

# Seguimiento Ambiental

## Modelo y aprendizajes en Chile

# Institucionalidad Ambiental

## Desde 2010

Ministerio del  
Medio  
Ambiente

**MMA**

Política y  
Regulación

Servicio de  
Evaluación  
Ambiental

**SEA**

Evaluación de  
Permisos (RCA)

Superintendencia  
del Medio  
Ambiente

**SMA**

Seguimiento,  
Fiscalización y  
Sanción

Tribunales  
Ambientales

**TA**

Resolución de  
controversias y  
reclamaciones

# Superintendencia del Medio Ambiente

***Misión: “Proteger el medio ambiente y la salud de las personas, asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental en Chile”.***

- Facultades desde diciembre de 2012.
- Oficinas en todas las regiones.
- Dotación de 260 personas.
- Sanciones: clausuras, revocaciones de permisos, y multas máximas de USD 8 millones aprox. por infracción



# ¿Qué fiscalizamos?

## Normativa ambiental



**Resoluciones de  
Calificación  
Ambiental**

+ de 16.000



**Normas de  
Emisión**

27



**Planes de  
Prevención y  
Descontaminación**

16



**Normas de  
Calidad**

20



**Programas  
de Cumplimiento**

+ de 300



**Impuesto  
Verde**

93 fuentes



**Ley REP**

Miles de fuentes

# Unidades Fiscalizables

## Más de 16.000

Unidad Física en la que se desarrollan obras, acciones o procesos, relacionados entre sí y que se encuentran regulados por uno o más instrumentos de carácter ambiental de competencia de la SMA.

PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL PPDA

1

### UNIDAD FISCALIZABLE

- RCA 1
- N.E. Riles
- N.E. Termoeléctricas

2

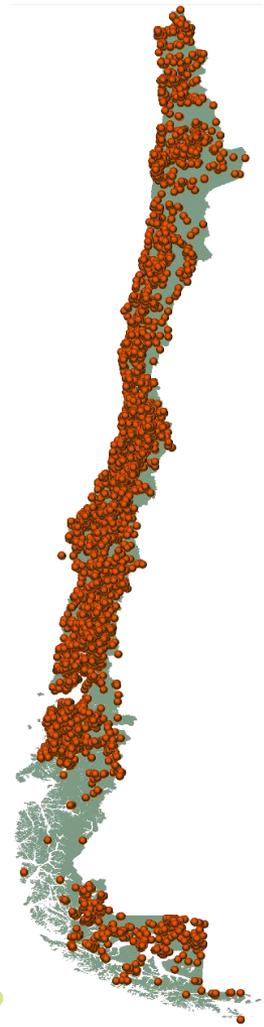
### UNIDAD FISCALIZABLE

- Ley REP
- RCA 2

3

### UNIDAD FISCALIZABLE

- N.E. Ruidos
- RCA 3
- RCA 4



# ¿Cómo fiscalizamos?

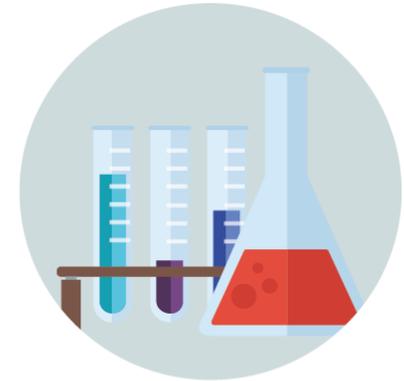
## 3 modalidades



**DIRECTO: SMA**



**ORGANISMOS PÚBLICOS:  
RENFA**



**ENTIDADES TÉCNICAS  
DE FISCALIZACIÓN  
AMBIENTAL**

Inspecciones en terreno, exámenes de información, muestreo, medición y análisis

# ¿Cuándo fiscalizamos?

## PROGRAMAS O SUBPROGRAMAS



*Fijados por resolución al inicio de cada año. Se fijan estándares para realizar inspecciones programadas a lo largo del país.*

## DENUNCIA



*Generadas a partir de la ciudadanía, otros órganos del estado o los titulares a través de la autodenuncia.*

## OFICIO



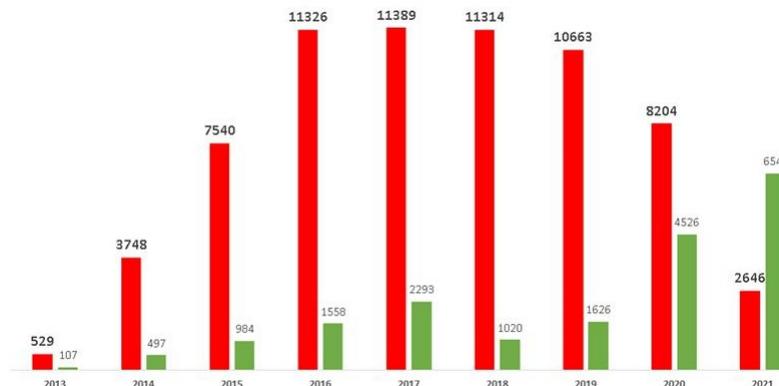
*Por iniciativa propia de la Superintendencia ante hechos de connotación social.*

# Algunos números

- Más de 40.000 expedientes de fiscalización.
- Cobertura del 43% del total de Unidades Fiscalizables.
- 16.479 Denuncias ingresadas (3.355 durante el año 2021)
- 1.611 Expedientes de sanción



Procesos de fiscalización



Procesos de fiscalización derivados a Sanción

# Seguimiento Ambiental

## Es un desafío Big Data



Interna



Regulados



Organismos  
Sectoriales



Entidades  
Técnicas



Ciudadanía

# Ley Orgánica SMA N° 20.417

## Alto estándar tecnológico

Artículo 33.- La Superintendencia contará con una **plataforma electrónica** que le permita la adecuada administración del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental y su aplicación útil para la **detección temprana de desviaciones o irregularidades y la consecuente adopción oportuna de las medidas o acciones que correspondan.**

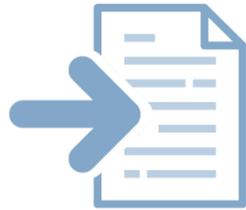
# Transformación digital

## Plan estratégico 2015-2019

Objetivos:



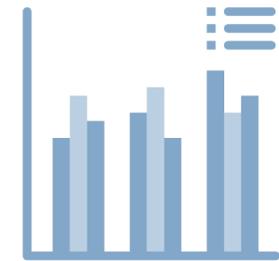
**Optimizar  
procesos**



**Integrar  
información**



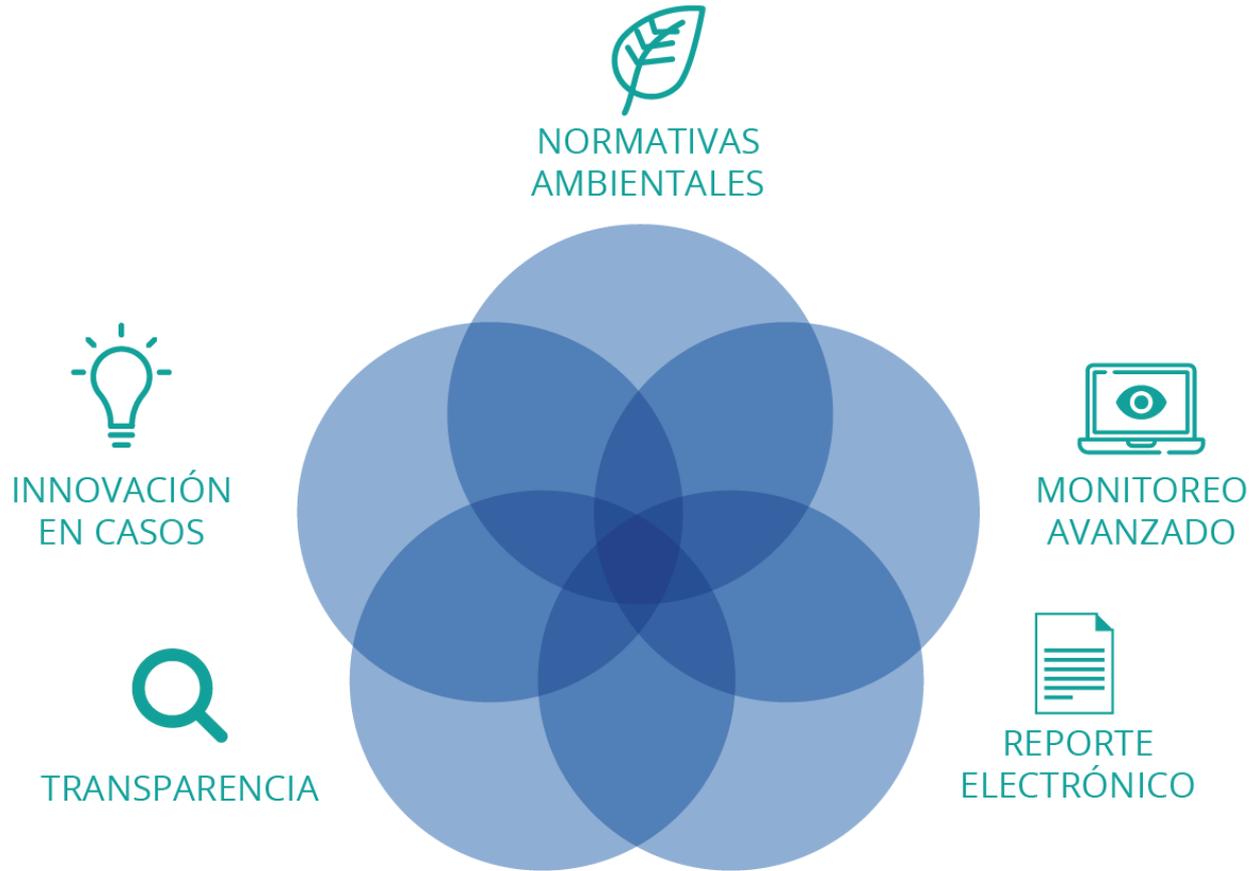
**Mejorar la  
información  
pública**



**Desarrollar  
capacidades  
analíticas**

# Cumplimiento Ambiental 2.0

## Estrategia 2015-2019



Mayores detalles en publicación disponible del año 2017 ([link](#)).

# Resultados

## Cultura ágil y ecosistema de innovación

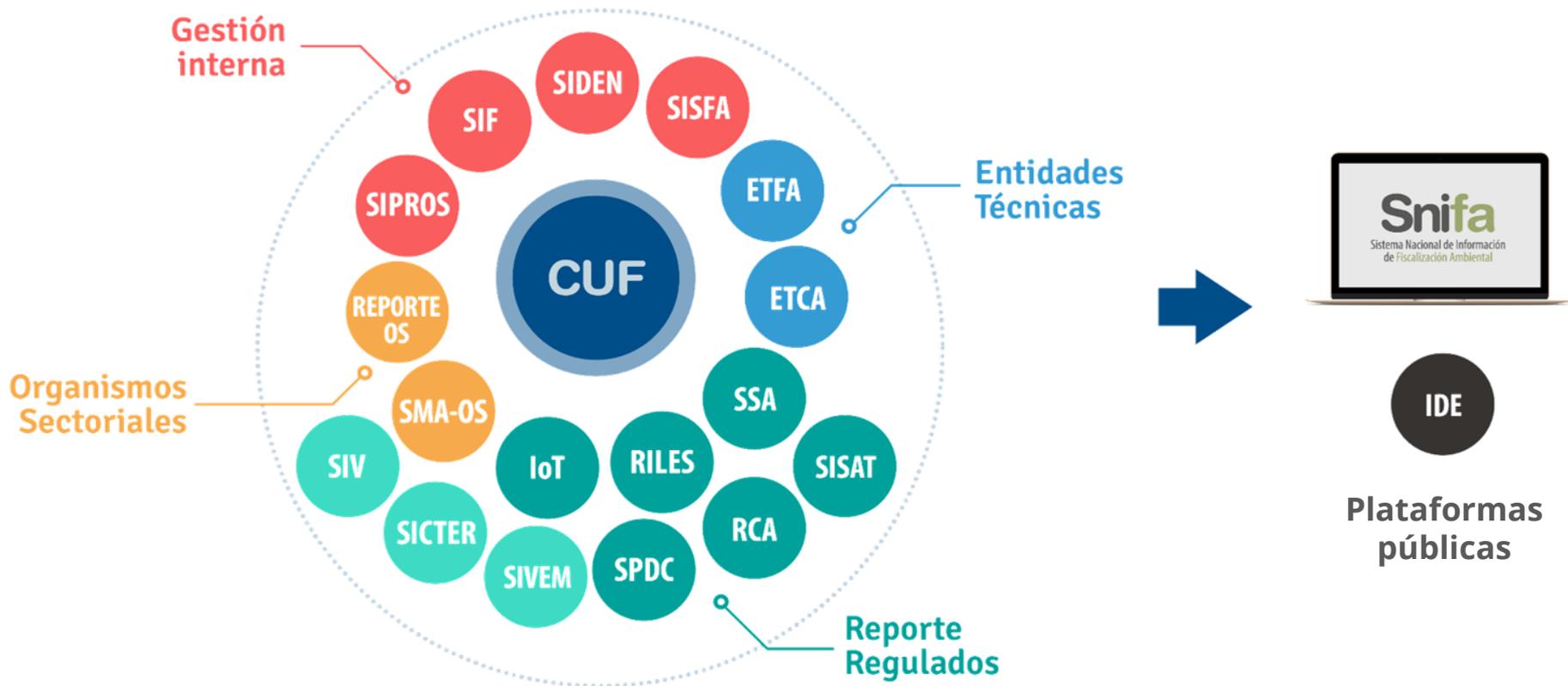


Taller de priorización de proyectos tecnológicos para el año 2019

Gestión más colaborativa, adaptativa y eficiente,  
a través de prácticas ágiles

# Plataforma electrónica

## Sistemas integrados



# Transparencia de la información

## Efecto disuasivo

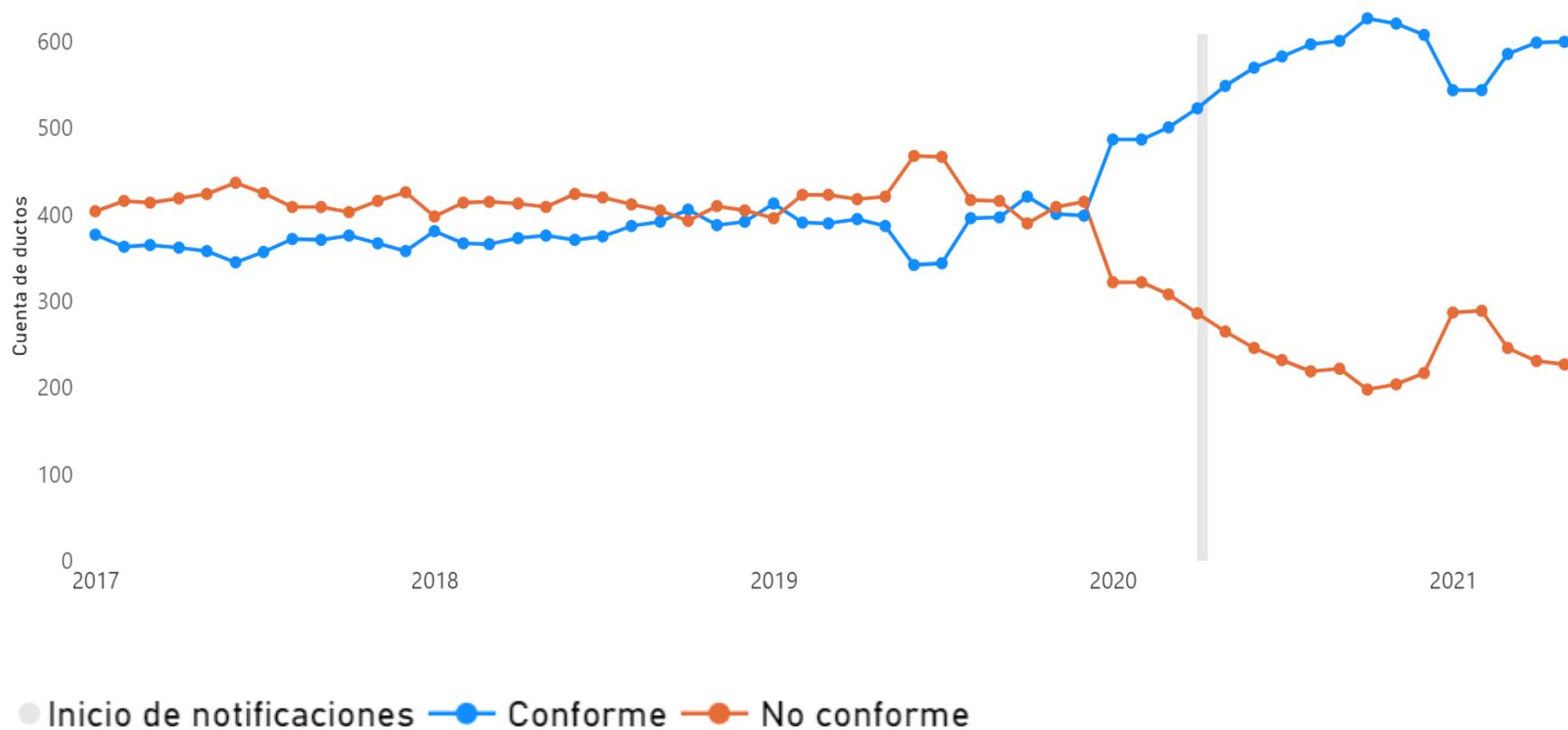


Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental

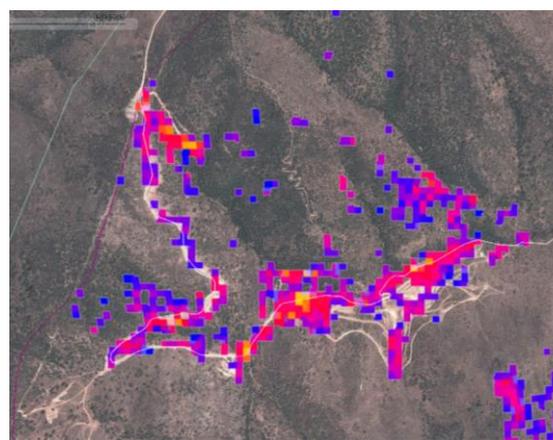
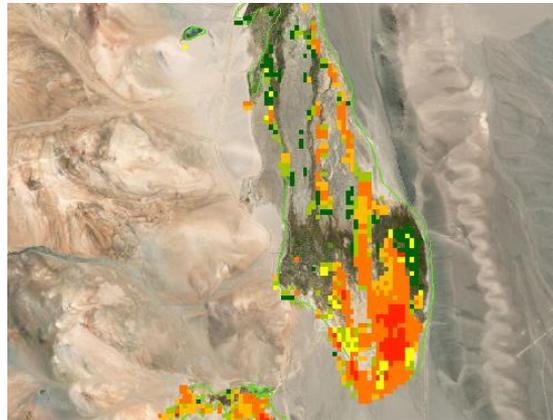


# Reporte electrónico: RILES

## Nivel de cumplimiento aumentó



# Monitoreo avanzado



**Datos en tiempo real**  
Sensores IoT

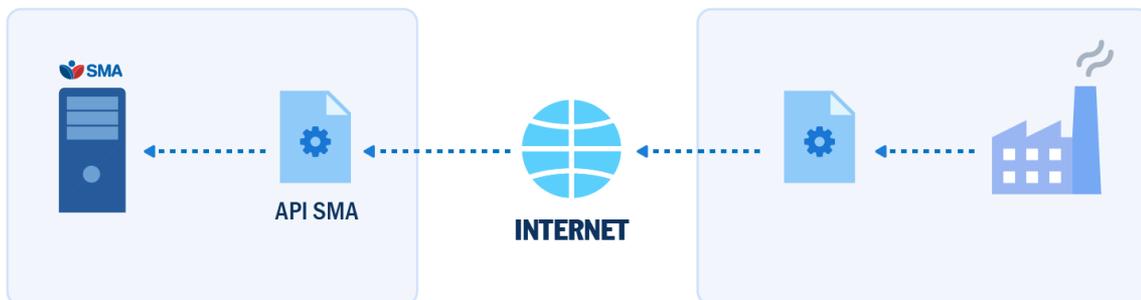
**Imágenes Satelitales**  
Ópticas y Radar

**Drones**  
Cámara térmica

# Monitoreo avanzado

## Sensores remotos conectados vía API

- Tenemos 636 dispositivos conectados y llegaremos a miles durante el 2022.



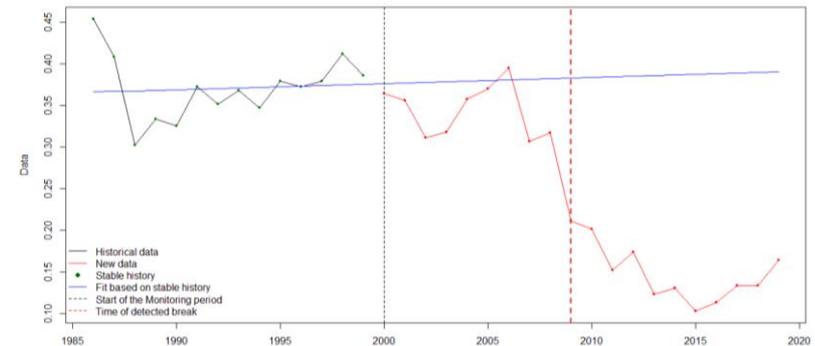
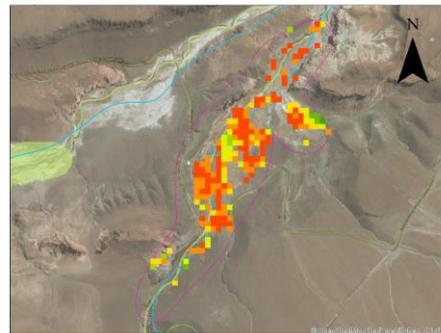
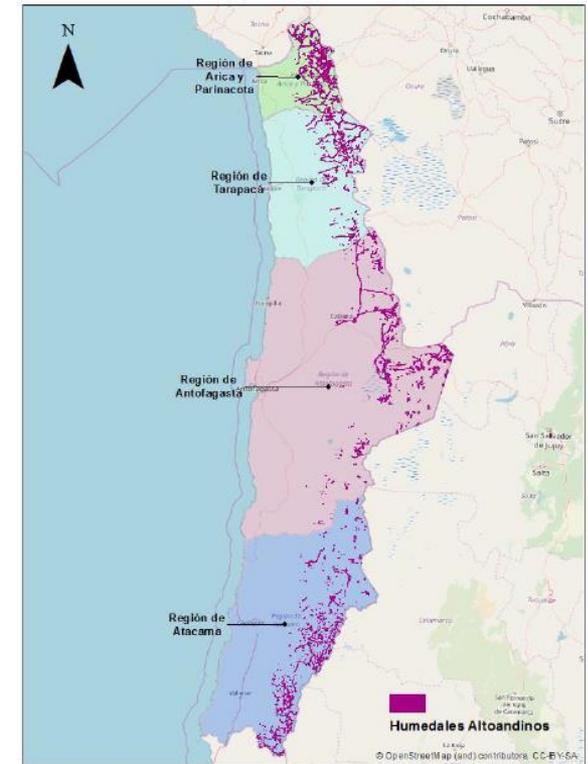
Conexiones vigentes a julio de 2021:



# Monitoreo avanzado

## Humedales Altoandinos

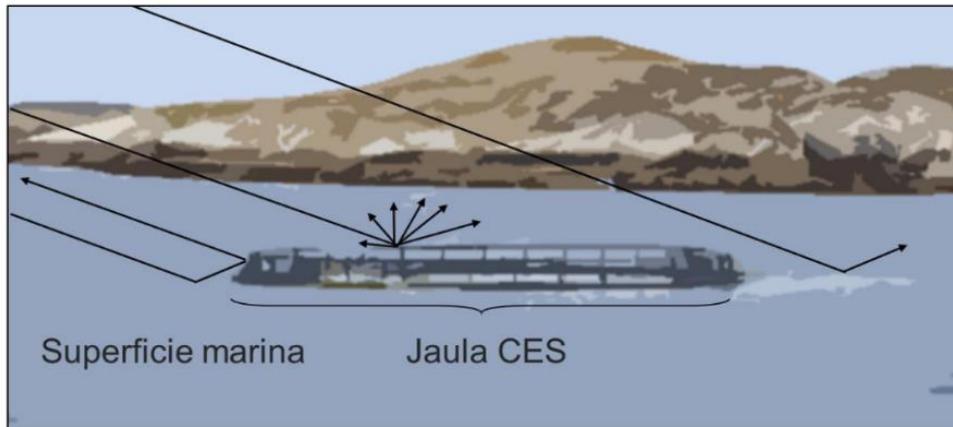
- Salar de Maricunga, caso emblemático: empresa sancionada por efectos de bombeo.
- Más de 5.000 humedales monitoreados.
- 30 años de imágenes satelitales ópticas (Landsat), análisis por píxel.
- Uso de índice de vigorosidad (SAVI, NDVI)



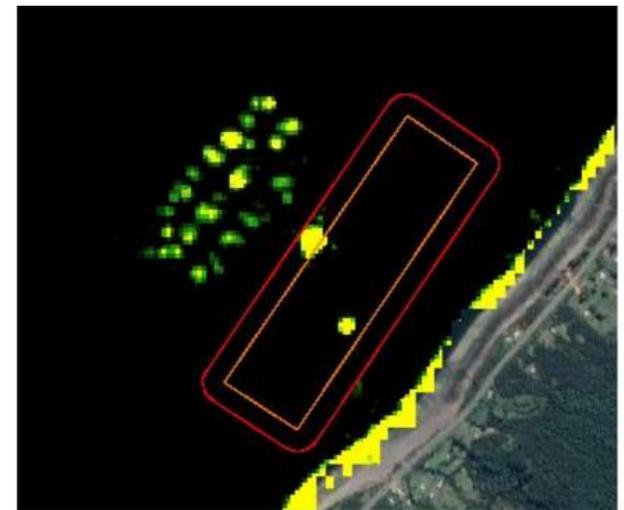
# Monitoreo avanzado

## Centros de Engorda de Salmones

- Revisión de ubicación autorizada
- Miles de CES monitoreados
- Uso de imágenes Radar y algoritmos automatizados
- Notificaciones sobre cumplimiento a empresas, vía correo electrónico



Publicación: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9165669>



Ejemplo: Resultado del análisis

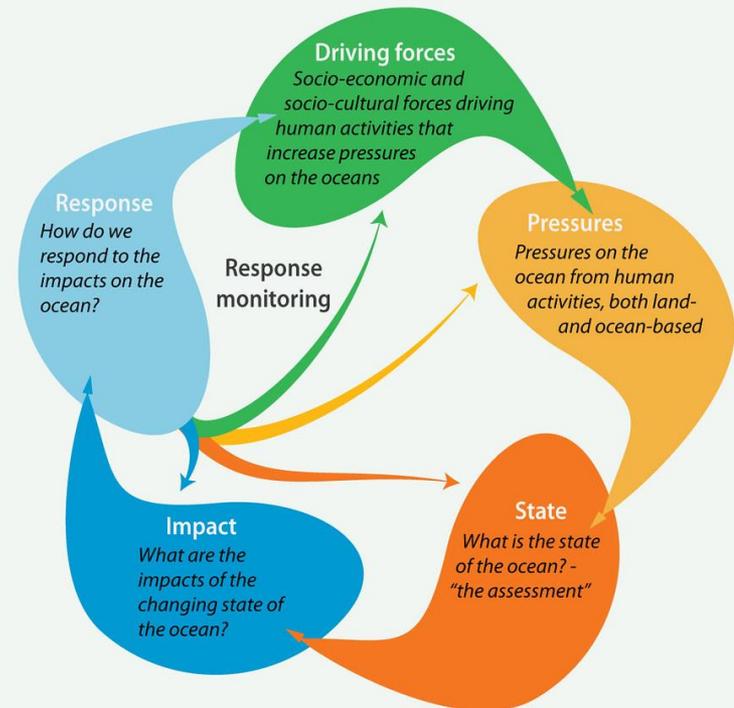
# Inteligencia Ambiental

## Estrategia 2020-2023

- Automatizar la verificación del cumplimiento de la normativa ambiental.
- Generar información y conocimiento sobre el estado del Medio Ambiente.

### The levels of DPSIR framework

- Driving forces - Pressures - State (of the oceans) - Impacts - Responses



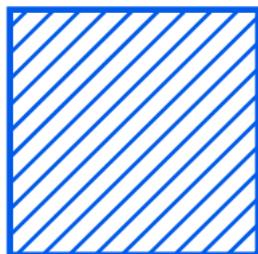
[https://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/WOA\\_screen.pdf](https://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/WOA_screen.pdf)

# Inteligencia Ambiental



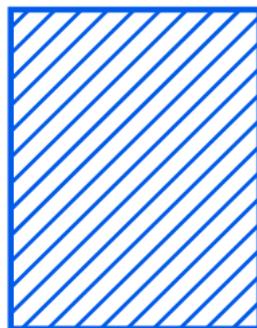
# Inteligencia Ambiental

¿Qué sucedió?



**ANALÍTICA  
DESCRIPTIVA**

¿Por qué  
sucedió?



**ANALÍTICA DE  
DIAGNÓSTICO**

¿Qué sucederá?



**ANALÍTICA  
PREDICTIVA**

¿Qué hacer para  
que ocurra?



**ANALÍTICA  
PRESCRIPTIVA**

**Cumplimiento Ambiental 2.0  
2015-2019**

**Estrategia de Transformación Digital**

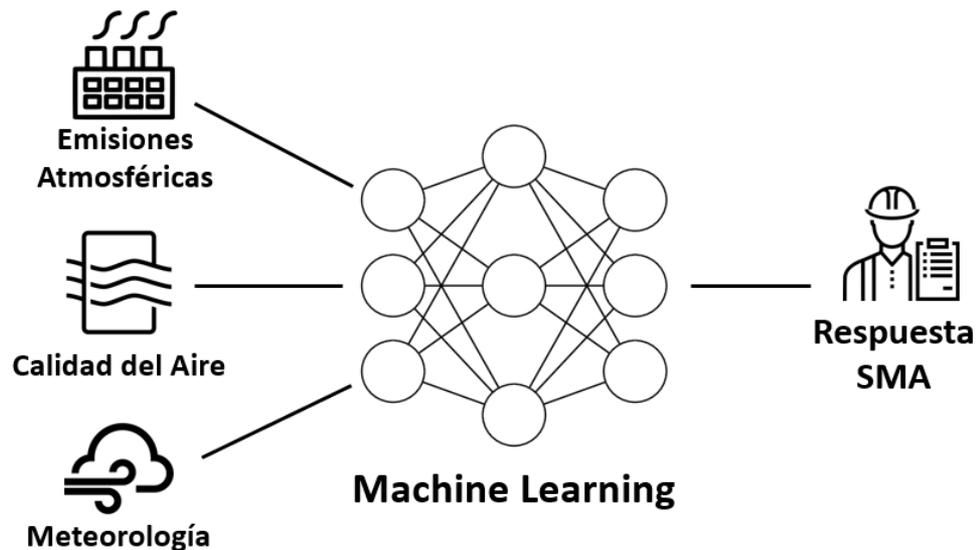
**Inteligencia Ambiental  
2020-2023**

**Estrategia de Ciencia de Datos**

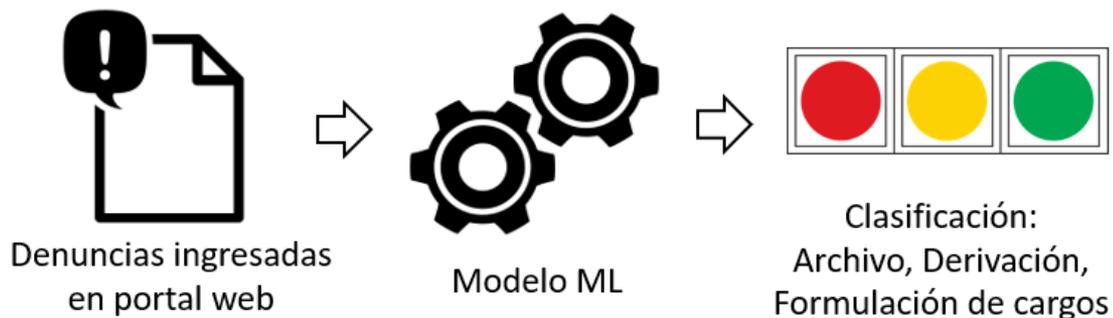
# Modelos predictivos

## Aplicaciones en desarrollo

Predicción de episodios críticos de calidad del aire



Clasificación de denuncias según predicción de tipo de término



# Seguimiento Ambiental

## Proyecto emblemático

SMA ha recibido más de 100.000 reportes de seguimiento ambiental (análisis y mediciones de flora, fauna, aire, agua, etc.) comprometidos en permisos ambientales (RCA), a través de Sistema SSA.



Ejemplo de reporte de biodiversidad acuática reportado a la SMA a través del SSA.

<https://snifa.sma.gob.cl/SeguimientoAmbiental>

| Estación  |                                    | Cu (µg·g <sup>-1</sup> ) |          |          |          |
|---|------------------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|
|   |                                    | 233.0                    |          |          |          |
| Norte   |                                    |                          |          |          |          |
| Centro  |                                    |                          |          |          |          |
| Sur   |                                    |                          |          |          |          |
| Promedio  |                                    |                          |          |          |          |
| Limite de detección   |                                    |                          |          |          |          |
| Precisión (%)   |                                    |                          |          |          |          |
| Exactitud (%)   |                                    |                          |          |          |          |
| <b>Tabla 7.</b> Concentración de cobre (µg·g <sup>-1</sup> ) presentes en tejidos de <i>E. analoga</i> en las estaciones intermareales del PVA de CODELCO-Ventanas en bahía Quintero. |                                    |                          |          |          |          |
| Informe Consolidado Resultados Asentamiento Larval Septiembre - Diciembre 2015.   |                                    |                          |          |          |          |
| <b>Tabla 2.</b> Promedio del conteo mensual de individuos/m <sup>2</sup> de colector  |                                    |                          |          |          |          |
| Estación  | Tipo de Colector                   | Maule                    |          | Bocamina |          |
|   |                                    | Tuftu                    | Astrorut | Tuftu    | Astrorut |
| <b>Anélidos</b>   | Larva Poliqueto                    | 0                        | 0        | 53.3     | 0        |
| <b>Anfipodos</b>  | Juvenil Anfipodos                  | 96.7                     | 14.8     | 23.3     | 26.7     |
|   | Anfipodo                           | 30.0                     | 10.4     | 60.0     | 11.9     |
| <b>Isópodo</b>  | Isópodo                            | 16.7                     | 5.9      | 16.7     | 40       |
|   | Larva D. Charomytilus chorus       | 3.3                      | 1.5      | 0        | 0        |
| <b>Bivalvos</b>   | Post-Larva Charomytilus chorus     | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Larva D. Semimytilus algalus       | 6.7                      | 10.4     | 103.3    | 19.3     |
|   | Post-Larva Semimytilus algalus     | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Larva D. Aulacomya ater            | 23.3                     | 8.9      | 13.3     | 3.0      |
|   | Post-Larva Aulacomya ater          | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Larva D. Perumytilus purpuratus    | 0                        | 4.4      | 3.3      | 0        |
|   | Post-Larva Perumytilus purpuratus  | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Larva D. Brachiolantes granulata   | 13.3                     | 5.9      | 0        | 0        |
|   | Post-Larva Brachiolantes granulata | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Larva D. Mytilus chilensis         | 0                        | 4.4      | 0        | 0        |
|   | Post-Larva Mytilus chilensis       | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Larva D. Mtilido sp.               | 0                        | 0        | 0        | 0        |
| Post-Larva Mtilido sp.  | 23.3                               | 8.9                      | 0        | 0        |          |
| Post-Larva Bivalvo enterrador   | 0                                  | 0                        | 0        | 0        |          |
| <b>Gastrópodos</b>  | Larva Crepidula fornicata          | 33.3                     | 3.0      | 226.7    | 47.4     |
|   | Larva Veliger Gastrópodos          | 0                        | 3.0      | 0        | 0        |
| <b>Decápodos</b>  | Nauplio Cirripedio                 | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Cipris Cirripedio                  | 0                        | 0        | 0        | 1.5      |
|   | Spat Cirripedio                    | 3.3                      | 3.0      | 6.7      | 3.0      |
|   | Megalopa Taliepus dentatus         | 0                        | 0        | 0        | 1.5      |
|   | Juvenil Taliepus dentatus          | 0                        | 0        | 0        | 1.5      |
|   | Megalopa Cancer coronatus          | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Juvenil Cancer coronatus           | 0                        | 0        | 0        | 1.5      |
|   | Juvenil Cancer cefalus             | 0                        | 0        | 0        | 0        |
|   | Juvenil Cancer sp.                 | 3.3                      | 0        | 0        | 0        |
|   | Juvenil jaiba Anomura              | 3.3                      | 0        | 0        | 0        |
| Mysis Decápodo  | 0                                  | 0                        | 0        | 0        |          |
| Zoea Decápodo   | 0                                  | 0                        | 0        | 0        |          |

**4.2.2 Abundancia de *E. analoga***

Un total de 4900 individuos·m<sup>-2</sup> de *E. analoga* fue registrada en los tres transectos. Esta especie fue registrada en los tres transectos centro (TC) y 2300 individuos/m<sup>2</sup> de biomasa total de *E. analoga* fue 2518,5 g/m<sup>2</sup> (T)

**Tabla 8.** Abundancia (número de individuos/m<sup>2</sup>) y biomasa presente en las estaciones intermareales del PVA

| Transecto | A |   |
|-----------|---|---|
|           | T | B |
| TN-R1     |   |   |
| TN-R2     |   |   |
| TN-R3     |   |   |
| TN-R4     |   |   |
| TN-R5     |   |   |
| TC-R1     |   |   |
| TC-R2     |   |   |
| TC-R3     |   |   |
| TC-R4     |   |   |
| TC-R5     |   |   |
| TS-R1     |   |   |
| TS-R2     |   |   |
| TS-R3     |   |   |
| TS-R4     |   |   |
| TS-R5     |   |   |
| Total     |   |   |

# Seguimiento Ambiental

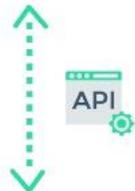
## Plataforma de inteligencia de datos



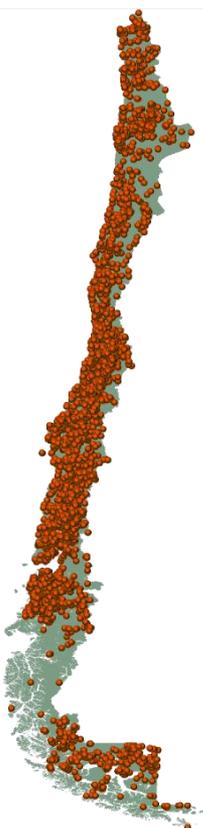
Plataforma de información para ciudadanía



Información y retroalimentación a regulados



Información para organismos públicos



Análisis y mediciones de componentes ambientales



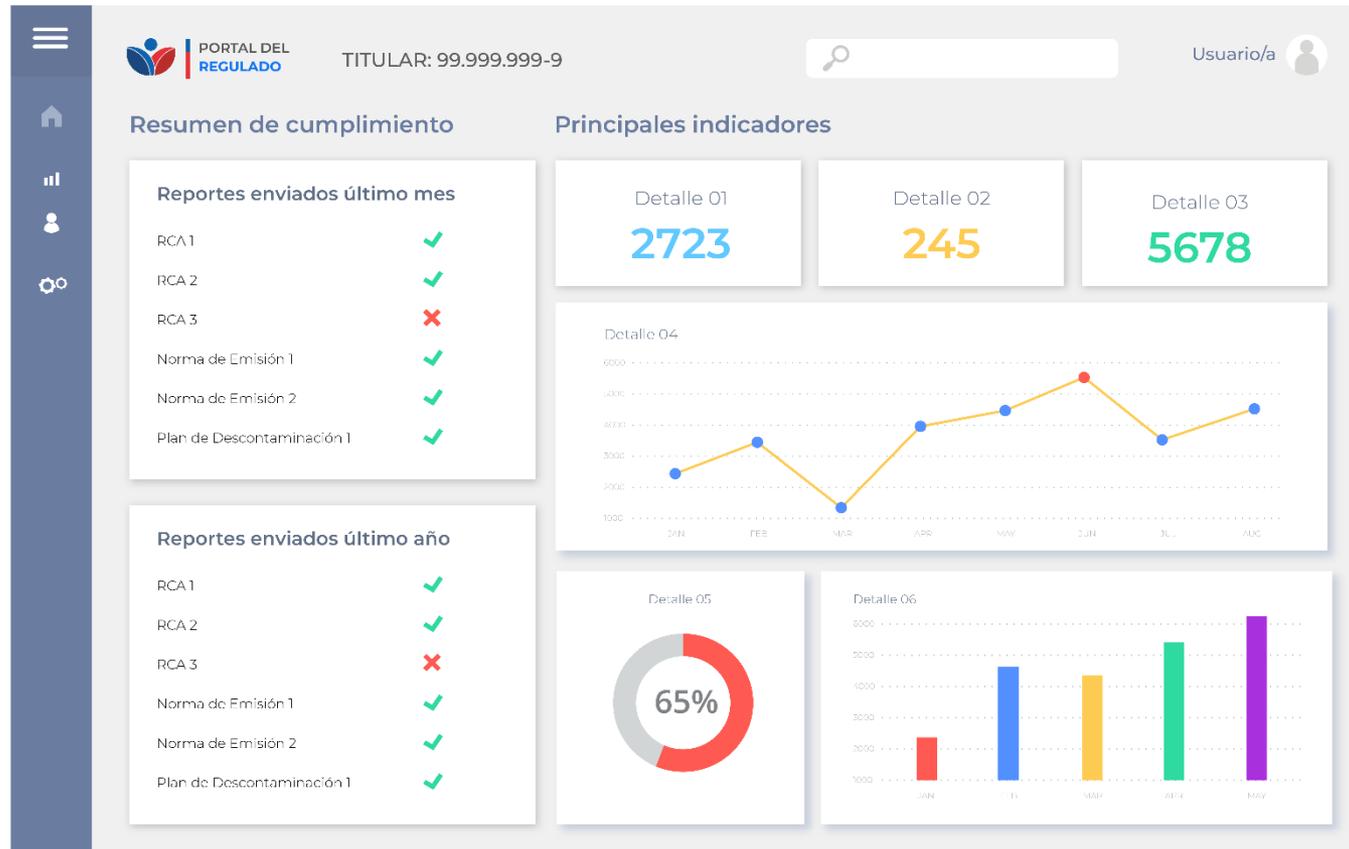
Portal del regulado SMA  
Plataforma de acceso e información para empresas



+ de **16.000**  
Proyectos RCA

# Portal del Regulado

Información para facilitar el cumplimiento y prevenir impactos



Esquema referencial de la plataforma propuesta



Superintendencia  
del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile