenientes de fuentes emisoras naturales (como el sol) y/o artificiales (sensores activos que emiten su propia energía). Esta energía pueden captarla directamente o al ser reflejada por algún objeto. Este último caso es el más utilizado en la observación de la Tierra y los fenómenos que en ella ocurren.

Estas imágenes poseen varios atributos y pueden ser utilizadas de numerosas maneras por los seres humanos como, por ejemplo, para la creación de mapas, observación y monitoreo de las diferentes zonas de la superficie terrestre y mediciones de parámetros, entre otras.

Dicho lo anterior, una de sus principales aplicaciones es la generación de herramientas que ayuden, por ejemplo, en el monitoreo de los cambios de la cobertura de suelo de un determinado territorio (por ejemplo, suelos boscosos que pasan a ser agrícolas), o en el desarrollo de actividades científicas relacionadas a la gestión ambiental de los recursos naturales.

Más específicamente, en el caso del presente proyecto Fondef, n° ID21I10102, las imágenes satelitales están siendo utilizadas como fuente de datos para la creación de un sistema de alertas ambientales, y como resultado final, se creará un sistema de alertas de cambios en Proyecto ID21I10102

humedales urbanos, turberas y bosque esclerófilo basado en datos satelitales que permita a las instituciones ambientales mejorar su gestión actual.

El sistema de alertas ambientales propuesto por el proyecto consiste en una serie de algoritmos estadísticos y/o de aprendizaje para detectar perturbaciones o cambios abruptos en la cobertura vegetal de un área dada utilizando series temporales de datos satelitales. El procesamiento satelital y la generación de algoritmos será elaborado en el lenguaje de programación Python, utilizando la arquitectura de datos Data Cube (<https://datacubechile.cl>) y procesando en la nube de Amazon Web Services (AWS). Estos algoritmos, una vez calibrados y validados, serían integrados a una página web con funcionalidad de visualización de resultados, mapas interactivos de posibles alertas ambientales, y funciones automatizadas de exportación de información. Además, el sistema usaría los eventos detectados remotamente para generar reportes en un formato convenido con la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Estos reportes serían enviados vía e-mail, sin necesidad de entrar a la plataforma o actualizarla de forma manual. Además, la plataforma se actualizará de acuerdo con la disponibilidad de ingestas de imágenes satelitales en el sistema Data Cube.

Los hallazgos del estudio “Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile” serán utilizados por el equipo investigador para apoyar el diseño de la estrategia de masificación de los resultados del proyecto Samsara. Además, se espera que contribuyan a la elaboración de políticas públicas de fomento del uso de imágenes satelitales en el Estado, por parte de los organismos relacionados.

## **2 - Presentación general de la Metodología de Investigación:**

La investigación cualitativa llevada a cabo a partir de este proyecto es resultado de dos procesos ejecutados entre febrero y noviembre del 2022. En el siguiente apartado se presenta una breve descripción de las dos fases de trabajo, su metodología y cronograma:

### **2.2 - Fase 1: Encuesta: “Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile”**

La primera etapa consistió en el levantamiento de los posibles candidatos a participar de la encuesta. El objetivo de este levantamiento fue establecer una lista de nombres, instituciones y/o servidores públicos chilenos que utilizan imágenes satelitales en su ejercicio laboral o actividad profesional. Para esto fueron utilizados los siguientes términos de búsqueda: “imágenes satelitales”; “satélites”; “información satelital”, “estudios + satélites” en las páginas web de los servicios que se identificaron como potenciales usuarios, ubicados previamente en una reunión de “lluvia de ideas”.

A continuación, se presenta una línea de tiempo de ejecución de la fase 1 de la investigación:

### Ejecución de la investigación - Fase 1

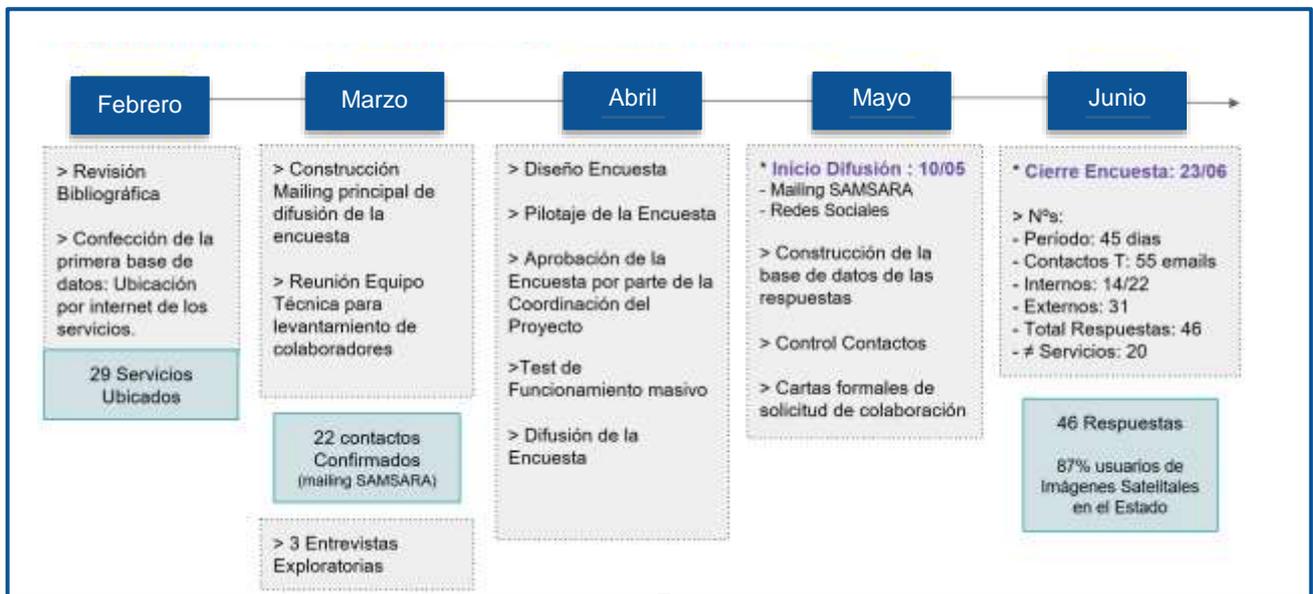


Tabla 1: Línea de tiempo, Fase 1 - Investigación cualitativa

Al final de esta etapa, se identificaron un total de 29 servicios, con los cuales, se inició contacto vía correo electrónico para revisar la veracidad de la información levantada, todo esto previo al envío de las solicitudes de participación de la encuesta.

De los 29 servicios, se obtuvieron respuestas afirmativas en 22 casos para la participación en la encuesta, lo que conformó la primera base de datos de la investigación cualitativa de este proyecto.

Se realizaron tres entrevistas exploratorias en dos instituciones diferentes<sup>2</sup> con el objetivo de mapear temáticas, tipos de uso, desafíos y demás focos que pudiesen ayudar en la comprensión de los investigadores del ecosistema de uso de IS. Este proceso de

<sup>2</sup> Las instituciones fueron seleccionadas de manera libre según la disponibilidad del contacto de cada servicio.

acercamiento al campo de investigación generó más recursos e información para la construcción de la encuesta.

Posterior a las entrevistas exploratorias, comenzó el proceso de diseño de la encuesta, lo que consistió en la formulación de las preguntas; decisiones respecto del orden y contenido de los bloques de preguntas; elección de las opciones de respuesta en base a la información que se deseaba levantar; y finalmente, el traspaso de este guión de encuesta al software *Google Forms*. Se eligió dicho sistema debido a su masiva difusión en el medio laboral.

Se realizaron test de funcionamiento y de validez con usuarios objetivo y se realizaron ajustes. Posterior a ese proceso, se dio inicio al periodo de difusión de la encuesta. Un correo masivo fue enviado desde la dirección de e-mail institucional ([barbara.deaquiar@edu.uai.cl](mailto:barbara.deaquiar@edu.uai.cl)) de la coordinadora de la investigación Bárbara De Aguiar, al *mailing* principal de las instituciones a las que se había levantado. También se contó con el sistema de difusión y marketing de la Universidad Adolfo Ibáñez, así como difusión adicional a través de la Red de Fiscalización Ambiental (RENFA).

La encuesta permaneció abierta para recibir respuesta durante un periodo de 45 días (10 de mayo al 23 de junio de 2022) y obtuvo un total de 46 respuestas. Entre ellas, 14 respuestas provenientes de la base de datos inicial, y 22 respuestas provenientes del esfuerzo de difusión de la investigación, o sea, encuestados que tomaron conocimiento por fuentes distintas al contacto inicial.

Los resultados relacionados a la encuesta “Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile”, que serán presentados a lo largo de este documento, corresponden a un total de 39 respuestas válidas. Siete de las 46 participaciones obtenidas fueron invalidadas según el criterio de que las respuestas consideradas válidas serían sólo aquellas en las que se declarase uso de imágenes satelitales en un servicio público.

<p>Total de respuestas recibidas: 46</p> <p>Total de respuestas válidas: 39 (utilizan información satelital en sus servicios)</p> <p>Total de respuestas inválidas: 7 (declaran no tener conocimiento de la utilización de imágenes satelitales en sus servicios o son del sector privado)</p>
--

Tabla 2: Participación Encuesta - Encuesta

Posterior al cierre de la encuesta, se inició el proceso de tratamiento de la información: procedimientos de extracción, manipulación y limpieza de los datos generados a partir de esta instancia.

Una vez trabajada la información, se realizó un segundo proceso de categorización de las respuestas, en alianza con las contrapartes técnicas de las instituciones asociadas a la investigación y los investigadores del equipo. Se hicieron múltiples reuniones hasta que la base de datos estuviera elaborada y lista desde el punto de vista técnico para ser analizada y presentada como resultado a través del siguiente *dashboard* (visualizador de la encuesta):

>> **Link para acceder al *dashboard*:** <https://datastudio.google.com/reporting/6b707b45-f2f8-42ed-a592-50fcaec965fe>

Para una mejor visualización de los datos, el *dashboard* fue dividido en tres pestañas distintas; cada una de ellas contiene un bloque de respuestas específicas y referentes a temáticas afines, según estos criterios:

Información General	Usos y atributos de las imágenes satelitales	Evaluación del uso de IS
4 - Institución en que trabaja 5.1 - Departamento donde trabaja 6.2 - Cargo que ocupa 17.1 - Formación Profesional 17.2 - Condición Laboral 2 - Género del encuestado 17.3 - Conocimiento Satelital 18 - Formación Educacional del Equipo 19 - Necesidad de formación complementaria para el uso de IS 19.2 - Tipo de formación complementaria requerida	8.1 - Tipos de Uso de las IS 4.1 - Competencia Fiscalizadora Ambiental 9 - Utilización de IS para el seguimiento de parámetros o atributos 9.2 - Beneficios del Sistema de Seguimiento de parámetros o atributos 10 - Utilización de sistema de alerta/alarmas automatizadas 10.1 - Utilidad del sistema de alerta/alarmas automatizadas en el servicio 10.3 - Beneficios del Sistema de alerta/alarmas automatizados 11 - Forma de procesamiento de los datos satelitales 12 - Softwares utilizados 12.1 - Tipos de Plataforma 12.2 - Utilización de plataformas Gratuitas vs Pagadas 13 - Utilización de equipamiento complementario 13.2 - Tipos de equipamientos externos/otros utilizados 14 - Desarrollo de metodologías/sistemas propios para utilizar IS 14.2 - Tipo de Metodología/Sistema utilizados	21 - Utilidad de las IS para el trabajo que ejecutan 20 A - El uso de IS fue una necesidad presentada por los trabajadores de la institución 20 B - El uso de IS fue una necesidad presentada por los directivos de la institución 20 C - Utilización de IS como parte de la cultura de trabajo de la institución 22 - Grado de dificultad en manipular/trabajar con IS 25 A + 25 B + 25 C - Mayores ventajas de trabajar con IS 23 - Mayor desafío de trabajar con IS 24.1 - Maneras de solucionar los desafíos del trabajo con IS 26 + 26 B + 26 C - Acciones relevantes para promover la utilización de las IS en el Estado de Chile 16.2 - Valor Público de las IS

Tabla 3: Distribución Preguntas por tema, pestañas 1, 2 y 3 - Dashboard Encuesta

### 2.3 - Fase 2: Entrevistas en profundidad

El inicio de la fase 2 está marcada por el procesamiento de la información generada a través de las encuestas. Pasado el proceso de categorización colectiva de las respuestas obtenidas, se generaron gráficos, tablas, frecuencias y tendencias asociadas a cada pregunta de la encuesta, que serán discutidas más adelante.

#### Ejecución de la investigación – Fase 2



Tabla 4: Línea de tiempo, Fase 2 - Investigación cualitativa

Los resultados de la encuesta sirvieron de insumo para elegir las instituciones o servicios seleccionados para llevar a cabo las entrevistas en profundidad.

Los criterios de selección de los entrevistados fueron hechos en base a los siguientes aspectos: a) tipo de uso de las imágenes satelitales; b) rol fiscalizador; c) desarrollo de sistema propio; c) tipo de conocimiento asociado a la utilización de las imágenes satelitales; d) apertura a participación en el proyecto.

Las entrevistas semi-estructuradas, cuyo guión se encuentra en los anexos de este informe, se agendaron previamente con cada participante y se realizaron por vía remota, siempre en compañía de uno de los investigadores técnicos del proyecto.

En la fase 2 se realizaron un total de 7 nuevas entrevistas a 5 instituciones distintas. Dos de ellas fueron hechas a la misma institución, pero con personal de distintas unidades o departamentos. Con esto, el proyecto sumó un total de 9 entrevistas:

Institución	Departamento/unidad
CONAF Corporación Nacional Forestal	SNASPE Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado   Departamento de Monitoreo y Desarrollo
SAF Fuerza Aérea de Chile	Servicio Aerofotogramétrico
DGA Dirección General de Aguas del Ministerio de <b>Obras Públicas</b>	Departamento de Fiscalización
Ministerio de Energía	División de Energías Sostenibles
Ministerio de Energía	Unidad de Franjas de Transmisión
SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería	Departamento de Geomática
SMA Superintendencia del Medio Ambiente	División de Seguimiento e Información Ambiental (DSI)
CIREN Centro de información de Recursos Naturales	Unidad de Recursos Forestales
CIREN Centro de información de Recursos Naturales	Unidad Patrimonio Ráster

Tabla 5: Relación de entrevistados - Investigación Cualitativa

Las entrevistas fueron transcritas y analizadas en conjunto con las encuestas. Dicho análisis se presenta en la siguiente sección.

### 3 - Resultados

Los resultados que se presentan a continuación forman parte de la investigación cualitativa llevada a cabo en el marco del Proyecto Fondef SAMSARA y serán presentados, por un lado, en forma de ejes temáticos provenientes de los resultados de la encuesta, y por otro a través de las conversaciones establecidas a partir de las entrevistas. Primero, se presentarán algunas frecuencias que se consideran importantes para el entendimiento general de la muestra y, posteriormente, se profundizará en algunas

problemáticas levantadas en la investigación. A partir de algunas de las entrevistas se realizaron fichas de caso, que pueden ser analizados separadamente.

Todos los resultados presentados en este informe fueron producidos a partir de la base de datos generada a través de la “Encuesta: Uso de Imágenes Satelitales en el Estado de Chile” (Encuesta)<sup>3</sup> y del análisis en profundidad de la información obtenida a través de las entrevistas.

### 3.2 - Representatividad de las instituciones

De las 39 respuestas obtenidas a través de la encuesta, se contabilizó un total de 20 instituciones distintas. La mayor participación, como se puede apreciar en el gráfico 1, es de SERNAGEOMIN con 7 encuestados, representando un total de 17,9% de las participaciones. Luego, sigue la DGA, con 5 respuestas y el Ministerio de Energía con 4.

Un 30,8% de los encuestados forman parte del grupo de “1 respuesta por institución”, es decir, 12 respuestas de las 39 entradas pertenecen a entradas únicas por instituciones.

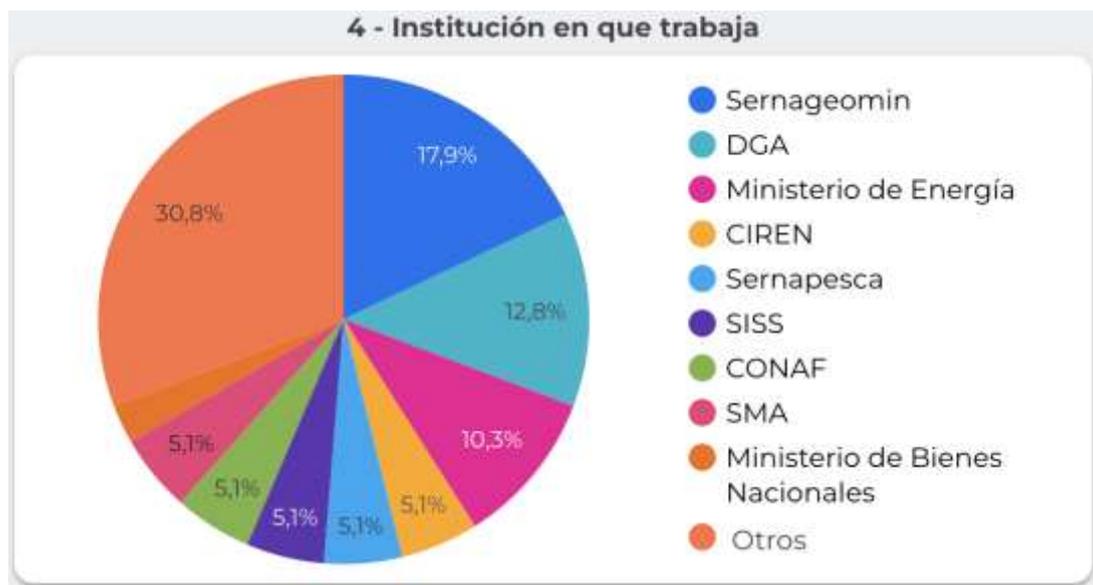


Gráfico 1: Instituciones participantes de la Encuesta

A continuación, se presenta una lista detallada de las instituciones que participaron de la Encuesta:

<sup>3</sup> Esta abreviatura será utilizada a lo largo del texto para ayudar a la fluidez en la lectura del documento.

1. Ministerio de Obras Públicas (MOP)
2. Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
3. Ministerio de Energía
4. Ministerio de Bienes Nacionales
5. Dirección General de Aguas (DGA)
6. Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
7. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)
8. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)
9. Fuerza Aérea de Chile (SAF: Servicio Aerofotogramétrico)
10. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA)
11. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante de la Armada, (Directemar)
12. Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)
13. Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
14. Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)
15. Corporación Nacional Forestal (CONAF)
16. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)
17. Instituto Forestal (INFOR)
18. Municipalidad de Peñalolén
19. Municipalidad de Pudahuel
20. Universidad de Chile (Proyecto Copernicus)

De los encuestados, 12 de ellos (30,8%) provienen de departamentos y/o unidades de “información/levantamiento”. Los otros 30,8% de unidades “técnicas” como por ejemplo laboratorios, divisiones de desarrollo de proyectos; unidades de gestión tecnológica; divisiones de información, entre otros. Los demás departamentos están distribuidos igualmente entre “fiscalización/Inspección” (es el caso del Departamento de Monitoreo y Desarrollo; Área Monitoreo de Ecosistemas Forestales; o División de Seguimiento e Información Ambiental); “administración” y las unidades directamente vinculadas a departamento con foco en temas ambientales<sup>4</sup>. Cada uno contabilizando 5 respuestas.

---

<sup>4</sup> Son departamentos que llevan el término “Ambiental/Ambiente” en el nombre del cargo. Ejemplos: Departamento de Cambio Climático y Servicios Ambientales; Medio ambiente; Gestión Ambiental; Departamento de Evaluación Ambiental, etc.



Gráfico 2: Departamentos donde trabaja - Encuesta

También se puede identificar que el 30,76% de los encuestados ocupan cargos de jefatura, seguidos de “Técnico General” y “Técnicos Especializados”. De los 39 encuestados, 17 trabajan bajo el Régimen de “Planta, contrata o código de trabajo”, representando un total de 43,58% de los participantes.

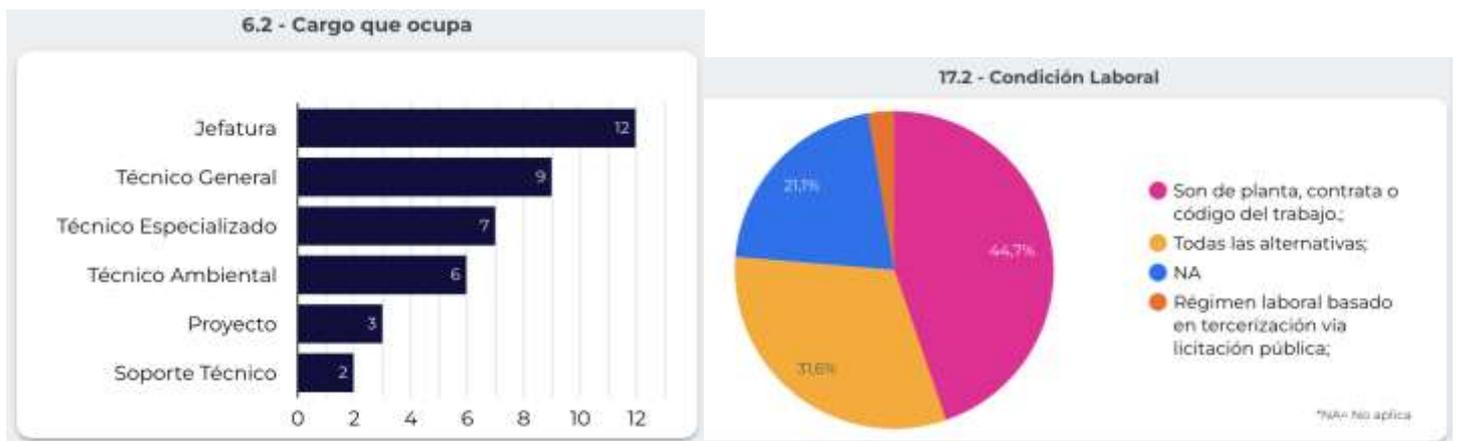


Gráfico 3: Cargo de ocupación + Condición Laboral - Encuesta

### 3.3 - Entidades fiscalizadoras (Ambiental)

En materia de fiscalización ambiental, una de las temáticas de interés de este proyecto, se identificó que 61,53% de los encuestados están vinculados a una institución con

competencias de fiscalización ambiental (respuesta "sí" en el gráfico 4). Un 30,76% no pertenece a una institución de esta naturaleza, y un 7,69% ("No+") tienen competencia fiscalizadora pero no en materia ambiental.

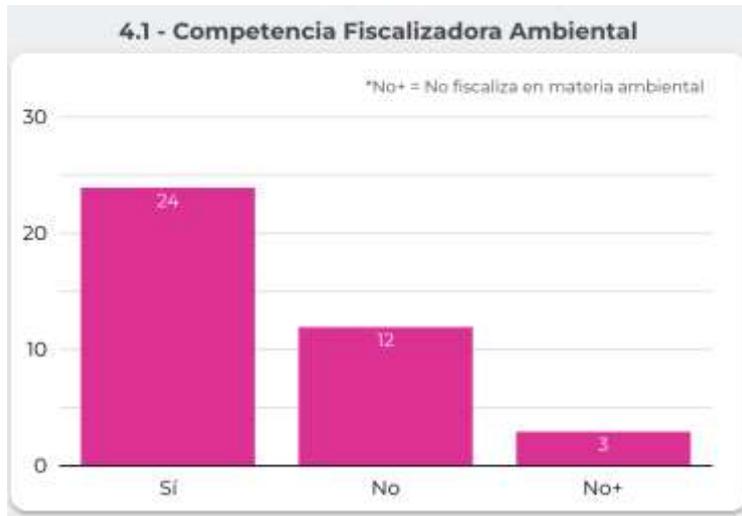


Gráfico 4: Competencia fiscalizadora ambiental - Encuesta

Las instituciones que poseen competencia fiscalizadora son las siguientes:

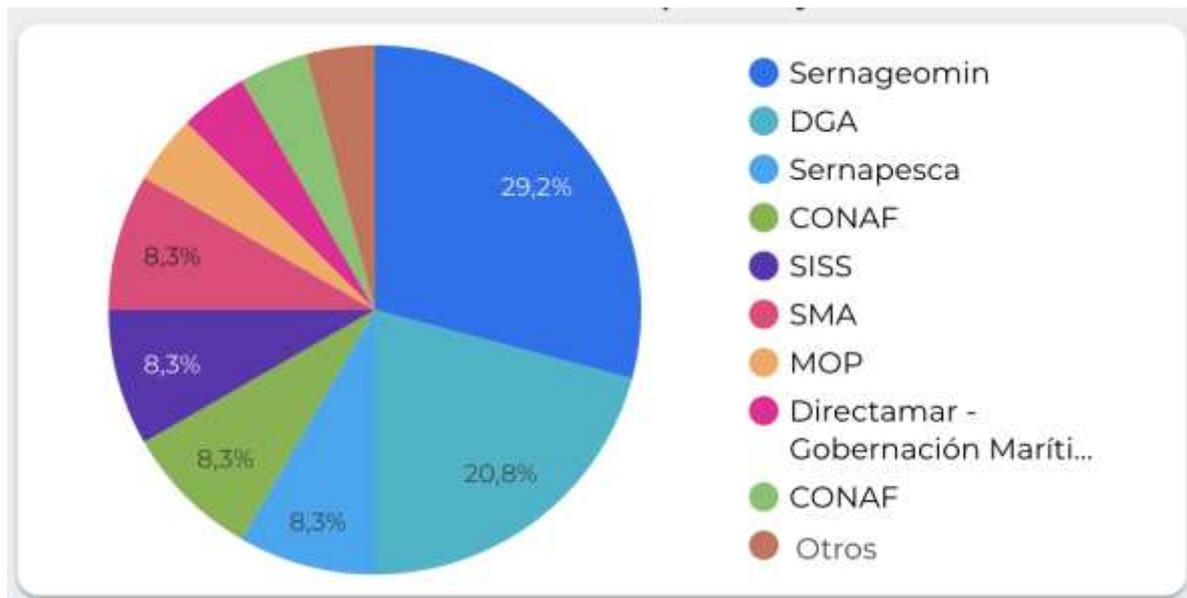


Gráfico 5: Institución por competencia fiscalizadora ambiental - Encuesta

Aunque la mayoría de los entrevistados están vinculados a una institución fiscalizadora en materia ambiental no significa que los encuestados trabajen, de hecho, en un departamento de fiscalización o que ejerzan actividades fiscalizadoras. Según la Encuesta, sólo 5 de los encuestados pertenecen a un departamento/unidad de tal naturaleza, representando así un

12,82% de la totalidad de la muestra distribuidos en sólo dos servicios: DGA y SERNAGEOMIN, como se presenta en el siguiente cuadro:

### **Departamentos y Unidades Fiscalizadoras en la Encuesta:**

Departamento de Fiscalización / Unidad de Gestión Tecnológica del Agua (1 - DGA)  
 Departamento de Fiscalización (2 - DGA)  
 Fiscalización Magallanes (1 - SERNAGEOMIN)  
 Fiscalización (1 - SERNAGEOMIN)

Tabla 6: Departamentos Fiscalizadores - Encuesta

A partir de las entrevistas, pudo percibirse que, en la mayoría de los casos entrevistados, las actividades y proyectos relacionados a las imágenes satelitales tienen como objetivo el levantamiento de información relevante al proceso de fiscalización, más que a la acción fiscalizadora propiamente tal. Las áreas entrevistadas, en su mayoría, tienen el rol de proporcionar productos e insumos que ayuden a los agentes fiscalizadores en su toma de decisión. Este es el caso de los entrevistados de CIREN y el Ministerio de Energía. Los entrevistados de la SMA fueron los únicos participantes que actúan directamente en los procedimientos de fiscalización ambiental, aunque el departamento vinculado no sea explícitamente fiscalizador (División de Seguimiento e Información Ambiental - DSI). En este caso, la división actúa en la confección de los informes de fiscalización de las salmoneras, de manera remota, a través del uso de las imágenes satelitales.

La utilización de las imágenes satelitales en materia de fiscalización es más recurrente en la SMA y SERNAGEOMIN, ambos con dos respuestas. Los encuestados que declaran usar las IS para la fiscalización son parte de los Departamentos de Fiscalización/Inspección (3 encuestados) y Departamentos Ambientales (2 encuestados), sumando juntos 71,5% de los casos.

### **3.4 - Sistemas de Alertas y Alarmas**

La encuesta demostró que la mayoría de los servicios (71,79%) no cuentan con un sistema de alerta o alarma basado en datos remotos. De las 39 respuestas válidas, apenas 11 declararon poseer un sistema de este tipo.

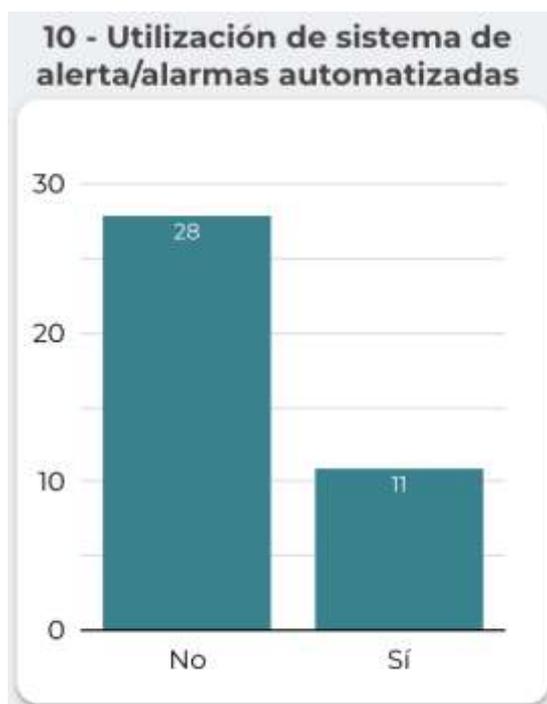


Gráfico 6: Sistema de Alerta/alarma automatizado - Encuesta

Tabla 7: Instituciones que declaran poseer sistema de alerta y alarma funcionando en sus servicios

Instituciones	Cantidad de Respuestas
DGA	2
CONAF	2
Sernageomin	2
Universidad de Chile	1
CIREN	1
Ministerio de Energía	1
Sernapesca	1
Servicio de Evaluación Ambiental	1
SISS	1

Entre los mencionados, se tuvo la oportunidad de entrevistar a 5 de ellos: CONAF, DGA, Ministerio de Energía, SERNAGEOMIN y CIREN. Ninguno de los representantes de los 5 servicios entrevistados trabaja directamente con los sistemas de alerta y alarma automatizados identificados afirmativamente a través de la encuesta, por lo que no se pudo profundizar en esta temática.

Al indagar sobre estos sistemas, la respuesta en la mayoría de los casos coincide con el caso de este entrevistado:

“Nuestra institución cuenta con un sistema de alerta y alarma, pero no somos nosotros los que manejamos estos temas. En el caso de nuestra unidad, lo que hacemos son los productos para que ellos creen las alertas. Pero cómo funcionan y en base a que, ¡ya es otro cuento! No sabemos”. **Entrevistado A**

En las entrevistas de DGA y CONAF se mencionaron sistemas de identificación de riesgo, visualizados como semáforos de colores que indican niveles de peligro sobre el dato estudiado.

Al consultar si sería de utilidad contar con un sistema de alerta o alarmas automatizadas en su servicio, de las 25 respuestas válidas, 14 de ellas, o sea 56%, respondieron de forma afirmativa, mientras que un 36% contestan que no sería de utilidad, sumando un total de 9 entrevistados.

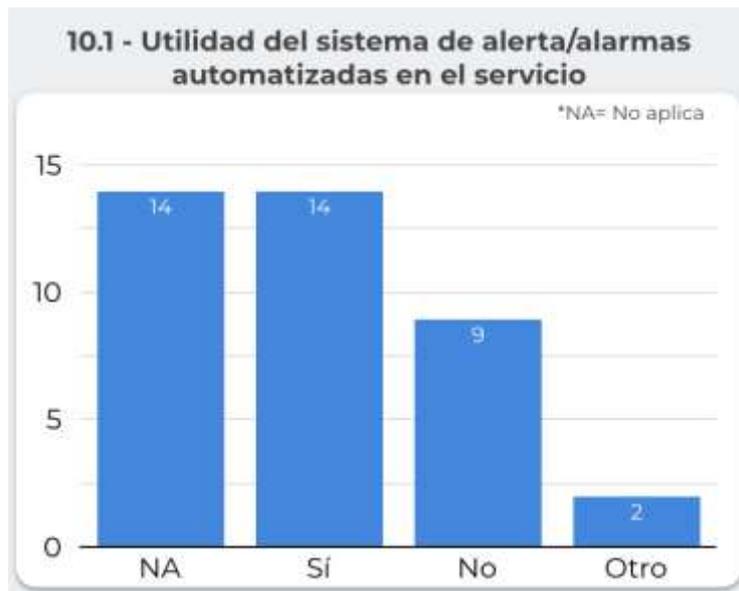


Gráfico 7: Utilidad de Alerta/alarma automatizado - Encuesta

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de la opinión de los encuestados sobre los posibles beneficios asociados a los sistemas de alerta y alarma, en el caso de que su institución pudiera contar con este sistema:

Los **mayores beneficios** asociados al sistema de **alerta y alarma** según los encuestados son:

- 37,5% “Mejora de la respuesta de la institución mediante detección temprana (cobertura temporal)”.
- 25% “Eficiencia en el uso de recursos y focalización de áreas”
- 33% “Mejora de la respuesta de la institución mediante mayor cobertura territorial (más información)”

Tabla 8: Beneficios Alerta/alarma (n°s válidos) - Encuesta

Si bien la mayoría de los encuestados consideran que los sistemas de alerta serían de utilidad para su institución, son pocos los sistemas que han sido implementados. Durante las entrevistas se indagó en los motivos de esta situación. Unas de las razones manifestadas por los entrevistados es la falta de capacidad humana y técnica acorde a las necesidades de los proyectos. Esto coincide con el hallazgo de la encuesta, que identifica a la disponibilidad de personal calificado como el mayor desafío con respecto al trabajo con las imágenes satelitales. En las entrevistas conducidas en el marco de esta investigación se percibe falta personal para innovar o dedicar horas de trabajo en el diseño y desarrollo que conlleva la implementación de un sistema de alerta y alarma, sobre todo automatizado.

“La verdad es que nos falta gente. Gente que ponga horas de servicio en esto y que cache lo que está haciendo y lo haga con las cosas que están a nuestro alcance”. **Entrevistado B**

### 3.5 - Usos y atributos de las imágenes satelitales

El ítem “tipos de uso”<sup>5</sup> de la Encuesta buscó identificar el uso que los diferentes servicios han dado a las imágenes satelitales. Como se puede ver en el gráfico 8, de los servicios encuestados un 21,1% utilizan las imágenes para funciones de evaluación, un 18,4% para fiscalización, 13,2% para funciones de monitoreo, y 10,5% para modelamiento/predicción. El 5,3% dice utilizar las imágenes satelitales para fines de levantamiento de datos.

<sup>5</sup> Pregunta 8 del cuestionario. Variables 8 y 8.1 de la base de datos de la Encuesta.

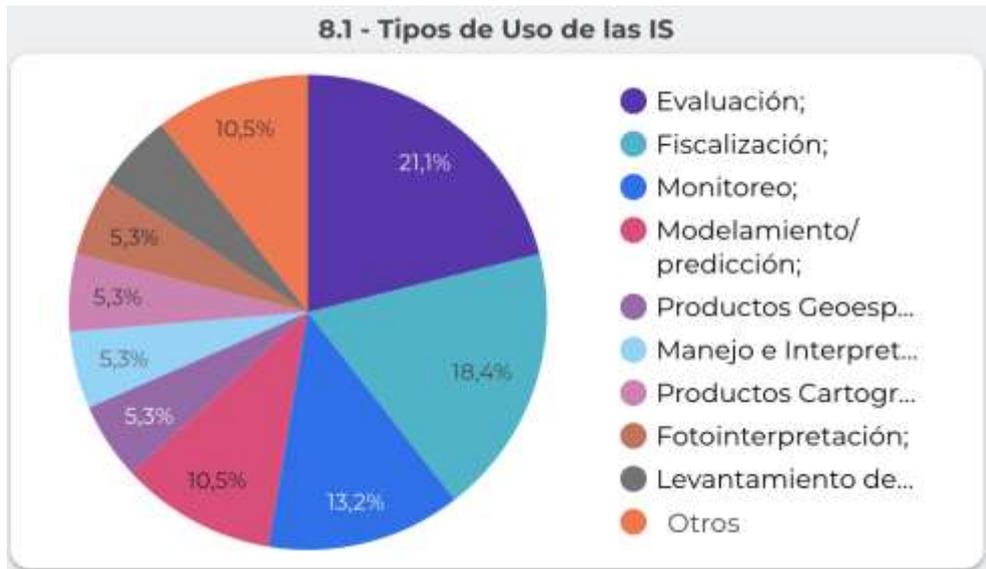


Gráfico 8: Tipos de Uso de las Imágenes Satelitales - Encuesta

De los 15 encuestados que utilizan las imágenes para fines de evaluación, 20% de ellos provienen de la DGA y SERNAGEOMIN (3 encuestas cada). Todas las demás instituciones suman una única respuesta, con excepción del SISS.

Respecto al uso de las imágenes satelitales para el seguimiento de parámetros o atributos, 84,61% de los encuestados indican que las utilizan para el seguimiento del comportamiento de su objeto de interés, lo que significa que el uso de ellas tiene un potencial importante en evaluar cómo se comporta en el tiempo el objeto de interés, y por ende, se pueden evaluar cambios y generar alertas a partir de los mismos.

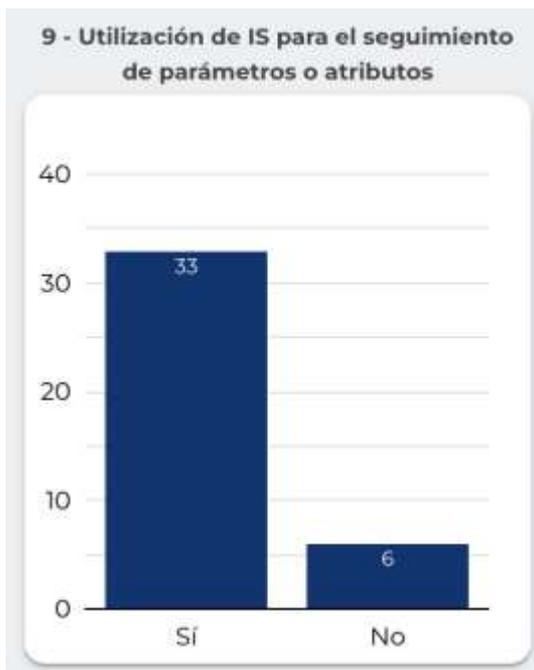


Gráfico 9: Utilización Seguirmentos Parámetros/atributos - Encuesta

Al ser encuestados sobre los beneficios de contar con este sistema, las respuestas se concentran en dos tipos de mejoría: mejora en la calidad de los servicios brindados y mejora en la capacidad de sus servicios.

Sobre las formas, medios y sistemas específicos utilizados por los encuestados para procesar las informaciones derivadas de las imágenes satelitales, se obtuvieron los siguientes resultados: *QGis* y *ArcGis* son los programas más utilizados, representando juntos, un total de 37,5% de las respuestas. *Google Earth Engine* (GEE) es el siguiente más utilizado, con un 12,5% de las respuestas.



Gráfico 10: Tipos de Softwares utilizados - Encuesta

El 41,66% de los participantes manipulan los datos satelitales exclusivamente a partir de herramientas con interfaz de usuarios, mientras que solamente 16,66% lo hace a través de los programas de lenguaje o software de programación. El mismo porcentaje (16,66%) de entrevistados utilizan tanto los software con interfaz de usuarios, como plataformas de lenguaje de programación.

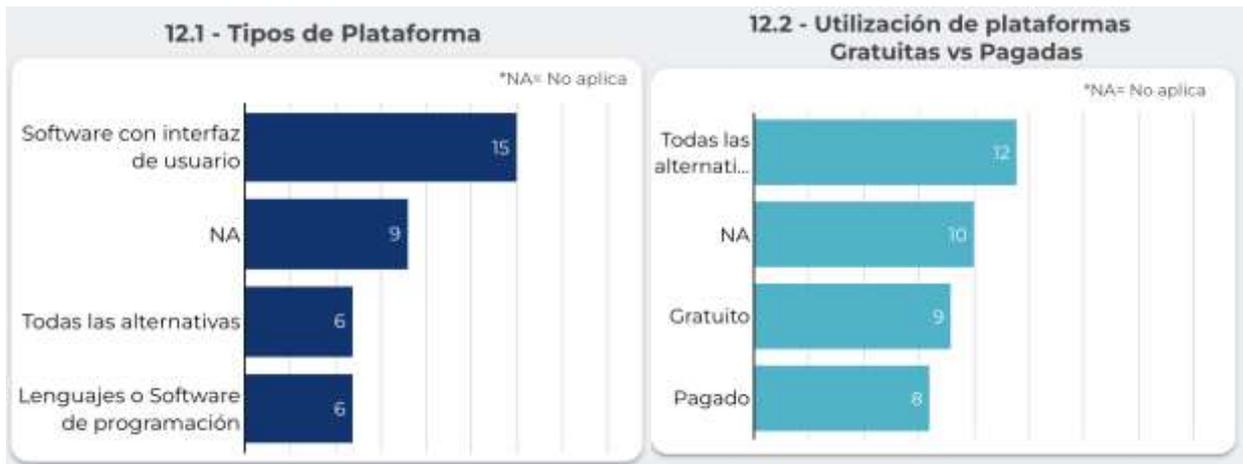


Gráfico 11: Tipos de Plataforma + Gratuito vs Pagado - Encuesta

En las entrevistas se remarcó la falta de personal capacitado en programación avanzada, lo que coincide con el importante porcentaje de personas que únicamente utilizan software con interfaz de usuarios que detectó la encuesta. Adicionalmente, los entrevistados con mayor capacidad de programación declararon contar con mayor versatilidad y capacidad de manipulación de los datos y su transformación en información útil para la toma de decisiones.

Otro dato captado a través de la encuesta, es la utilización de softwares pagados versus los softwares gratuitos. Como se puede percibir en el gráfico 11 (pregunta 12.1), 30,76% de ellos utilizan tanto sistemas pagados como sistemas gratuitos (todas las alternativas), y 23,07% de los encuestados utilizan un sistema pagado o un programa gratuito.

Dentro de los softwares pagados más comunes se encuentran las licencias *ArcGis* y la infraestructura para la visualización de datos de la empresa ESRI, que son adquiridos anualmente por los servicios públicos de Chile.

Vinculado a este atributo, aparece en las entrevistas la problemática de las licitaciones y contrataciones de la tecnología necesaria para el procesamiento de las imágenes satelitales. Más adelante a lo largo de este documento, se presentará con mayor detalle la problemática de las licitaciones.

### 3.6 - Capacidades

Uno de los principales desafíos indicado por los entrevistados es la falta de personal capacitado para trabajar con las imágenes satelitales. Esta respuesta estuvo presente en un 34,1% de los casos. La carencia de personal calificado se expresa no solamente, en los conocimientos requeridos para manipular la información que viene de las imágenes, sino que además se reconoce una carencia generalizada de personal para los proyectos. En las entrevistas se observa una constante y transversal falta de personas en los equipos de proyectos relativamente grandes y bastante demandantes.

“Tenemos alrededor de 200, 250 funcionarios en un contexto de que tiene que fiscalizar en más de 16000 unidades fiscalizables, todas diversas entre sí, lo que limita la capacidad de cobertura de la institución.” **Entrevistado C.**

Como consecuencia de lo anterior, los profesionales entrevistados manifestaron que se encuentran sobrecargados en sus actividades, asumiendo diversos roles en un mismo proyecto. También se ven obligados a ser creativos y a buscar soluciones que resuelvan los problemas de manera independiente, autónoma y algunas veces trabajar a partir de “arreglos no ideales”. Algunos, a pesar de que expresan lo desgastante que puede ser esta posición, reconocen que logran desarrollar cierta inventiva en el trabajo, y personalmente se han tornado más creativos y capaces de realizar múltiples tareas.

Un segundo hallazgo de las entrevistas es la escasa estandarización de las metodologías de trabajo. Los organismos públicos, en general, no poseen un protocolo metodológico para las actividades asociadas a las imágenes satelitales. Así, las tareas que involucran la manipulación de la información satelital son distribuidas en función de las habilidades de cada profesional a cargo, su grado de experticia o la capacidad de operacionalización de las tareas demandadas. Esto contribuye a un panorama en el que las capacidades de procesamiento de estas imágenes, o su manipulación y productos alcanzados, están estrechamente vinculadas a las capacidades personales de los encargados directos de este trabajo.

Así, se constata que predomina un modo de operar en el trabajo vinculado a las capacidades analíticas de aquellos que tienen alguna expertise en el asunto, lo que, por lo general ha sido suficiente para solucionar las demandas de los proyectos, pero que por otro lado dificulta la continuidad del proyecto, dado que las metodologías de trabajo no están estandarizadas y son dependientes de personal específico.

Los entrevistados manifiestan que para cumplir con los objetivos de los proyectos, requieren un alto grado de especialización en los objetos de estudio:

“Lo que va primero no son las capacidades de ingeniería ambiental, por ejemplo, sino que vale más ser experto en la temática que se está trabajando: erosión, glaciares, bosques y prevención de riesgo”. **Entrevistado B.**

Adicionalmente, relevan la importancia de contar con una expertise orientada hacia la capacidad de operar los sistemas (programas, softwares y lenguajes requeridos para trabajar con distintas capas de información satelital), saber específico no está necesariamente vinculado a su título profesional.

A la hora de pensar en soluciones para los desafíos del trabajo con imágenes satelitales, un 50% de los encuestados manifestó la necesidad de invertir en capital humano. Los otros porcentajes están distribuidos en soluciones de infraestructura tecnológica: “Inversión en equipamientos; plataformas; e infraestructura de datos” (41,7%). Es decir, los encuestados consideran que el factor humano es el mayor desafío relacionado al trabajo satelital.

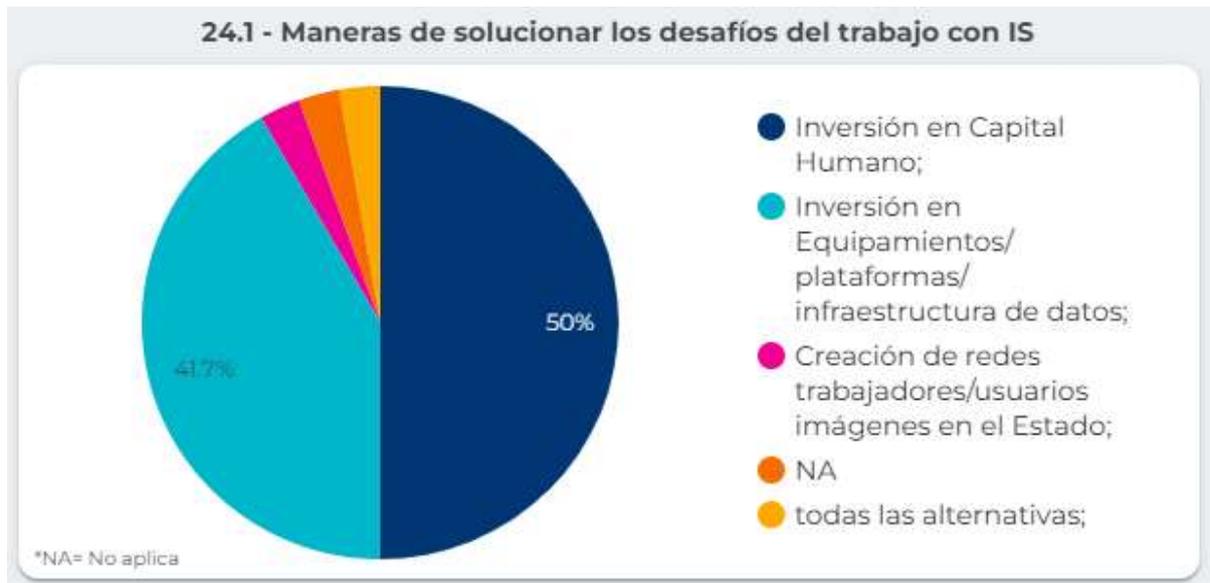


Gráfico 12: Solución de desafíos - Encuesta

Finalmente, a partir de la encuesta, se identificó una distribución de 61,5% de hombres trabajando con imágenes satelitales en comparación a 35,9% de mujeres. Las instituciones que poseen más mujeres asociadas al trabajo de la información satelital son el Ministerio de Energía (3 mujeres - 21,4% del total) y SERNAGEOMIN, también con 3 mujeres en su equipo de funcionarios.

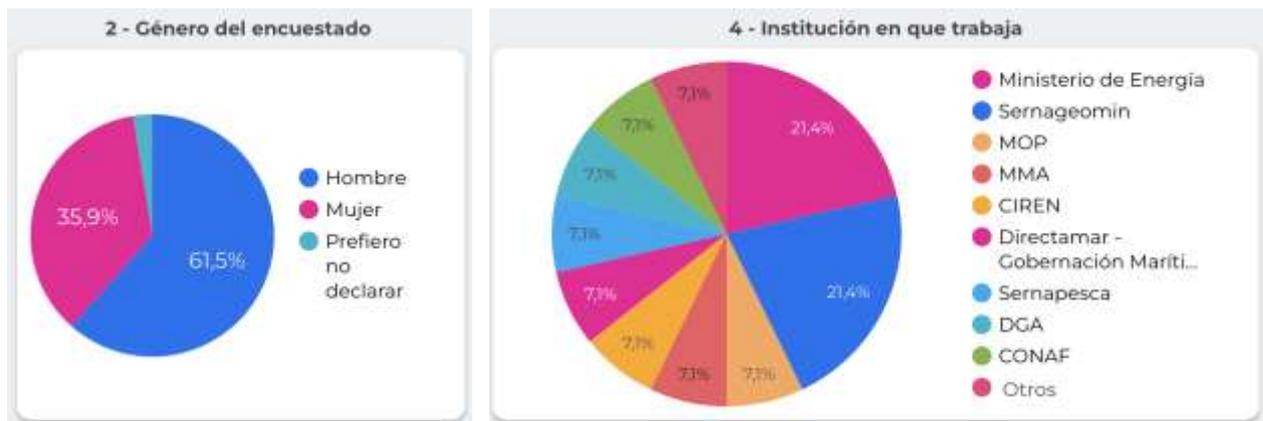


Gráfico 13: Género según Institución - Encuesta

35,7% de las mujeres está trabajando en un cargo técnico ambiental, siendo el Ministerio de Energía es el ente que concentra mayor cantidad de mujeres ejerciendo tal función.



Gráfico 14: Cargo Mujeres - Encuesta

Respecto a la distribución de los hombres, ellos representan un 61,5% de los trabajadores involucrados en el trabajo con las imágenes satelitales, están ubicados mayoritariamente en cargos de jefatura y administración (37,5% de los casos), y su formación es en su mayoría en las Ciencias Exactas o Naturales con un 54,2% de los casos.

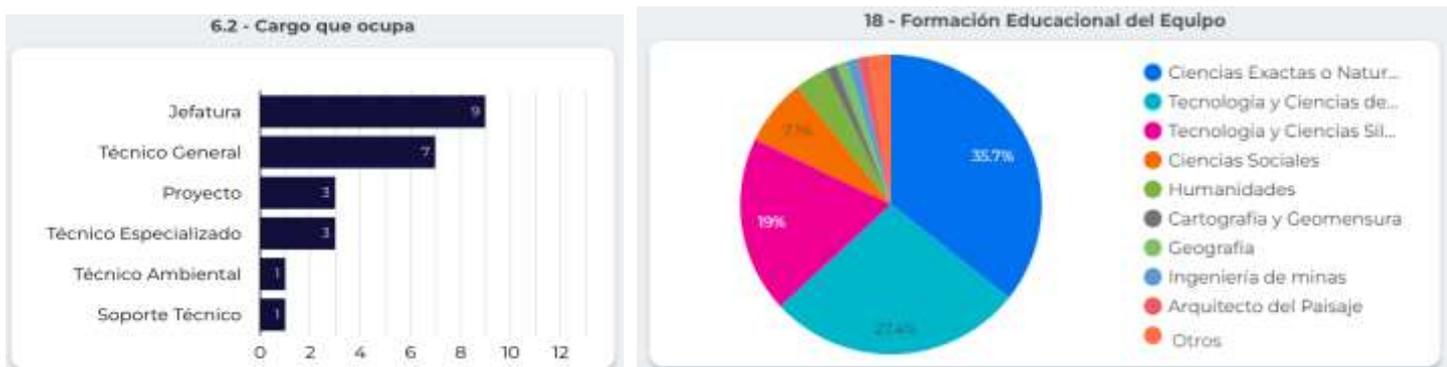


Gráfico 15: Cargos Hombre + Hombres formación Profesional - Encuesta

Otra temática que apareció con frecuencia en las entrevistas es la multidisciplinariedad. La diversidad está expresada no sólo en la transversalidad de la formación de los involucrados en proyectos satelitales (diversidad de conocimiento e instrucción profesional), sino que también es observada como característica propia de los trabajos que involucran las imágenes satelitales.

Aunque la mayoría de los encuestados en este proyecto declaran ser provenientes de las Ciencias Exactas y Naturales; Tecnología y Ciencias de la Ingeniería, representando un total

de 63,1% de los encuestados, hay una variedad grande de carreras y títulos profesionales vinculados a estas mismas áreas del conocimiento.

### 3.7 - Burocracias

El trabajo realizado en torno al uso de las imágenes satelitales, opera bajo el vínculo con servicios, unidades o instituciones del Estado. Esto implica tener que desarrollar condiciones de trabajo que funcionen bajo la lógica de compras y gastos estatales. Debido al sistema de compras que opera en el gobierno, los participantes manifiestan la dificultad de adquirir las licencias para el uso de los softwares necesarios al ecosistema de información satelital. También, mencionan la lentitud para concretar estas compras, ya que el proceso licitatorio realizado está mediado por la burocracia estatal, lo que implica tiempos y trámites a los que el equipo debe someterse.

“En 2022 hacemos el presupuesto exploratorio en el que le pedimos el dinero a DIPRES...Esto se va al congreso y se aprueba o se rechaza el presupuesto. Y también pueden ser que lo recorten...Bien, si este presupuesto se aprueba, te dan el dinero el otro año. Y cada ejecución va depender si la empresa es proveedor único en Chile y en este caso es fantástico el proceso porque rápidamente se lo aprueban. Pero si no es proveedor único tienes que licitar. Y ahí hasta que llegue el producto, no sé, va a demorar...Y caso no se apruebe el recurso, nos quedamos sin software o lo que se está solicitando, así de simple” **Entrevistado D.**

Los entrevistados también reconocen la baja variedad de proveedores capaces de ofrecer los servicios requeridos, lo que muchas veces implica un precio inflado en los contratos, lo que acaba por resultar en un desperdicio de recursos públicos.

Otra dificultad levantada por los participantes, respecto a la “burocracia”, es la compra de equipamientos no adecuados al uso que se pretende dar, justamente por las deficiencias del proceso licitatorio, que en el caso de las imágenes satelitales debería ser más específico<sup>6</sup>. Sin mucho margen para las negociaciones con los proveedores de productos o de servicios, al final del proceso de compra de sistemas, licencias o equipos, el proyecto acaba perdiendo un tiempo fundamental para el desarrollo de sus actividades.

Ante situaciones como la falta de recursos, fallas en la aprobación de un proceso licitatorio, o la falta de recursos internos de cada sector para financiar sus proyectos, los trabajadores se ven obligados a trabajar con tecnología no adecuada. Esto acaba impactando directamente en el ejercicio de sus funciones, y algunas veces en el resultado de los proyectos:

---

<sup>6</sup> Requiere un proceso especial de licitación, idealmente.

“Se compran equipos innecesarios o equivocados, porque a la hora de subir el proceso de licitación, quienes hacen no cachan mucho de lo que estamos haciendo [...] esto dificulta el proceso de evolución de la utilización de las imágenes, y acaba que tenemos los Frankensteins de trabajo. Una especie de rompecabezas que no siempre encaja. Las soluciones que encontramos para solucionar el problema se dan por una mezcla entre los saberes de los expertos, la capacidad de las máquinas y la legalidad, la posibilidad de utilización de las licencias de procesamiento de información satelital”.

**Entrevistado D.**

### 3.8 - Gobernanza

El tercer desafío al que se enfrentan los funcionarios que trabajan con imágenes satelitales en el Estado chileno, indicado en las entrevistas, se relaciona con la gobernanza interna de las instituciones vinculadas a cada proyecto. La encuesta muestra que la iniciativa del uso de imágenes satelitales surge principalmente de los profesionales. Así, un 79,5% de los entrevistados están “parcialmente de acuerdo” y “no de acuerdo” de que la utilización de imágenes satelitales fue una necesidad presentada por los directivos/as de la institución. Un 71,8% de ellos creen que la utilización de las IS es una demanda levantada por los profesionales de estos servicios.



Gráfico 16: Demanda Utilización de IS - Encuesta

En concordancia con este panorama, las entrevistas apuntan a una falta de cultura institucional que den continuidad a los trabajos a largo plazo:

“no es solo un tema de actualizar los programas y softwares, sino también la cabeza de los funcionarios. Convencer al jefe de que vale la pena el servicio. Que las imágenes satelitales son un aporte muy rico y que por eso vale la pena invertir y seguir buscando recursos para tanto.” **Entrevistado E.**

Algunos entrevistados remarcan que las jefaturas no reconocen de antemano la importancia en el uso de las imágenes, por lo que la iniciativa de los funcionarios es clave para su avance.

“Lo que hacemos para sensibilizar a los jefes de la importancia de esta cuestión es llevar a cabo la ejecución de las actividades en base a las imágenes de manera independiente, con los conocimientos que tenemos y con los programas que ya accedimos, o con los programas gratuitos disponibles. Hay que esperar que se dé un caso real, que se pueda aplicar a la realidad del servicio y así, con la suerte de los buenos resultados ir demostrando, empujando una política de utilización de las imágenes internamente de abajo para arriba”.

**Entrevistado C.**

Esta barrera inicial impacta de igual forma en la continuidad de los proyectos y la instalación de una cultura permanente para su uso. Justamente por esa carencia, algunos entrevistados también indican una falta de alineamiento entre lo que se debe hacer y cómo se debe hacer, de manera más sólida y sistemática. La metodología de los procesos utilizados depende del conocimiento y expertise del funcionario. Esto puede afectar la confiabilidad, comparabilidad y sistematización de los estudios a lo largo del tiempo.

También se detectó una falta de conexión entre la información brindada por el análisis de las IS y la toma de decisiones posterior. Los entrevistados declaran una descoordinación entre el producto y su objetivo final, sea para la gestión del territorio, de las comunidades o para prevenir incidentes o desastres naturales. Los técnicos y trabajadores que procesan las imágenes satelitales, por lo general, son generadores de información y productos que son insumo para la toma de decisiones que están a cargo de otras áreas dentro de su organización. La desconexión entre estos trabajadores y los usuarios de la información puede provocar distorsiones entre los productos y lo que efectivamente se hace con ellos. Sin previo conocimiento del proyecto, de la metodología utilizada y las capacidades de la información satelital, la potencialidad de los productos generados a través de las imágenes satelitales puede verse disminuidas.

La mayoría de los entrevistados manifestaron el deseo de contar con una gobernanza colaborativa interinstitucional que facilite las labores asociadas al trabajo con imágenes satelitales: la adquisición de imágenes, el procesamiento, las metodologías, y la obtención de productos. La descoordinación puede representar un desperdicio de recursos públicos ya que cada institución puede estar trabajando de manera separada, en proyectos o productos muy similares, que, de estar colaborando entre ellas, podrían lograr resultados mejores y más rápidos.

“Todos los servicios deberían tener un centro básico de producción de información y información sistematizada: qué tipo

de funcionarios se requiere para cada actividad, que tipos de programas necesitan ocupar, qué técnicas, metodologías distintas se podría estandarizar. Si no hay una unidad, no hay estandarización y patrón de calidad de servicio. Necesitamos de una especie de Plan Nacional satelital, para impulsar en todo territorio la compra de imágenes, equipos, formación y contratación de personal”. **Entrevistado D.**

Las entrevistas evidenciaron que los hitos de crecimiento en infraestructura o recursos disponibles para la utilización de productos o subproductos asociados a las imágenes satelitales fueron movilizados por medio de gestiones gubernamentales motivadas, en su mayoría, por catástrofes naturales de relevancia nacional o, a partir de la detección de la intervención humana y mala utilización de los recursos naturales, principalmente por parte de grandes empresas, como es el caso de mineras.

“Cuando ocurre un desastre de proporciones nacionales, el gobierno busca respuestas a través de nosotros que estamos en la punta del servicio de protección ambiental. Pero cuando empezamos a investigar porqué pasó lo que pasó, se dan cuenta que el gran problema es la falta de inversión en monitoreo, en información previa que nos permite tener más claridad sobre el panorama antes/después, y las medidas que pudieran ser tomadas en su momento. Y ahí con la buena voluntad del gobierno se aprueba o no recursos de carácter emergencial. Esta inversión entonces acaba quedando en los servicios de manera más definitiva.” **Entrevistado B.**

### 3.9 - Descentralización

Aunque se observa una clara necesidad de dar unidad a la gestión, gobernanza y los procedimientos alrededor del trabajo con las imágenes satelitales, se identificó, por otro lado, el surgimiento de una demanda de descentralización de las capacidades laborales entre las oficinas centrales y regionales. El tema de la descentralización del trabajo de las oficinas centrales, aunque no haya sido propuesto desde la entrevista, apareció con frecuencia en el relato de los funcionarios.

Los trabajadores de las oficinas centrales relatan la necesidad inmediata de fortalecer las unidades y oficinas regionales, más allá de la zona central de Chile.

“Es necesario distribuir un poco las actividades y que cada regional pueda irse independizando con la finalidad de manejar los datos propios de su territorio. Es preciso que ellos mismos puedan gestionar sus decisiones o adelantar el proceso. Y para nosotros sería ideal, para ahorrar tiempo para meter manos en la inteligencia de la cosa toda”. **Entrevistado A.**

Algunos de los entrevistados remarcan que la capacitación de las oficinas regionales es un elemento fundamental para que el trabajo a partir de las imágenes satelitales pueda expandirse y que se consolide como un procedimiento relevante en todo país.

### 3.10 - Colaboraciones

Si, por un lado, los hallazgos de esta investigación apuntaron a la necesidad de la colaboración institucional interna para que el uso de las imágenes satelitales se desarrolle en Chile, por otro lado, evidenciaron la importancia de establecer vínculos externos a la institución.

En este sentido, aparecen dos entidades como figuras colaborativas:

- a) La academia; a través de los núcleos de investigación y centros de estudios universitarios<sup>7</sup>;
- b) Las consultoras contratadas para la prestación de servicios puntuales vinculados a las distintas demandas de los proyectos.

Respecto a la academia, varios entrevistados destacan su colaboración a través de la incorporación de sus metodologías de procesamiento y obtención de imágenes satelitales, con un aporte técnico y científico. Se identificaron básicamente tres tipos de colaboración:

- i) la facilitación de modelos (cálculos) implementados en otros trabajos de investigación no necesariamente vinculados a los proyectos pertenecientes a los organismos públicos;
- ii) el chequeo y calibración de las capas de información específicas a partir de métodos apropiados y no explorados o desconocidos por los servicios;
- iii) la capacidad de movilizar agentes clave para el desarrollo de proyectos multidisciplinarios.

Algunos entrevistados manifestaron que la incorporación de la academia a las actividades relacionadas con el uso de IS también aparece como ventajosa por su carácter neutral. Ellos acaban siendo reconocidos como una figura imparcial que prioriza el saber técnico y científico ante los intereses políticos que pueda tener un proyecto. Además, colaboran en su rol de participantes estratégicos para levantar fondos desde otras fuentes.

---

<sup>7</sup> Se menciona a la: Universidad de Chile; Universidad de Valparaíso; Pontificia Universidad Católica de Chile. Ver más detalles de estos vínculos y el tipo de colaboración que llevan, en Anexos > Ficha/casos de los entrevistados

Pero sin duda su mayor aporte a los proyectos satelitales está en relación a su capital científico y expertise técnica. Los académicos ayudan a solucionar ecuaciones, crear modelos, y colaborar con sus conocimientos, elevando así el valor, credibilidad y capacidad para las actividades que involucran la utilización de las imágenes satelitales, además de constituirse como un actor clave para la confiabilidad del proceso científico detrás de las iniciativas satelitales vinculadas al Estado.

Por el lado de las empresas consultoras, el vínculo con el Estado se da por la necesidad de facilitar la ejecución y cumplimiento de las necesidades de los proyectos. En las entrevistas, se constata que la incorporación de los consultores externos contratados está relacionada a la brevedad de los proyectos, o por sus demandas puntuales.

“En el caso de este proyecto que lleva [nombre del servicio], no hace sentido para nuestro departamento tener personal de tiempo completo, porque en 1 año más este proyecto ya se acaba. Después no sabemos si en nuestra próxima actividad utilizaremos esa forma de proceder, o si seguiremos necesitando apoyarnos en las imágenes satelitales. Tampoco se sabe qué tipo de formación profesional se necesitará para el cumplimiento de ella, así que creo que hasta ahora nos ha servido bien [trabajar en colaboración con las consultoras]”.

**Entrevistado F.**

En casos como este, las consultoras aparecen con un agente capaz de movilizar conocimientos operativos de distintas áreas, como, por ejemplo, la confección de reportes de las más diversas materias, o para acceder a o adquirir imágenes. El organismo público contrata las consultoras, que, a su vez, reúnen los profesionales y sistemas adecuados para ejecutar de manera amplia la diversidad de requerimientos que conllevan los proyectos.

En otros casos, la figura del consultor aparece como mecanismo de minimización de costos laborales para la institución. Algunos de los entrevistados son contratados por los servicios, pero como consultores. Poseen un régimen de trabajo muy parecido a los funcionarios, poseen la misma jornada de trabajo, pero no son contratados para un puesto o cargo específico pues su vínculo está relacionado al proyecto. En este caso, aunque figuren como agentes externos a la institución, en la práctica, al menos en lo que se refiere a los asuntos investigados en este estudio, incluso pueden llegar a ser líderes de proyectos.



Gráfico 17: Condición Laboral - Encuesta

Aunque la prestación de servicios por parte de los consultores sea valorada y conveniente en muchos casos, no se puede dejar de relatar los desafíos levantados en relación al trabajo ejecutado a partir de esta colaboración. Los entrevistados demuestran una preocupación con dos puntos en especial: i) la transmisión de conocimiento y ii) la calidad de la información generada a partir de los satélites.

Respecto al primer punto, la inquietud surge del hecho que, una vez finalizada la colaboración, en los proyectos no se le da la debida importancia al traspaso de información generada. No es protocolar ni de la rutina de sus trabajos dejar constancia de las actividades, o promover la conservación de los datos y resultados de una manera que pueda ser manipulada y continuada en el futuro.

En paralelo a esto está el hecho que, aunque el traspaso de los datos, metodologías utilizadas y productos desarrollados sea hecho de manera adecuada, el personal de los servicios no posee la capacidad técnica para dar seguimiento al conocimiento generado de manera autónoma.

"También no basta con que apenas se deje lo producido en la mesa, hay que enseñar cómo trabajar estos datos, cómo almacenar la información, a través de qué se podría leer, como ejecutar los programas y si ellos sirvieron para algo más en el futuro". **Entrevistado E.**

En cuanto a la calibración de las imágenes (ii), en más de un caso se relató una deficiencia en relación a la estandarización de los datos. No es poco común que los productos sean entregados con una calidad inferior a la requerida, o con errores de cálculo y/o codificación, o sin la cantidad de datos o información exigida. Estos contratiempos en la ejecución del

proyecto, hacen que sea más lento el desarrollo de las actividades y a veces más sobrecargado el trabajo de los funcionarios que están a cargo del proyecto.

El tema de la calibración de los datos satelitales es frecuente en las entrevistas y aparece como un punto de inflexión en el trabajo. Se sabe que la necesidad de calibrar la información satelital obtenida está vinculada a la naturaleza específica de los datos satelitales:

“siempre hay que calibrar el satélite [la imagen satelital]. Hay que revisar para tener la misma magnitud de la unidad de medida estándar [...]. Lo que hace la necesidad de calibrar es que hay mucho ruido entre el satélite y la tierra, y las imágenes reflejan, tienen este ruido. Hay que sí o sí regular las imágenes a partir de los chequeos en terreno”. **Entrevistado D.**

La calibración de las imágenes satelitales pasa a ser un factor de preocupación y atención, claramente evidenciado en este estudio. Se relató, también, la dificultad de promover estas mismas instancias de calibración, ya que demandan salidas a terreno que exigen por supuesto mayor disponibilidad de personal. Sabiendo que el trabajo con equipos reducidos es una realidad del quehacer, la calibración de las imágenes satelitales pasa a ser, por lo tanto, una fuente más de dificultad vinculado al trabajo satelital.

Por otro lado, el segundo inconveniente apuntado por las entrevistas es el hecho de ser necesaria una inversión significativa en tiempo para el chequeo de datos satelitales obtenidos a través de terceros, ya sea vía consultora, paquete de licencias o imágenes concedidas desde otra institución.

“Pedimos las imágenes que necesitábamos a [nombre del servicio] y nos llegaron imágenes completamente descalibradas. Y eran errores grotescos. Llegamos a comunicarnos con ellos de manera formal con relación a los errores de los mapas, pero ellos dijeron que nosotros no sabíamos calcular y modelar bien las cosas. ¡¿Así que para qué?! Uno no se va a meter en esta pelea...corregimos internamente la situación, lo que nos quitó un tiempo precioso, y decidimos a partir de entonces a generar con medios propios nuestras propias imágenes”. **Entrevistado A.**

### 3.11 - Diversidad de la información

Sobre la diversidad de datos e información satelital, en la totalidad de las entrevistas se relata que las imágenes son variables en tipo, calidad, formatos, pesos, resolución espacial y temporal, lo que acaba elevando el nivel de exigencia y complejidad de este tipo de trabajo. El 89,74% de los encuestados considera que el grado de dificultad de manipular/trabajar con imágenes satelitales es Intermedio (66,6%) a Alto (23%).

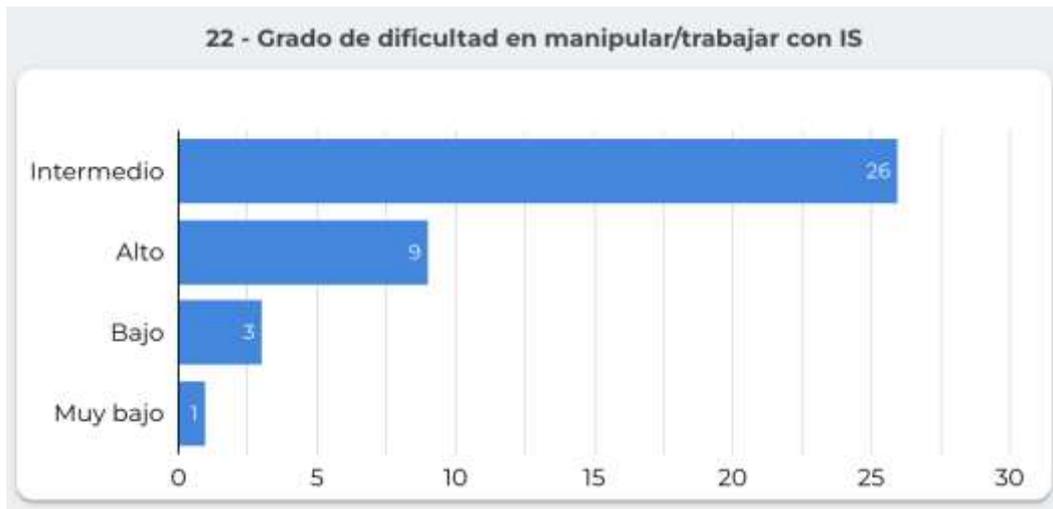


Gráfico 18: Dificultad de manipular IS - Encuesta

La diversidad de capas de información implica un mayor esfuerzo de interpretación, y mayor necesidad de procesamiento, lo que se traduce en una de las mayores dificultades relatadas por los entrevistados: 33,3% relatan la falta de equipamiento apropiado para el procesamiento de una información, siendo el principal desafío relacionado al trabajo con las imágenes satelitales juntamente con la disponibilidad de personal calificado.



Gráfico 19: Mayor Desafío IS - Encuesta

La realidad de los servicios también demostró la necesidad de interactuar con otros entes para obtener datos complementarios a los proyectos. Los profesionales de los servicios analizan no solamente imágenes satelitales, sino también información de orígenes diversos: datos de territorio, ocupación, dispersión de la frontera, tipo de suelos, áreas de preservación ambiental, informaciones de clima y estructura.

En consecuencia a la variedad de datos y capas de información a considerar dentro de un mismo proyecto, aparece la problemática de la “traducción” entre los distintos tipos de formatos y archivos que van siendo generados como producto del procesamiento de los datos satelitales y datos secundarios. Hay una cierta dificultad o complejidad en hacer coincidir el procesamiento y la posterior lectura de ellos en una misma plataforma.

“A veces hay que pasar la misma capa de información por 2 o 3 programas distintos para que uno pueda leer el otro y las capas de información puedan finalmente ser evaluadas en conjunto. Hace falta una especie de conversor de formatos. ¡Sería buenísimo disponer de un lugar donde se crucen toda suerte de datos que uno necesite interponer!” **Entrevistado C.**

En relación a esta problemática, el lenguaje computacional es indicado como la clave para unificar los diferentes tipos de datos que están siendo procesados de manera dispersa:

“El lenguaje de programación junta todo esto y nos permite empezar a tener la capacidad de hacer análisis y no sólo generar datos”. **Entrevistado G.**

A pesar de la capacidad del lenguaje de programación de unificar el tratamiento de los diferentes tipos de imágenes satelitales, se requiere mantener la diversidad intrínseca de los datos utilizados. Cada proyecto posee sus propias exigencias en cuanto a formatos de visualización de los resultados, capacidad de procesamiento, velocidad de manipulación de los datos satelitales, entre tantas otras variables:

“Hay proyectos que no necesitan tanta definición de imágenes, pero sí velocidad de procesamiento. Hay otros, que necesitamos ver detalles finos. Hay otras que tienen que poder superponer varias capas de información. Proyectos que necesitan de monitoreo periódico y permanente, así que capacidad de memoria es un factor a considerar...de ahí en adelante. Todo depende de lo que quiere el proyecto”. **Entrevistado G.**

### 3.12 - Dron

Durante las entrevistas, el dron surge como una herramienta relativamente importante. En base a la encuesta del 15,8% declaran utilizar el dron como equipamiento complementario para la obtención de información.

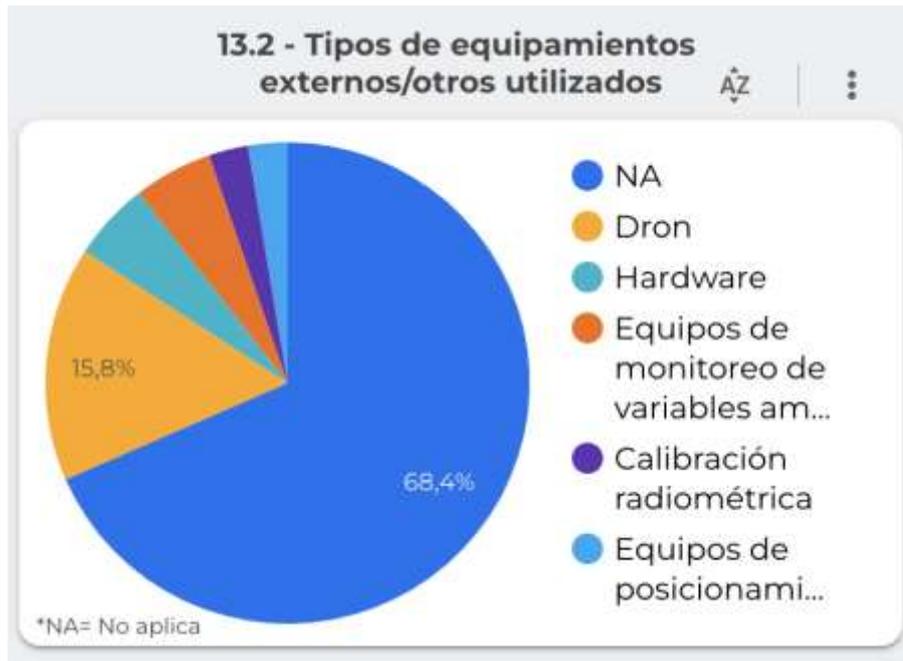


Gráfico 20: Equipamientos Externos - Encuesta

Visto de otra manera:

De las 12 personas que contestaron afirmativamente para el uso de algún tipo de equipamiento complementario a las imágenes satelitales con finalidad de producir información, 6 de ellos (50%) lo hacen a través de una flota de drones.

Tabla 9: Uso Dron - Encuesta

Su importancia puede también ser evidenciada a partir de las entrevistas. Los drones aparecen como temática natural o emergente en prácticamente todas las entrevistas realizadas. Se observa que esta herramienta se ha configurado como un instrumento importante de complemento de información, sobre todo cuando la cobertura satelital no es completa, o cuando el proyecto o el tipo de producto esperado requiere un mayor grado de detalle de las imágenes.

Ahora, cuando se consulta a los entrevistados sobre la posibilidad de sustituir la información satelital por la de los drones, en el 100% de los casos la respuesta es negativa. Según ellos el dron no puede sustituir las imágenes satelitales porque tiene capacidades distintas y son ocupados como un soporte o complemento al dato satelital.

La mayor limitación indicada por los entrevistados respecto al uso de drones es su reducida cobertura espacial. Estos tienen una capacidad de vuelo específica y determinada por un kilometraje y batería que suele ser insuficiente al ser comparada con los equipos que generan

imágenes satelitales. Otra limitación mencionada, se relaciona con la lógica de su utilización como un bien público puesto que la compra de los equipamientos está asociada a la institución que los adquiere. Como es un bien del Estado, para poder hacer uso del equipo, es necesaria la designación de un profesional responsable para ello. En la planta de personal, no cualquier persona está habilitada y/o autorizada para manipular un dron, así que se debe levantar una logística de utilización de este equipamiento cuando es necesario. Eso dificulta la logística interna para la producción de la información requerida, aumentando los tiempos de los proyectos.

La mayor ventaja de la utilización de drones presentada por los entrevistados es la calidad de las imágenes, las cuales son de mayor resolución, más cercanas del suelo, cuando la demanda territorial de barrido es menor.

## 4 - Resumen de desafíos, logros y finalidades

A continuación, sigue una tabla que resume de manera general los principales tópicos asociados a dos grandes grupos de desafíos: temas relacionados a máquinas versus temas relacionados a las personas:

### 4.1 - Desafíos

Máquinas	Personas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Memoria - hardware</li> <li>● Capacidad de procesamiento - servidores</li> <li>● Traducción de los datos/formatos</li> <li>● Interacción/interfaz con el usuario</li> <li>● Gráfica (visualización de los datos)</li> <li>● “Soporte/plataforma” para interpretación de los datos (programas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cualificación profesional (capacitación)</li> <li>● Falta de personal (horas de servicio)</li> <li>● Gobernanza (gestión interna)</li> <li>● Burocracia (licitaciones y contrataciones)</li> </ul>

Tabla 10: Resumen Desafíos - Entrevistas

Abajo se presenta un mapa, estilo “nube de palabras” mostrando los principales términos relacionados a los desafíos provenientes de la utilización de las imágenes satelitales. Este conjunto de palabras fue recuperado de la categorización y análisis hecho a partir de la transcripción de las entrevistas. En este primer mapa, los términos se relacionan

específicamente a la pregunta:

**“Para usted, ¿cuál es el mayor desafío en el trabajo a partir de las imágenes satelitales, en su servicio?”**

A mayor tamaño del término en el mapa, mayor es su peso (frecuencia/cantidad de veces que se repitió) en las respuestas dadas por los entrevistados.

En la imagen 23 se destaca la “capacidad”; “personal”, “temporalidad”, “gobernanza”, “computadores/equipamientos” y “centralización” como siendo los desafíos de mayor peso o recurrencia.



Gráfico 21: Nube de Palabras Desafíos - Encuesta

Para conocer con mayor profundidad la relación entre los desafíos descritos por los entrevistados respecto del uso de imágenes satelitales, se recomienda la lectura de las fichas de casos de las instituciones (anexos 5.1 en adelante).

## 4.2 - Logros

La imagen 24 representa los términos relacionados a los logros, conquistas o avances relatados por los entrevistados durante la conversación con el equipo de investigación. Se observa que los términos “mejoramiento”; “información”; “performance”; “claridad”; “planificación” y “visibilidad” fueron los más recurrentes.



Gráfico 22: Nube de Palabras Logros - Encuesta

Desde una primera mirada se percibe, a partir de las entrevistas, que de manera general las imágenes satelitales han aportado en el mejoramiento de las actividades en los servicios en los que han sido utilizadas. La posibilidad de realizar seguimiento a grandes extensiones de territorio y en el tiempo es uno de los logros que más se repite entre los entrevistados. Planificar el territorio representa mayor conocimiento no solamente sobre el objeto de estudio (cobertura del suelo, bioma específico, por ejemplo), sino que también facilita la adecuación de la metodología a ser utilizada en cada etapa de los proyectos.

El análisis geoespacial basado en datos satelitales, según los entrevistados, efectivamente trae como consecuencia el mejoramiento del desempeño del servicio. Los resultados y productos generados son útiles y eficientes.

Los términos “claridad”, “visibilidad” e “información” están conectados entre sí. La información satelital, según los entrevistados, proporciona un mayor entendimiento de los datos y los fenómenos analizados. Por esto es apuntada como una herramienta importante para la Proyecto ID21I10102

consolidación del avance y desarrollo de las prácticas de reconocimiento de suelo, mapeo del territorio, preservación y conservación de fauna y flora y biomas chilenos.

### 4.3 - Finalidades

La tercera nube de palabras busca ilustrar, a través de los términos más frecuentes<sup>8</sup>, los tipos de uso o finalidades que tienen las imágenes satelitales en la actualidad. Se percibe entonces que “análisis”, “detección”, “mapeo”, “monitoreo”, “superficie”, “cobertura” y “toma de decisión” representan la utilidad más común entre los servicios entrevistados.



Gráfico 23: Nube de Palabras Finalidades - Encuesta

En las fichas de casos (apartado “anexo”) está detallada también la casuística de cada institución. Se hizo una clasificación según usos, programas/sistemas utilizados, tipo de información satelital, satélites requeridos, entre otros, en caso de que el lector quiera profundizar en la comprensión de los objetivos de uso específico en cada servicio estudiado.

<sup>8</sup> “Análisis”, “detección”, “mapeo”, “Monitoreo”, “superficie” : 3 repeticiones cada uno. “cobertura” y “toma de decisión” (2 repeticiones cada).

## 5 - Conclusiones

El estudio permitió caracterizar el uso de las imágenes satelitales en el Estado de Chile, a través de una encuesta y entrevistas en profundidad a los usuarios directos de ellas.

Los resultados del estudio muestran que las imágenes satelitales son útiles y presentan enormes y diversas oportunidades para la toma de decisiones y la creación de valor público, en áreas como la fiscalización, el seguimiento temporal de parámetros, y los sistemas de alerta preventivos. Los encuestados destacan la posibilidad de mejorar la calidad de los servicios brindados y también la mejora en la capacidad de los servicios públicos. Los casos elaborados en el marco de este estudio permiten ilustrar dicha creación de valor.

Existe una comunidad de profesionales comprometidos trabajando en los servicios públicos, que se puede potenciar. Por ejemplo, destacan iniciativas impulsadas por los funcionarios para promover el uso de este tipo de datos en la administración pública.

Por otro lado, una mayor sensibilización de la alta dirección y una mayor coordinación entre los usuarios de los productos y las áreas técnicas que producen la información, contribuirían a una mayor generación de valor en el uso de imágenes satelitales.

El estudio también mostró que existe colaboración entre el sector público, la academia y los proveedores, y que los funcionarios y funcionarias aprecian el valor que ella genera.

Las imágenes satelitales adquieren valor al ser combinadas con otras capas de información. El conocimiento de programación avanzada facilita el procesamiento y análisis de los datos y debiera ser un foco de la formación de competencias en los equipos de los organismos públicos, ya que permite crear algoritmos propios que resuelvan problemas específicos de cada organismo.

Finalmente, el estudio mostró que existe una diversidad de instituciones usando imágenes satelitales, pero con escasa coordinación entre ellas y con una falta de estandarización de metodologías. Enfrentan dificultades técnicas, burocráticas y de personal similares.

Por lo tanto, la construcción de una gobernanza colaborativa interinstitucional es un enorme espacio de contribución de valor público que beneficiaría directamente el trabajo de cada institución, a través de la creación de sinergias en todo el ciclo de vida de las IS. Por ejemplo, la estandarización de las metodologías facilita la transmisión del conocimiento y la continuidad de los proyectos. También se podría invertir centralizadamente en la calibración de imágenes para beneficiar a muchos usuarios, una actividad clave relevada por los participantes del estudio pero que requiere una importante inversión de recursos por parte de cada servicio. Esta política pública contribuiría al incremento en el uso de las imágenes satelitales a todas las entidades, facilitando el acceso a equipos, software, capacitación y transmisión del conocimiento, además de promover una mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos.

## 6 - Anexos:

### 5.1 - Casos

En este apartado se adjuntan las fichas resumen de los casos entrevistados, ordenados por servicio y clasificados de acuerdo a objetos de interés específicos de la investigación. Las fichas presentadas no corresponden al total de las entrevistas realizadas; se incluyen únicamente aquellas que cuentan con autorización expresa de publicación por parte de los entrevistados.

Las fichas fueron construidas colaborativamente entre los responsables de la investigación cualitativa y los responsables técnicos del proyecto.

#### 5.1.2 - CONAF

<b>Institución</b>	CONAF SNASPE Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado Departamento de Monitoreo y Desarrollo
<b>Descripción de las funciones de la unidad/área/ departamento</b>	La actividad consiste en monitorear y generar información para el SNASPE, teniendo como principal enfoque el desarrollo de sistemas de monitoreo que evalúen las prácticas de protección, conservación y control de amenazas dentro de un ciclo de manejo adaptativo en los distintos ecosistemas chilenos.
<b>Objetivo de Uso de las imágenes satelitales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Expandir el conocimiento sobre el territorio.</li> <li>&gt; Ampliar la capacidad del sistema de monitoreo.</li> <li>&gt; Abarcar visualmente grandes extensiones de superficie.</li> <li>&gt; Hacer seguimientos periódicos y sistemáticos.</li> <li>&gt; Calcular la superficie ocupada por ciertos ecosistemas.</li> <li>&gt; Realizar la cartografía de cobertura de suelo.</li> <li>&gt; Realizar un monitoreo integrado de humedales.</li> <li>&gt; Hacer el estudio fenológico de la superficie de la tierra (LSP).</li> <li>&gt; Apoyar con insumos la planificación para el combate de incendios forestales y evaluar la cobertura vegetal afectada.</li> </ul>
<b>Rol fiscalizador</b>	<p>Si bien forman parte de una institución fiscalizadora, la actividad realizada al interior de SNASPE no tiene como objetivo la ejecución de la fiscalización.</p> <p>Su trabajo genera insumos que sustentan algunas de las decisiones fiscalizadoras de CONAF, quien es responsable de velar por la protección de los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales.</p>

<p>Caracterización de los <b>desafíos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>Falta de personal:</b> la planta de funcionarios o personal incorporado no da abasto para el volumen de trabajo requerido.</li> <li>&gt; <b>Velocidad de Procesamiento:</b> esta se ve perjudicada por limitaciones informáticas en el sistema utilizado para ello.</li> <li>&gt; <b>Actualización:</b> en relación a las imágenes, se declaran dificultades para mantener un banco de datos actual y organizado en un software que lo procese.</li> <li>&gt; <b>Computadores/Equipamientos:</b> se requiere mejor hardware para tener una capacidad de procesamiento mayor.</li> <li>&gt; <b>Presupuesto:</b> se declara la necesidad de un mayor presupuesto para poder contratar personal capacitado y equipamiento.</li> <li>&gt; <b>Burocracia:</b> dificultad en acceder a soluciones avanzadas, como hacer contratos de procesamiento en la nube, desarrollo de plataformas o compra de software y equipo altamente especializado.</li> <li>&gt; <b>Periodicidad:</b> mientras lo ideal sería trabajar con la misma imagen y misma frecuencia de los datos en cada oportunidad, esto no siempre es posible por la dificultad de acceder a los datos necesarios y encontrarlos estructurados de manera sistemática. “Mantener la periodicidad de un mismo dato es fundamental para el control de las cosas que están pasando”.</li> <li>&gt; <b>Gobernanza:</b> hay una descoordinación entre las necesidades de los equipos y la autoridad a cargo de estos, de manera general. Los equipos declaran estar sujetos a la voluntad política, lo que ralentiza el uso de información satelital.</li> </ul>
<p>Puntos de Mejoras <b>Sugerencia</b> por parte de los entrevistados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>Centralización de la Información:</b> sería positivo que la información satelital estuviera disponible a nivel nacional, ya que la distribución actual de las imágenes oficiales requiere de excesiva burocracia para solicitarse de manera directa. “Idealmente nos gustaría disponer de todas las imágenes en un solo lugar para trabajar conjuntamente y tener más memoria y más capacidad de procesamiento”.</li> </ul>
<p><b>Resultados Logros</b> interesantes a partir del uso de las Imágenes Satelitales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>Incorporación a un sello Internacional:</b> se ha logrado que la planificación de Áreas Protegidas esté de acuerdo a un estándar internacional (“Estándares abiertos para la conservación”) y “estando dentro de ese estándar mundial, se le entrega mayor importancia al monitoreo satelital en general”.</li> </ul>

	<p>&gt; <b>Mejoramiento de la Planificación:</b> con el uso de imágenes satelitales se “Comenzaron a actualizar los planes de manejo de las unidades de la mayoría de los Parques Nacionales...”</p> <p>&gt; <b>Formación de Capital Humano Avanzado:</b> “esos parques [que adoptaron el uso de imágenes satelitales] empezaron a realizar talleres nacionales asociados a las oficinas regionales. Nosotros [de la sede central] coordinamos estos talleres a nivel nacional, invitamos a docentes de distintas áreas, por ejemplo docentes del área cromática satelital o también, veterinarios...para que ellos tuviesen acceso a experiencias especializadas en la profesión y/o uso de las imágenes”.</p> <p>&gt; <b>Mejoramiento de Desempeño:</b> “hoy como institución tenemos la mayor cobertura vegetal de todos los tiempos, 40% de la cual está dentro de los Parques Nacionales, siendo 10 de ellos humedales de importancia mundial.”</p> <p>&gt; Se logró entender cómo reconstruir la <b>fenología de todo el territorio</b> y también cómo hacer análisis con variables climáticas contributivas.</p>
<b>Oportunidades Ventajas</b>	Oportunidad de capacitar a los Ingenieros Forestales en cuanto a la importancia de las herramientas satelitales y sus múltiples aplicabilidades en el servicio público.
<b>Sistemas de Alarma y Alerta automatizados</b>	> Generación de imágenes para alertas ambientales: se cuenta con un sistema de alerta para que se tomen medidas precautorias dentro del área protegida “Como por ejemplo, cerrar senderos muy erosionados, cerrar parques para turistas, extremar las precauciones para prevenir causar incendios forestales, etc...”
<b>Colaboración</b>	<p>&gt; Construcción de una herramienta de apoyo en colaboración con el laboratorio de geomática de la Universidad de Chile.</p> <p>&gt; Desarrollo de una herramienta de clasificación satelital: “cartografías de cobertura de suelo” en conjunto con el laboratorio de Geomática y Ecología del Paisaje de la Universidad de Chile.</p> <p>&gt; Se adjudicaron un Proyecto Fondef con el laboratorio de Información y Percepción Remota de la Universidad Católica de Valparaíso.</p>
<b>Automatización</b>	> Automatización para reconstruir el tamaño del espejo de agua
<b>Página Web del servicio</b>	<a href="https://sites.google.com/conaf.cl/monitoreo-snaspe/">https://sites.google.com/conaf.cl/monitoreo-snaspe/</a>
<b>TAGs Técnicas</b>	<p>&gt; <b>Principales Softwares utilizados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Google Earth Engine + Earth Engine Apps</li> </ul>

<p>&gt; <b>Sistemas:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R + RShiny</li> </ul> <p>&gt; <b>Producto/metodología/algorithm generado/utilizado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguimiento de ecosistemas y formaciones vegetacionales: Generación de cartografía de cobertura de suelos (Land Cover) Laboratorio de Geomática y Ecología del Paisaje, Universidad de Chile) en Google Earth engine (<a href="https://ndvichange.users.earthengine.app/view/land-cover-p-n-la-campana-s2">https://ndvichange.users.earthengine.app/view/land-cover-p-n-la-campana-s2</a> )</li> <li>- Monitoreo y alerta fenológica (Laboratorio de Geo-información y Percepción Remota, PUCV) en R. (<a href="https://labgrs.shinyapps.io/SMF-1/">https://labgrs.shinyapps.io/SMF-1/</a> )</li> <li>- Uso de drones para monitoreo y validación en terreno.</li> <li>- Instalación y uso de PhenoCams en terreno para complementar análisis satelitales.</li> <li>- Monitoreo de humedales: Variabilidad del espejo de agua. Google Earth Engine. (<a href="https://ignaciodiazh.users.earthengine.app/view/laguna-sta-rosa">https://ignaciodiazh.users.earthengine.app/view/laguna-sta-rosa</a> )</li> </ul> <p>&gt; <b>Satélites y sensores utilizados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Landsat 5-7-8, TM/ETM+/OLI</li> <li>- Sentinel-2, MSI</li> <li>- Terra, MODIS</li> </ul>
------------------------------	---

### 5.1.3 - CIREN

<p><b>Institución</b></p>	<p>CIREN Centro de Información de Recursos Naturales Unidad de Recursos Forestales</p>
<p><b>Descripción de las funciones de la unidad/área/departamento</b></p>	<p>&gt; CIREN cuenta con varios departamentos utilizando imágenes satelitales en la actualidad, pero en esta ficha nos centramos en el Departamento de Recursos Forestales, más específicamente en la Unidad de Suelos.</p> <p>Esta unidad tiene un proyecto de actualización del catastro nacional de erosión del suelo que está en marcha desde 2020 y cuentan con 15 personas trabajando para aquello.</p>
<p><b>Objetivo de Uso de las Imágenes Satelitales</b></p>	<p>&gt; <b>Mapeo:</b> está en curso la actualización del Catastro de Erosión del Suelo. La primera etapa se realizó entre las regiones de O'Higgins y Biobío. Ahora están trabajando en la macrozona sur de Chile con las regiones de Los Ríos, Los Lagos y quieren extender el proyecto a todo el país.</p>

	<p>&gt; <b>Análisis de cuenca:</b> llevado a cabo como segunda parte del proyecto donde se obtienen los resultados del estado de cada cuenca de manera cualitativa. “Lo que estamos haciendo ahora es armar una página web, una especie de inventario de erosión nacional, donde finalmente uno va a poder ver, visualizar como usuario todas las cuencas y todos los productos que hemos mirado”.</p>
<p><b>Rol fiscalizador</b></p>	<p>No posee este rol. CIREN es un centro que genera información para los demás servicios del Estado.</p>
<p>Caracterización de los <b>desafíos</b></p>	<p>&gt; <b>Actualización de las imágenes:</b> todavía no es posible, para este departamento, acceder a todas las imágenes que requieren a sus proyectos de forma actualizada y completa. “Lo que nos pasó fue que en la zona sur, como de Puerto Montt hacia el sur, los datos climáticos eran muy pocos entonces nos iba a quedar como un vacío. Pero al final se tomaron como algunas estaciones que había en el límite de Argentina para completar esa parte. Esta es la parte más difícil del proyecto, porque los datos no siempre están”.</p> <p>&gt; <b>Temporalidad de la información:</b> muchas de las imágenes que se utilizan para llevar a cabo el proyecto están desfasadas en términos de tiempo. Son imágenes antiguas, o ya con la calidad inferior a lo que uno idealmente necesita: “Hay que mejorar la temporalidad de la información porque por ejemplo este proveedor de LIDAR Ya tiene los vuelos listos y los buenos son del 2010 o el 2009. Esta es la información más reciente que se tiene entonces...así que tenemos que ir encontrando formas de ir complementando con información lo que no tenemos”.</p> <p>También está el problema de la lentitud de los procesos de la propia institución. Hay una sensación de que el ecosistema cambia más rápido de lo que ellos pueden acompañar: “Empezamos en 2020, cuando llegue 2025 nuestros datos ya van a estar desactualizados, en alguna medida”.</p> <p>&gt; <b>Confiabilidad de los datos:</b> se indica como dificultad que no siempre se puede contar con datos confiables. A la hora de trabajar con las informaciones disponibles por el proveedor de imágenes satelitales, se van dando cuenta que muchas de estas informaciones no corresponden a realidad, o no están calibradas en los parámetros y formatos que necesitan. “El proveedor nos entregaba las escenas digitales solamente de cómo es el terreno, pero claro, igual no sé, eran 700 escenas y claro, cuando repente empezamos a trabajar con la imágenes de abajo, nos dimos cuenta de que algunas estaban con error ABS, con errores graves y tuvimos que hacer entonces como un catastro de todas las imágenes que compramos que estaban buenas y malas y pedir las</p>

	<p>correcciones y empezar de nuevo lo que ya habíamos hecho en el sector”.</p>
<p><b>Resultados/ Logros</b> interesantes a partir del uso de las imágenes satelitales</p>	<p>&gt; <b>Capacitación interna:</b> a partir de la percepción de la necesidad de descentralizar el trabajo de la oficina central, los distintos departamentos fueron incentivados a traspasar conocimiento a las oficinas regionales: “Paralelamente hay un proyecto que se dedica un poco a la difusión y capacitación en distintas regiones. Es gente que está yendo a otras regiones a capacitar. Hay que reconocer lo que está siendo hecho. Es muy importante esta parte del proyecto de descentralizar. Mucha gente necesita esta información, ya sea como para el siguiente terreno/predio que se quieran desarrollar o para trabajo interno y del día a día en la oficina, va ayudar mucho”.</p> <p>&gt; <b>Calibración de terreno eficiente:</b> existiendo la dificultad para acceder a todos los terrenos de forma presencial para calibrar las imágenes, el departamento logró adaptar una metodología de modelamiento remoto que después es validada con menos esfuerzo por el equipo de terreno.</p>
<p><b>Colaboración</b></p>	<p>&gt; <b>Investigadores Externos:</b> este contacto se hace a partir de una semejanza en los objetivos del proyecto. Se da a conocer la metodología de trabajo para implementar como modelo en el proyecto que llevan a cabo: “Contactamos con una investigadora alemana que ha desarrollado una investigación sobre erosión. Ellos usaban algunos algoritmos e hicimos una adaptación de su metodología para este proyecto y funcionó bastante bien”.</p> <p>&gt; <b>Interna en la institución:</b> “Con la gente de TI fuimos aprendiendo temas de subir datos masivos a la plataforma, maneras de acceder a una red segura, forma de documentar nuestro trabajo diario....”.</p> <p>&gt; <b>Otras instituciones relacionadas:</b> “una vez hablamos con el Ministerio Transporte para conocer, por ejemplo las zonas seguras, el mapeo de los terrenos para proyectar el tema de la erosión”.</p>
<p><b>Puntos de mejora</b></p>	<p>&gt; <b>Descentralización de la información:</b> hay una creencia de que los conocimientos generados por la institución deberían estar disponibles de forma pública y accesible tanto para la población como para funcionarios del Estado.</p>

<b>Automatización</b>	Utilizan algoritmos para procesar las imágenes del territorio con el fin de generar los productos de manera más eficiente. “El algoritmo lo que hace, a través de una fórmula matemática es ir generando los resultados/productos de manera más eficiente ya que procesa varias imágenes a la vez”.
-----------------------	--

## 5.1.4 - SMA

<b>Institución</b>	SMA Superintendencia del Medio Ambiente División de Seguimiento e Información Ambiental (DSI)
<b>Descripción de las funciones de la unidad/área/de departamento</b>	El equipo de geoinformación, perteneciente a la Oficina de Inteligencia Ambiental de la División de Seguimiento e Información Ambiental, está a cargo de recolectar, producir, gestionar, analizar y distribuir la información espacialmente explícita de relevancia para la fiscalización ambiental, el seguimiento ambiental y el desarrollo de procedimientos sancionatorios.
<b>Objetivo de Uso de las imágenes satelitales</b>	En el ámbito de las imágenes satelitales, el equipo de geoinformación utiliza técnicas de percepción remota y flujos de trabajo con el fin de (1) implementar procesos de fiscalización con imágenes satelitales y procedimientos estandarizados y masivos, (2) contribuir en la demostración de efectos y causalidades en Procedimientos Sancionatorios y presentaciones judiciales mediante información satelital, (3) ejecutar seguimiento de variables ambientales y proyectos para alertar desviaciones a la normativa y promover la respuesta temprana y oportuna de la institución, (4) desarrollar análisis a requerimiento de las áreas de la SMA y de las instituciones de la Red Nacional de Fiscalización Ambiental (RENFA) mediante teledetección y (5) desarrollar y mantener aplicaciones web que permitan a los usuarios (funcionarios, otras instituciones públicas, ciudadanía y comunidad regulada) contar con acceso a información satelital y análisis derivados del procesamiento de estas.
<b>Rol fiscalizador</b>	A la SMA le corresponde de forma exclusiva ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.

<p>Caracterización de los <b>desafíos</b></p>	<p>&gt; <b>Capacidad personal:</b> la cantidad de fiscalizaciones y áreas a observar supera la cantidad de trabajadores involucrados en la función: “tenemos al alrededor de 200, 250 funcionarios en un contexto de que tiene que fiscalizar en más de 16000 unidades fiscalizables, todas diversas entre sí, lo que limita la capacidad de cobertura de la institución.”</p> <p>&gt; <b>Presupuestos para adquisición de imágenes de mayor resolución:</b> No se tiene un presupuesto específico para la compra de las imágenes satelitales lo que obliga la utilización de aquellas que vienen de programas que son abiertos a los usuarios, como por ejemplo, el programa Copernicus y el programa Landsat.</p> <p>&gt; <b>Nuevas tecnologías:</b> La masificación y creciente efectividad de técnicas de Deep Learning y Visual Computing permiten el desarrollo de análisis complejos que podrían optimizar los procesos de detección de desviaciones a la normativa ambiental y abrir a nuevos campos el uso de la información satelital en la institución. De este modo, si bien estas tecnologías aún no han tenido mucha penetración en el campo de la percepción remota, es un desafío relevante para incorporar en el set de herramientas de la institución.</p>
<p><b>Resultados Logros</b> interesantes a partir del uso de las imágenes satelitales</p>	<p>Desde el año 2014 se estableció como objetivo la institución la utilización de imágenes satelitales para la detección temprana de desviaciones a la normativa ambiental, la detección de alteraciones en los sistemas ambientales, la ejecución de procesos de fiscalización con imágenes satelitales y el levantamiento de pruebas y antecedentes que permitan robustecer los procedimientos sancionatorios, dictámenes y presentaciones judiciales. Al respecto, se puede señalar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● A la fecha, se han ejecutado 214 estudios o análisis basados en imágenes satelitales a requerimiento de las áreas de fiscalización, sanción o denuncias u otras instituciones públicas.</li> <li>● El equipo ha participado en diversos procedimientos sancionatorios para aportar con información relevante que permita determinar la existencia de hechos, efectos y causalidades asociados a incumplimientos a la normativa ambiental, siendo el caso más icónico el de la Compañía Minera Maricunga, donde la información satelital fue crítica para apoyar la tesis institucional de efectos sobre el medio ambiente.</li> <li>● Desde el año 2021 a la fecha, se han realizado más 1100 informes de fiscalización ambiental estandarizados basados en el análisis de imágenes satelitales para la determinación del cumplimiento ambiental, particularmente en el rubro de la salmonicultura y con proyecciones de incorporar nuevos rubros en el futuro.</li> </ul>

<p><b>Sistemas</b></p>	<p>Actualmente, la institución ha desarrollado aplicaciones web basadas en Google Earth Engine y R Shiny para el despliegue de análisis satelitales en los siguientes campos de interés:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación para el análisis de ubicación de proyectos de acuicultura con imágenes SAR y ópticas multiespectrales.</li> <li>● Aplicación para el despliegue de alertas mediante parámetros de calidad de aguas en Lagos con imágenes satelitales multiespectrales de mediana resolución.</li> <li>● Aplicación para la detección de alteraciones en Humedales Altoandinos mediante el análisis quiebre tendencia a nivel de píxel con series temporales de imágenes satelitales.</li> <li>● Aplicación para el acceso y análisis general de imágenes satelitales multiespectrales de los programas Landsat y Copernicus.</li> </ul>
<p><b>Colaboración</b></p>	<p>Actualmente, el equipo de geoinformación mantiene diversas relaciones de colaboración recíproca con diversas instituciones públicas nacionales e internacionales. En el caso nacional, existen colaboraciones frecuentes con la Dirección General de Aguas (DGA), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), la Dirección Nacional de Fronteras y Límites (DIFROL), el Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea (SAF) y la Universidad de Chile a través del Centro de Modelamiento Matemático de la Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas. En el ámbito internacional, existe un diálogo frecuente y experiencias de transferencia técnica entre la SMA y el “Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental” (OEFA) de la República del Perú, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de la República de Colombia y el Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA) de la República Federativa de Brasil.</p>
<p><b>Puntos de mejora</b></p>	<p><b>Integración de las necesidades de información remota a nivel estatal:</b> Actualmente, la adquisición de imágenes comerciales se ejecuta de forma aislada en las diversas instituciones de la administración pública, impidiendo un uso eficiente de los recursos, limitando sinergias y soluciones a gran escala. Es de esperar que iniciativas como el Sistema Nacional Satelital (SNSat) permitan mitigar dichas limitaciones.</p>
<p><b>Automatización</b></p>	<p>Actualmente, existen procesos de automatización en las aplicaciones que mantiene la institución, las que consisten en la ingesta, procesamiento y publicación de imágenes y análisis derivados de imágenes satelitales basados en, principalmente, Google Earth Engine y R Shiny.</p> <p>Existe una brecha de automatización relevante en el campo de la generación de alertas ante desviaciones de parámetros observados mediante imágenes satelitales, ya que su ejecución requiere de flujos de</p>

	<p>trabajo complejos y la integración de diversas tecnologías, las que permitan generar alertas pertinentes a la diversidad de situaciones de interés institucional y de manera confiable.</p>
<p><b>TAGs Técnicas</b></p>	<p><b>Plataformas basadas en la Nube:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microsoft Azure</li> <li>- Google Earth Engine</li> </ul> <p><b>Softwares e IDEs:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ArcMap 10.X</li> <li>- ArcGIS Pro</li> <li>- SNAP</li> <li>- PolSAR Pro</li> <li>- SQL Server 2016</li> <li>- R-Studio</li> <li>- Python</li> <li>- Agisoft Metashape Professional</li> </ul> <p><b>Tipo de imagen/producto/metodología:</b></p> <p>Las metodologías que se implementan en la institución varían caso a caso según las necesidades del requerimiento de la institución. Sin embargo, algunas de las metodologías que se pueden destacar están las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis masivo de series temporales por medio de índices alométricos multiespectrales aplicados a sistemas vegetacionales, salares, humedales, sistemas lagunares, glaciares, bosques, entre otros ambientes.</li> <li>- Análisis y detección de cambios mediante el análisis de quiebres de tendencia en series temporales de vegetación mediante el método BFAST monitor.</li> <li>- Análisis de clasificación de Radar Polarimétrico (PolSAR) para la detección automática de actividades de acuicultura.</li> <li>- Análisis de clasificación de objetos mediante librerías de visual computing.</li> <li>- Ejecución masiva de informes de hallazgos con teledetección integrando Google Earth Engine, Python, SQL Server y RMarkdown.</li> <li>- Análisis de temperatura superficial terrestre y temperatura superficial del mar mediante algoritmo monocanal y splitwindow.</li> </ul> <p><b>Satélites utilizados con mayor frecuencia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constelación Landsat 4, 5, 7, 8 y 9</li> <li>- Sentinel 1A y 1B (SAR Banda C)</li> <li>- Sentinel 2A y 2B (MSI)</li> <li>- Sentinel 3A y 3B (OLCI)</li> <li>- S-NPP (VIIRS)</li> <li>- TERRA (ASTER)</li> </ul>

## 5.1.6 - DGA

<b>Institución</b>	DGA Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas Departamento de Fiscalización
<b>Descripción de las funciones de la unidad/área/departamento</b>	Son dos los departamentos que han incorporados las imágenes satelitales en sus actividades:  > Departamento de Glaciología: uso asociado a un inventario de glaciares, fotointerpretación e índices de nivel RGPI.  > En el Departamento de Fiscalización está el equipo de la Unidad Tecnológica de Agua. La participación del entrevistado se da como un apoyo/soporte al personal de tiempo completo haciendo el análisis de las demandas de las regiones. Se le hace entrega del producto, que es un mapa a color de la perspectiva general y la minuta específica que aborda a la región y el producto.” Se señala que también se hace uso de información satelital para Pago por Patente por No Uso, (derechos de aguas que no se estarían utilizando).
<b>Objetivo de Uso de las Imágenes Satelitales</b>	> Realizar un análisis temporal que permita direccionar los protocolos de fiscalización. “Una herramienta para entender en cual dirección incidir la fiscalización”.  > Fiscalizar el uso del agua y corroborar si éste se ajusta al derecho de agua, ya sea en materia industrial, uso de agua para mejoramiento de uso agrícola, pesca o uso doméstico.
<b>Rol fiscalizador</b>	Se ejerce un rol fiscalizador proporcionando información que corrobora las sospechas del departamento de fiscalización. Esto significa que los mismos que hacen los levantamientos de los casos, son los que llevan adelante el proceso.  Aunque son el ente fiscalizador, cabe señalar que en este proceso están involucradas la dimensión administrativa y jurídica, lo que obliga a los funcionarios a relacionarse con formalidades de tramitaciones de procesos públicos, como asuntos vinculados a la aplicación del derecho de aguas.
<b>Caracterización de los desafíos</b>	> <b>Capacidad del personal:</b> la planta de funcionarios o personal incorporado no da abasto para el volumen de trabajo asignado. Se declara que “en 2020 había tres fiscalizadores para toda la Región de Valparaíso, una provincia de mil predios, entonces era imposible fiscalizar todo”.  > <b>Gobernanza:</b> los cambios de mando y jefaturas implican reestructuración constante de las unidades que quedan bajo la inestabilidad de las decisiones que no son de los gobiernos

	<p>&gt; <b>Desconocimiento limitante:</b> se declara resistencia al aprendizaje y uso de nuevos sistemas o herramientas: “Las personas que llevan más años en el Servicio se sienten más cómodas en seguir utilizando programas y herramientas que ya conocen, y ello dificulta la incorporación de nuevas tecnologías que pueden ser más eficientes”.</p> <p>&gt; <b>Computadores/Equipamientos:</b> existen limitantes de software y capacidad computacional que se requiere para procesar la información que necesitan.</p> <p>&gt; <b>Burocrático:</b> se indica que la compra de licencias, equipamientos y contratación de servicios es un proceso lento y estructurado. Funcionarios declaran “En el sector público es un cacho tener las compras de lo que se requiere”.</p>
<p><b>Aprendizajes</b></p>	<p>&gt; Optimización de la gestión de los recursos activos.</p>
<p><b>Resultados/ Logros</b> interesantes a partir del uso de las Imágenes Satelitales</p>	<p>&gt; <b>Mejoramiento de la toma de decisión:</b> el uso de imágenes satelitales permite decidir mejor dónde indagar y fiscalizar. Se declara: “Empezamos a lograr el uso de información satelital para dar soporte a la toma de decisión respecto a dónde ir a fiscalizar. Con esto hubo una alta tasa de éxito...”</p> <p>&gt; <b>Mejoramiento de desempeño:</b> con el insumo de las imágenes satelitales se logró una mayor eficiencia en los procesos de fiscalización efectivamente realizados. Se declara: “En el sentido de que de los expedientes que se abrieron, es decir, de los casos que se identificaron y se fueron a fiscalizar, mayoritariamente efectivamente se certificaron ilegalidades”.</p> <p>&gt; <b>Claridad y Confiabilidad de los procesos:</b> A la luz del perfeccionamiento de los resultados se ha logrado que se indiquen en el manual de procedimientos mejores técnicas y metodologías.</p> <p>&gt; <b>Mejoramiento en la visibilidad de la información:</b> el uso de estos sistemas ha permitido el acceso a más información y también un mejor uso de ella: “La gestión de información ahora entonces tiene como una buena claridad del dominio 36% como de constatación de fracción. Es el más alto de lo que hemos tenido.”</p> <p>&gt; <b>Creación de la Unidad Tecnológica de Gestión del Agua (UGTA),</b> dependiente del Departamento de Fiscalización.</p>

<p><b>Oportunidades</b> Ventajas</p>	<p>&gt; <b>Transitar el enfoque de trabajo:</b> se declara como meta un trabajo focalizado en las realidades del entorno. “Estamos tratando de avanzar hacia una cultura del proceso de realización y que el enfoque sea en relación al entorno efectivamente: cuánta agua está ocupando para regar”.</p>
<p><b>Sistemas de Alarma y Alerta automatizados</b></p>	<p>No se cuenta aún con un sistema de alarma, no por no tener necesidad, si no que más bien por la falta de tiempo del personal.</p>
<p><b>Sistemas</b></p>	<p>El procesamiento se hace en Google donde se generan los códigos para después complementar con ArcGis o QGis.</p>
<p><b>Colaboración</b></p>	<p>Han mantenido reuniones con el grupo de Geoinformación de la SMA, en materias asociadas a humedales, y aplicaciones que estos han desarrollado. No existen lineamientos de trabajo formales, pero se vislumbra oportunidades de trabajo sinérgico.</p>
<p><b>Automatización</b> (algoritmos, sistemas predictivos)</p>	<p>Existe automatización solo de algunas etapas, pero no del proceso completo, lo que se explica en los siguientes obstáculos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de recursos computacionales</li> <li>- Falta de recursos humanos para la implementación</li> </ul> <p>Estos obstáculos se traducen también en una falta de tiempo para dar los pasos necesarios para introducir la automatización en el trabajo. Se declara como paso a seguir la creación de dichos sistemas.</p>
<p><b>TAGs Técnicas</b></p>	<p><b>Capas base utilizadas:</b> Distancia a APR, Reincidencias de incumplimientos, Balance hídrico de derechos de agua, Superficie de Predios Rurales CIREN, Diámetro de cañería del pozo, Capacidad máxima de explotación del pozo, Catastro de Bosque nativo (Uso de suelo CONAF), Ubicación de Derechos de Agua, Catastro Frutícola CIREN, Catastro de Canales CIREN, Cuencas del BNA, entre otras.</p> <p><b>Softwares:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Google Earth Engine (código que genera RGB y NDVI descargable en base a polígono)</li> <li>- QGIS</li> <li>- ArcGis (Licenciado)</li> <li>- R (umbral y relación entre variables)</li> </ul> <p><b>Tipo de imagen/producto/metodología:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umbral de NDVI &gt; 0.5 para discriminación de vegetación regada en verano (mapa de superficie regada). Considera la mediana de escenas estivales.</li> <li>- Método propio de fiscalización: Índice de urgencia de la fiscalización (IUF). Algoritmo de evaluación multicriterio. Entrega la probabilidad de que un predio no se ajuste a derecho. Entre Arica y Ñuble a nivel de cuenca. Verificación y cruce de información utilizando fotointerpretación. Considera varias de las capas base.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imágenes de Drones: Topografía para modelación hidráulica (RTK), estimación coeficiente de cultivo (Kc) (multiespectrales), e imágenes con mejor resolución.</li> <li>- Modelo EEflux para obtener información de evapotranspiración cuando no hay información observada representativa.</li> <li>- Sistema para el monitoreo de superficie del espejo de agua en siete espejos de agua relevantes (embalses y lagos).</li> <li>- Inventario Público de Glaciares (formato vectorial) Glaciología y Nieves</li> </ul> <p><b>Satélites utilizados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Landsat (Uso en declive)</li> <li>- Sentinel-2 (Principal)</li> <li>- Fasat Charlie (Uso esperado)</li> <li>- Sentinel-1 (zona sur de Chile)</li> </ul>
--	---

## 5.2 - Guión de las entrevistas

### Preguntas Genéricas\*:

- 1) Cuéntenos un poco más sobre tu utilización de las imágenes satelitales y/o por tu equipo de trabajo
- 2) Cuáles son los principales protocolos de trabajo: ¿hay una manera específica de utilizar estas imágenes? Un recurso/comando o rutina de trabajo que debe ser activada la mayoría de las veces
- 3) Cite los principales **objetivos** de uso las imágenes en la actividad laboral
- 4) Cuales són los principales logros/mediciones/valor público de la utilización de estas imágenes (**resultados**)
- 5) Cuéntenos un poco sobre los **aprendizajes** más importantes que han tenido al trabajar con las imágenes, a partir de las funciones que ocupan.
- 6) ¿Qué consejos/sugerencias darían para aquellos que les gustaría trabajar con las imágenes satelitales de la manera como lo hacen ustedes?
- 7) En su opinión, cuáles son los principales **desafíos/dificultades** de su trabajo a partir las imágenes satelitales
- 8) Sería muy amable en hacer una breve **descripción del Hardware/software** o solución tecnológica que usan para la manipulación de las imágenes: que modelos utilizan, como procesan. (detalles más técnicos)
- 9) Hasta el día de hoy, ¿la forma y la metodología que han utilizado para trabajar con las imágenes satelitales ha satisfecho sus necesidades laborales?
- 10) ¿Si usted pudiera elegir cualquier herramienta, plataforma, modelo de procesamiento o cualquier otra solución para abordar el problema/trabajo que enfrentan al utilizar las imágenes satelitales, cual sería, que harían? ¿Con qué les gustaría poder contar para mejorar sus actividades laborales?

\*Estas preguntas se adaptaron o complementaron para cada servicio entrevistado, según las respuestas dadas en la cuenta y la información que se estimó importante de profundizar para las fichas de casos.

### 5.3 - Guión de las preguntas de la encuesta

1-Nombre de quien responde la encuesta

2-¿Cuál opción describe de mejor manera su género?

3-Correo electrónico profesional

4-Institución en que trabaja

5-División/Departamento/Unidad donde trabaja

6-Cargo

7-¿Su institución utiliza o ya utilizó imágenes satelitales en su división/departamento o unidad donde trabaja?

8- ¿De qué forma utiliza la información satelital?

9- ¿Su institución utiliza imágenes satelitales para el seguimiento de parámetros o atributos de su objeto de interés?

9.1- ¿Sería de utilidad contar con un sistema de seguimiento de parámetros o atributos en su servicio? Explique en pocas palabras, por qué.

10- ¿Su institución cuenta con algún sistema de alerta o alarmas automatizadas (basados en datos remotos)?

10.1- ¿Sería de utilidad contar con un sistema de alerta o alarmas automatizadas en su servicio? Explique por qué.

11- ¿De qué forma se procesan los datos satelitales en su institución?

12- Diga cuáles

13- ¿Utilizan algún tipo de equipamiento complementario (equipo, sensores, máquinas) que permita mejorar el análisis de las imágenes satelitales?

13.1- Describa el equipamiento utilizado

14- ¿Han desarrollado alguna metodología propia o un sistema de trabajo específico para utilizar estas imágenes?

14.1- Describa/nombre, en pocas palabras, la metodología o el sistema.

15- Si existe información pública disponible respecto de este uso, por favor incluya enlaces de los sitios web correspondientes que desee compartir.

16- ¿Usted utiliza directamente algún tipo de imagen satelital en su labor?

16.1- ¿Cuál es o podría ser el valor público generado por su utilización?

17- Elija todos los atributos que correspondan al perfil de las personas que trabajan con imágenes satelitales en su unidad.

18- Marque todas las disciplinas de formación de pregrado o posgrado de los integrantes de su unidad que trabajan con imágenes satelitales.

19-¿Fue necesario implementar algún tipo de formación especial (curso/capacitación/taller) para utilizar las imágenes satelitales?

19.1-¿En qué consistió la formación?

20-Marque las siguientes alternativas de acuerdo con su opinión:

21-Sobre la utilización de las imágenes satelitales en su institución, usted cree que son:

22-En su opinión, ¿cuál es el grado de dificultad de manipular/trabajar con imágenes satelitales?

23-En su opinión, ¿cuál es el mayor desafío de trabajar con imágenes satelitales?

24-En su opinión, ¿cuál sería la mejor manera de solucionar estos desafíos?

25-En su opinión, ¿cuáles son las mayores ventajas de trabajar con imágenes satelitales? Seleccione máximo 3.

26-De la siguiente lista, elija las 3 acciones más relevantes para promover la utilización de las imágenes satelitales en el Estado de Chile.

27-¿Usted conoce algún otro organismo público que utiliza las imágenes satelitales en el ejercicio de sus actividades? En caso de tener un contacto específico en dicho servicio, agradecemos lo pueda compartir.

28-¿Le gustaría dejar algún comentario, sugerencia o opinión adicional sobre el uso de las imágenes satelitales en su institución?