

CUMPLIMIENTO AMBIENTAL 2.0

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA SMA



CONTENIDOS

1 PRESENTACIÓN

4

2 CONTEXTO

5

- 2.1 LEY ORGÁNICA DE LA SMA
- 2.2 PRIMEROS AÑOS DE LA SMA
- 2.3 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA 2014-2018
- 2.4 REFERENCIAS INTERNACIONALES

3 BASES PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

8

- 3.1 CREACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN (DGI)
- 3.2 PROCEDIMIENTOS, ESTÁNDARES Y METODOLOGÍAS
- 3.3 CAPACIDADES INTERNAS
- 3.4 INFRAESTRUCTURA HÍBRIDA
- 3.5 LENGUAJE COMÚN
- 3.6 PLATAFORMA ELECTRÓNICA INTEGRADA

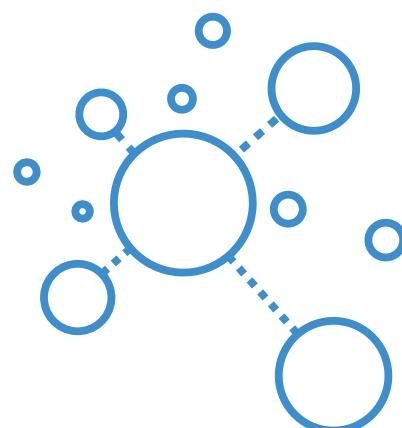
4 ESTRATEGIA "CUMPLIMIENTO AMBIENTAL 2.0"

13

- 4.1 MONITOREO AVANZADO
- 4.2 REPORTE ELECTRÓNICO
- 4.3 TRANSPARENCIA
- 4.4 INNOVACIÓN APLICADA EN CASOS SANCIONATORIOS
- 4.5 INSPIRAR NUEVAS NORMATIVAS

5 DESAFÍOS

28



1

PRESENTACIÓN

Estamos viviendo la cuarta revolución industrial, caracterizada por una transformación digital a gran escala y a toda velocidad, con un impacto en todos los sectores. Se habla de industrias y ciudades inteligentes, con una tendencia a la automatización de los procesos, gracias al Big Data y a tecnologías como Internet de las cosas (IoT, en sus siglas en inglés) y el cloud computing o nube.

Según un estudio del año 2015¹, el motor de la transformación digital de una organización es la estrategia y no la tecnología. Se entiende por estrategia a un conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado objetivo. A partir de esto se infiere que una organización no se puede reinventar digitalmente, a menos que tenga una estrategia digital clara, que cuente con el apoyo de la alta dirección, que incluya atracción y retención de talentos, y una capacidad para gestionar riesgos. Justamente, la estrategia de transformación digital de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) es lo que hemos denominado “Cumplimiento Ambiental 2.0”, que consiste en la implementación de diversas iniciativas integradas para modernizar las funciones de la institución y promover el cumplimiento de la normativa ambiental. Esta estrategia incluye 5 componentes: monitoreo avanzado; reporte electrónico; transparencia; innovación aplicada en casos sancionatorios; e inspirar nuevas normas y permisos ambientales.

Esta iniciativa implicó un cambio en la cultura organizacional, que fue catalizado a través de la creación del Departamento de Gestión de la Información, el cual provee servicios transversales a toda la institución y que depende directamente del Superintendente, con el objetivo de liderar el proceso de modernización y transformación digital en la SMA, apoyando los procesos de negocio y aportando soluciones que permitan identificar incumplimientos de normas ambientales, de manera temprana y oportuna. En este contexto, es importante destacar que el desarrollo de capacidades internas para la gestión de proyectos tecnológicos ha sido un proceso de aprendizaje transversal en la SMA, en el cual tanto las áreas de negocio, como las administrativas, han cumplido roles claves. De esta forma, durante los últimos años se han logrado grandes resultados con personal propio y recursos acotados, optimizando los procesos de la SMA e inspirando a su gente a innovar, convirtiendo a la institución en un ejemplo exitoso de transformación digital en el sector público, especialmente con relación a aplicaciones de Business Intelligence, Data Science e Internet de las cosas.

La presente publicación es un relato respecto a la estrategia implementada por la SMA para fomentar la promoción del cumplimiento de la normativa ambiental, a través del uso de herramientas tecnológicas, con objeto de compartir la experiencia y transferir conocimientos a organismos públicos, la comunidad regulada y otras partes interesadas.

Cristián Franz Thorud

Superintendente

Superintendencia del Medio Ambiente

¹ <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/La-estrategia-clave-para-triunfar-en-la-transformacion-digital.html>

2

CONTEXTO

2.1 Ley Orgánica de la SMA

La SMA debe promover e incentivar el cumplimiento, orientando a sus regulados en la comprensión de sus obligaciones. En particular, debe monitorear el cumplimiento de diversos instrumentos de carácter ambiental (ver Figura 1), además de gestionar denuncias presentadas por la ciudadanía y autoridades, y aplicar sanciones cuando corresponda, entre otras funciones.



Figura 1: Instrumentos de carácter ambiental de competencia de la SMA

Desde un comienzo, a la SMA se le exigió tener un alto estándar de transparencia y una gran capacidad para gestionar la información asociada a sus procesos. La Ley Orgánica de la SMA², dictada el año 2010, establece que la institución debe administrar un Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), de acceso público, con antecedentes y datos relacionados con los procesos de fiscalización y de sanción. Para ello, también se establece que la Superintendencia debe contar con una plataforma electrónica que le permita la adecuada administración del SNIFA y su aplicación útil para la detección temprana de desviaciones o irregularidades y la consecuente adopción oportuna de las medidas o acciones que correspondan. Adicionalmente, se establece que la SMA debe manejar registros públicos de Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) y de las sanciones aplicadas.

2.2 Primeros años de la SMA

Desde los inicios de la SMA se consideró a la tecnología como un eje central de desarrollo, lo que contribuyó a generar una cultura interna que favorecía la digitalización de los procesos y el uso de expedientes electrónicos. De hecho, la ficha de definiciones estratégicas para el período 2012-2014, presentada a la Dirección de Presupuesto (DIPRES), establecía tres objetivos estratégicos para la institución, uno de los cuales era el siguiente: *“Facilitar el acceso a la información relacionada con la fiscalización ambiental, a través del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), y la implementación de tecnologías que apoyen los objetivos y procesos de la SMA”*.

² <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010459>

De esta manera, durante los primeros años de la SMA con plenas competencias (2013-2014) se realizaron importantes esfuerzos para digitalizar la información, destacando el desarrollo de la primera versión de la plataforma electrónica interna (Sistema de Fiscalización Ambiental, Sistema de Denuncias y Sistema de Procedimientos Sancionatorios) y de algunos sistemas de reporte electrónico (Sistema RCA, Sistema de Seguimiento, entre otros). Sin embargo, estas iniciativas eran empujadas por distintas áreas, por lo cual se estaban generando silos de información. Evidentemente, era necesario integrar las distintas fuentes de información y sentar las bases para un crecimiento orgánico, considerando que la institución se desarrollaba a un ritmo vertiginoso, al igual que la información que debía manejar. Era fundamental coordinar los esfuerzos para responder a todas las exigencias y desafíos que se visualizaban en ese momento, incluyendo la generación de capacidades internas para el manejo de Big Data y de tecnologías de monitoreo remoto.

2.3 Planificación estratégica 2014-2018

En agosto del año 2014 se realizó un proceso de planificación estratégica para el período 2014-2018, mediante el cual se actualizaron las definiciones respecto a la misión, la visión y los objetivos estratégicos de la SMA (Figura 2). Posteriormente, esta información fue formalizada ante la Dirección de Presupuestos (DIPRES) para el período 2015-2018, a través de la ficha de definiciones estratégicas institucionales. Este proceso ratificó la importancia de facilitar el acceso a la información e implementar tecnologías de apoyo a los procesos de negocio de la SMA, de acuerdo a lo establecido en el objetivo estratégico N° 3.



Figura 2: Definiciones estratégicas de la SMA, período 2014-2018

2.4 Referencias internacionales

En octubre de 2014, la Agencia Ambiental de Estados Unidos (EPA, en sus siglas en inglés) presentó su estrategia de modernización denominada **“Next Generation Compliance”**³, en respuesta al proceso global de transformación digital.

Posteriormente, esta estrategia fue adoptada por la Red Internacional de Fiscalización y Cumplimiento Ambiental (INECE⁴, en sus siglas en inglés), la cual está conformada por más de 150 países en el mundo, incluyendo a los de Sudamérica⁵, y a Chile, en particular, a través de la SMA. Cabe destacar que esta red internacional publicó el año 2015 un reporte especial sobre iniciativas de uso de nuevas tecnologías en el rubro⁶, con objeto de fomentar el cumplimiento de la normativa ambiental, a través de respuestas innovadoras, incluyendo una aplicación de la SMA sobre el uso de imágenes Radar de apertura sintética para identificar Centros de Engorda de Salmones.

Justamente, este enfoque es lo que hemos denominado **“Cumplimiento Ambiental 2.0”**, y que consiste en una estrategia que incluye 5 componentes: monitoreo avanzado; reporte electrónico; transparencia; innovación en los casos sancionatorios; e inspirar nuevas normas y permisos ambientales (ver Figura 3). En la sección 4 de este documento se entregan detalles, respecto a la implementación de esta estrategia en la SMA.

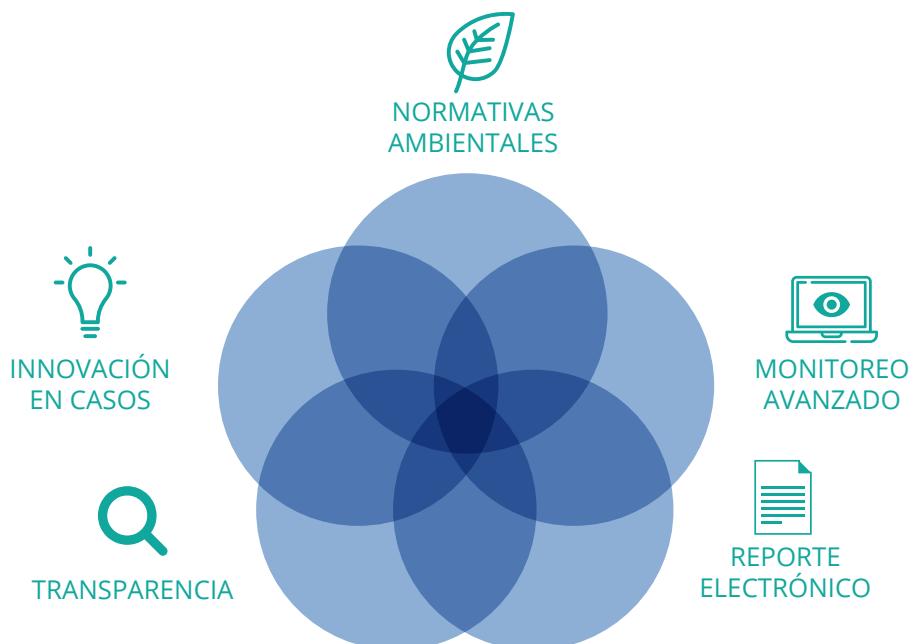


Figura 3: Componentes de la estrategia “Cumplimiento Ambiental 2.0”.

³ <https://www.epa.gov/compliance/next-generation-compliance>

⁴ <https://www.inece.org/>

⁵ <http://www.redsufica.org/>

⁶ https://www.inece.org/assets/Publications/5748af16cf1d4_SpecialReportOnNextGenerationCompliance_Full.pdf

3

BASES PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.1 Creación del Departamento de Gestión de la Información (DGI)

Luego de los dos primeros años de funcionamiento de la SMA (2013-2014) con plenas competencias, se llegó a la conclusión de que era necesario solucionar los problemas relacionados con la información (inconsistencias, redundancias y ausencia de datos, además de carencia de estándares, entre otros) y preparar las bases para un crecimiento futuro, de acuerdo a una reflexión compartida por los distintos equipos de trabajo.

Bajo este contexto, **en abril de 2015 se crea el Departamento de Gestión de la Información (DGI)**, con el fin de apoyar los procesos de negocios, facilitar la toma de decisiones en temas estratégicos y velar por la seguridad de la información, con dependencia directa del Superintendente. El Departamento se conformó con funcionarios y colaboradores provenientes de las secciones de Estudios y de Tecnologías de Información, que a la fecha dependían administrativamente de áreas distintas. De este modo, las capacidades analíticas y de tecnologías de información clásicas fueron reunidas en un mismo equipo, con objeto de facilitar el manejo de la información y generar conocimiento. Actualmente, el Departamento cuenta con tres secciones que funcionan de forma coordinada: Infraestructura y Redes (Hardware); Desarrollo y mantenimiento de sistemas de información (software); y Análisis e Inteligencia de Negocios (Data).

El diseño, la planificación e implementación del nuevo Departamento fue realizado por el equipo interno, de forma colaborativa, incluyendo la participación de las Divisiones de Fiscalización y de Sanción y Cumplimiento, con objeto de identificar las necesidades de las áreas de negocio, tomando como referencia el enfoque de "Next Generation Compliance", que la Agencia Ambiental de los Estados Unidos había adoptado recientemente. De esta forma, se logró un **alineamiento entre el área de tecnologías de información y las áreas de negocio**, para trabajar de manera conjunta y coordinada. En la Figura 4 se observa la planificación estratégica realizada por el DGI para el período 2015-2018.

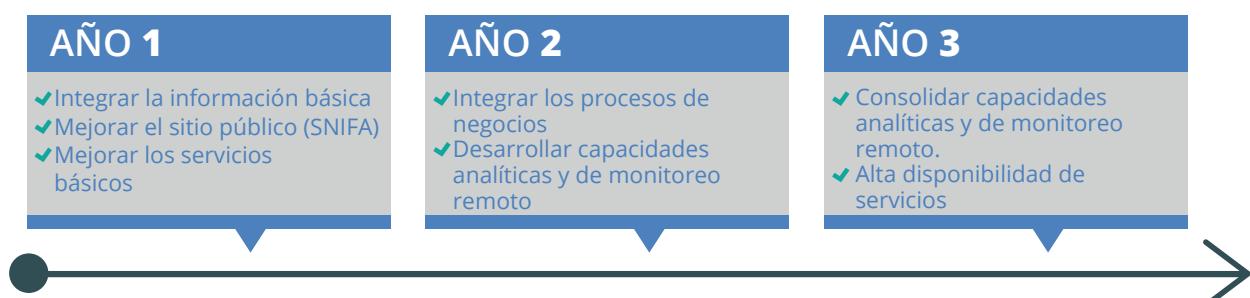


Figura 4: Planificación estratégica del Departamento de Gestión de la Información

3.2 Procedimientos, estándares y metodologías

Durante los últimos años se han realizado diversos esfuerzos para establecer un marco de **gobernanza de datos en la SMA**, con objeto de alinear la estrategia del área de tecnologías de información con la estrategia del negocio. Esto ha implicado una coordinación con la alta dirección para implementar una serie de procesos, roles, normas e indicadores que aseguren el uso eficaz y eficiente de la información.

La SMA es considerada un organismo crítico con relación a la seguridad de la información, debido a sus funciones fiscalizadoras, según lo establecido por la Red de Expertos conformada por la Subsecretaría del Interior, la Unidad de Gobierno Digital del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Esto significa que la SMA debe abordar, al menos, 58 de los 114 controles establecidos en la **Norma Chilena ISO 27.001⁷**. En función de esto, se han implementado diversas políticas y procedimientos que se aplican permanentemente, en temas tales como control de accesos, desarrollo y mantención de sistemas de información, respaldo de la información, separación de ambientes, operaciones, seguridad física, entre otros.

La **gestión de proyectos informáticos** ha evolucionado durante los últimos tres años. En un principio, no había un procedimiento establecido para priorizar los proyectos y gestionarlos, por lo cual, prácticamente, no existía documentación, ni control de cambios. Luego, se implementó un procedimiento que incluyó un proceso de planificación anual, donde participan todas las áreas de la SMA, con objetivo de priorizar las necesidades más relevantes para la institución, en función de los recursos disponibles. Esta primera versión del procedimiento también estableció la utilización de la metodología de “desarrollo en cascada”, la cual consiste en la ejecución de una serie de etapas que deben cumplirse secuencialmente y donde la incorporación de cambios es cada vez más costosa, especialmente durante las fases más avanzadas de un proyecto. Justamente, debido a la dificultad que había para gestionar cambios, la última versión del procedimiento de desarrollo se basa en **prácticas de metodologías ágiles**, donde hay iteraciones y entregas permanentes (ver Figura 5), con un enfoque de mejora continua y aceptación del cambio como variable inherente a todo proceso⁸. Esta metodología fue aplicada de forma piloto durante la implementación de un sistema informático para el reporte de emisiones asociado al “Impuesto verde” (Ley 20.780, artículo 8, que establece un impuesto a las fuentes fijas). En este sentido, destacan las siguientes prácticas implementadas: priorización dinámica de requerimientos; entregas a través de iteraciones; reuniones permanentes y cortas; uso de tableros Kanban online; documentación concisa; etc. Todas estas prácticas han contribuido a mejorar la gestión de proyectos en la SMA, impactando positivamente la relación entre las contrapartes de las áreas de negocio y del área tecnológica.



Figura 5: Práctica ágil de iteraciones y entregas permanentes

⁷ https://www.csirt.gob.cl/ques_es_el_pmg.html

⁸ <http://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>

En particular, respecto al desarrollo de sistemas de información, se utilizan patrones de arquitectura de software, con objeto de estandarizar el desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento, bajo una lógica de **arquitectura orientada a servicios** (SOA, en sus siglas en inglés).

Finalmente, hay un especial énfasis en facilitar la experiencia de los usuarios (internos y externos), a través de buenas prácticas de **visualización de datos**, las cuales permiten comunicar información o ideas complejas de forma clara y precisa. Además, para guiar a los usuarios en el proceso de adaptación a nuevos sistemas y/o herramientas, se realiza una **gestión del cambio**, por medio de capacitaciones y generación de material de apoyo, lo que implica un trabajo coordinado entre el área de tecnologías de información y las contrapartes de las áreas de negocio.

3.3 Capacidades internas

Dado lo específico que es el negocio de la SMA y las múltiples necesidades existentes, se ha optado por potenciar las capacidades internas y utilizar herramientas tecnológicas de clase mundial, de acuerdo al presupuesto disponible. Esto, considerando que ambas variables, personas capacitadas y herramientas tecnológicas, son factores claves en un proceso de modernización.

De esta forma, las necesidades institucionales relacionadas con tecnologías de información son abordadas por medio del equipo interno del DGI, con el apoyo de servicios externos para cubrir brechas específicas, principalmente, a través de la plataforma Chile Compra, ya sea mediante licitaciones o compras en Convenio Marco. El foco está en apoyar los procesos de negocio (fiscalización, sanción y cumplimiento), mientras que las necesidades transversales a cualquier institución se abordan a través de soluciones disponibles en el mercado (ejemplos: correo electrónico, gestión documental, sistemas administrativos, etc.). De este modo, actualmente el DGI cuenta con un amplio catálogo de servicios que abordan desde la continuidad operacional hasta herramientas para apoyar las labores del negocio.

Una de las claves para la modernización de la institución ha sido el involucramiento del área de tecnologías de información en los procesos de negocio, a través de perfiles de cargo que incluyen no solo el manejo de las ciencias informáticas, sino que también capacidades analíticas y comprensión del negocio. De este modo, se ha conformado un equipo que cuenta con los **roles claves para gestionar información en la era del Big Data**, incluyendo programadores, administradores de bases de datos, expertos en infraestructura, analistas de Business Intelligence, Data Scientists y expertos en Internet de las cosas (IoT), entre otros perfiles, quienes se capacitan constantemente en el uso de nuevas herramientas y metodologías.

Es importante destacar que el desarrollo de capacidades internas para la gestión de proyectos tecnológicos ha sido un proceso de **aprendizaje transversal en la SMA**. En este sentido, las áreas de negocio han desempeñado un rol clave en el desarrollo de proyectos informáticos, identificando oportunidades para optimizar los procesos estratégicos de la institución, a través de la digitalización y automatización de sus flujos de trabajo, y desempeñándose activamente como contrapartes. Por su parte, las áreas administrativas también han contribuido en este proceso, mediante una formulación y ejecución presupuestaria que requiere de una comprensión de los servicios y productos relacionados con tecnologías.

3.4 Infraestructura híbrida

Los recursos son limitados para contar con una infraestructura propia que permita procesar millones de datos en tiempo real, más aún cuando la cantidad de datos a manejar y las aplicaciones crecen constantemente. Sin embargo, actualmente es posible acceder a una amplia variedad de **servicios en la nube** que permiten complementar las capacidades internas y escalar en forma oportuna, incluyendo software como servicio (SaaS), plataformas como servicio (PaaS) e Infraestructura como servicio (IaaS).

Justamente, en este sentido, la estrategia de la SMA ha sido fortalecer el Datacenter propio y utilizar herramientas en la nube para complementar el catálogo de servicios, accediendo a computación de alto desempeño de manera remota. Cabe destacar que durante los últimos dos años se han incorporado importantes mejoras en el Datacenter con objeto de optimizar el desempeño de la plataforma electrónica, mejorar la seguridad de la información y tener servicios en alta disponibilidad.

3.5 Lenguaje común

Para facilitar el alineamiento entre las áreas de negocio y el área de tecnologías de información era imprescindible generar un lenguaje común, de modo que las bases de datos reflejasen directamente los conceptos utilizados en los procesos de negocio. Se estaban utilizando enfoques y lenguajes distintos, incluso entre las áreas de negocio, lo cual generaba problemas de comunicación que impactaban las iniciativas de integración de la información, de forma negativa.

En este contexto, surge el concepto de **Unidad Fiscalizable**, que se refiere a *“una 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”*. A partir de este concepto fue posible integrar la información en la SMA, de manera más precisa, lo cual implicó un trabajo considerable para asociar cada instrumento de carácter ambiental a las distintas unidades fiscalizables. Cabe destacar que actualmente existen más de doce mil unidades fiscalizables, asociadas a más de quince mil Resoluciones de Calificación Ambiental.

3.6 Plataforma electrónica integrada

El diseño de la plataforma electrónica de la SMA se basa en el concepto de **Fiscalización Ambiental Estratégica**, el cual consiste en un sistema de fiscalización que permita alcanzar en forma óptima los objetivos de la institución, haciendo un uso eficiente de los recursos. A partir de ello, se ha implementado una estrategia de desarrollo de sistemas, conformada por cinco pilares: Gestión interna (procesos de negocio), Comunidad regulada (reportes y seguimiento), Organismos Sectoriales (coordinación e integración), Entidades Técnicas (autorización y seguimiento), y la Ciudadanía (transparencia).

Una vez identificada la necesidad de integrar la información dispersa e inconsistente, se definió que era imprescindible contar con catastros y tablas únicas, que puedan ser consumidas por los distintos sistemas de información. Justamente, el primer nivel de integración de la información en la SMA se enfocó en el desarrollo del **Catastro de Unidades Fiscalizables**, el cual permitió ordenar y vincular información de los distintos sistemas, constituyéndose en la espina dorsal de la plataforma electrónica de la SMA.

El siguiente paso fue **integrar los procesos de negocio**, para optimizar las labores de las áreas de Fiscalización, Sanción y Cumplimiento, Fiscalía y Oficinas regionales, a través de la digitalización de sus tareas y de sus flujos de trabajo. Esto implicó renovar completamente la **plataforma de gestión interna**, constituida por los siguientes cuatro sistemas: SISFA (Sistema de Fiscalización Ambiental); SIPROS (Sistema de Procedimientos Sancionatorios); SIDEN (Sistema de Gestión de Denuncias) y SIF (Sistema de Fiscalía). De este modo, los procesos de negocio cuentan con expedientes electrónicos que facilitan la interconexión entre las distintas áreas.

Actualmente la SMA cuenta con una plataforma electrónica robusta e integrada, compuesta por sistemas para la gestión interna, para la comunicación con otros organismos sectoriales que realizan labores de fiscalización ambiental, para la gestión de entidades técnicas y para el reporte electrónico de empresas reguladas por instrumentos de carácter ambiental de competencia de la SMA (ver Figura 6). Finalmente, parte de esta información es la que se expone públicamente en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA).

Cabe destacar que el desarrollo de la plataforma electrónica de la SMA ha sido posible a través de un trabajo en conjunto entre las áreas de negocio y el área de tecnologías de información, donde cada parte cumple un rol clave para cumplir los objetivos estratégicos de la institución.

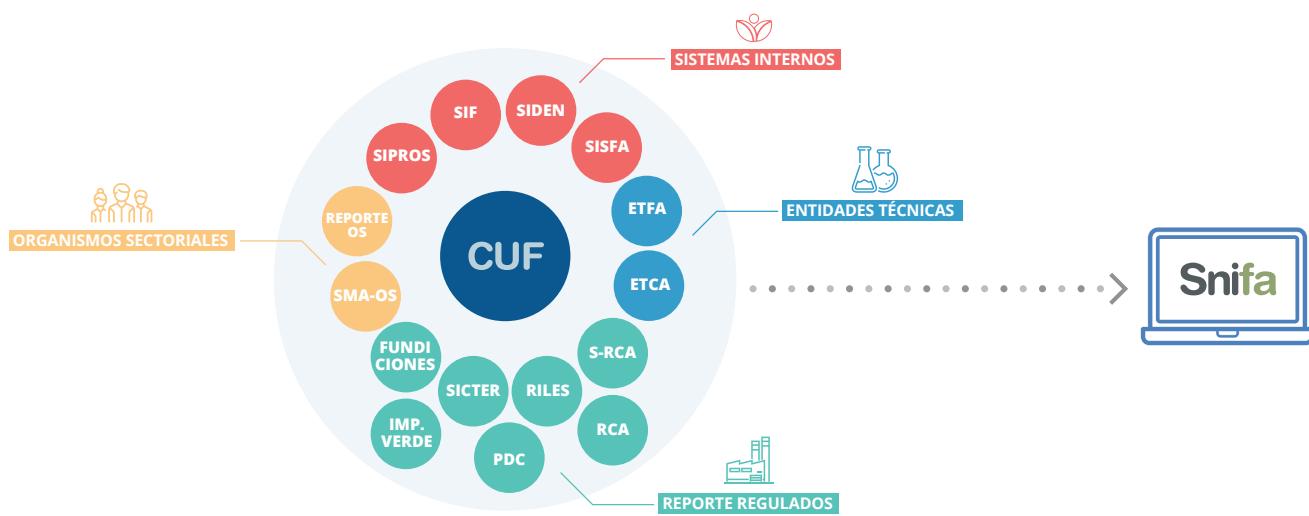


Figura 6: Plataforma electrónica de la SMA

4

ESTRATEGIA “CUMPLIMIENTO AMBIENTAL 2.0”

A continuación, se explican los avances logrados en cada uno de los componentes que conforman la estrategia para promover el cumplimiento de la normativa ambiental, a través de tecnologías.

4.1 Monitoreo avanzado

4.1.1 *Equipos de medición en terreno*

Durante las actividades de inspección en terreno se utilizan sofisticados equipos para realizar mediciones, con relación a distintas variables de interés: agua, aire, suelo, biodiversidad, entre otras. Estos equipos deben ser calibrados y manejados rigurosamente para asegurar la calidad de los datos. Posteriormente, la información obtenida en terreno es analizada por los fiscalizadores, para lo cual se requiere el uso de software y conocimientos especializados.

Por ejemplo, para fiscalizar la venta de leña, en el contexto de las medidas impuestas en los Planes de Descontaminación Ambiental, se utilizan Xilohigrómetros que permiten medir la humedad de la leña. Otro ejemplo, es el uso de sonómetros para medir ruidos, de acuerdo a lo establecido en la norma correspondiente (D.S. 38/2011). La SMA también cuenta con equipos portátiles de fluorescencia de rayos X (XRF), los cuales permiten hacer un completo análisis de los elementos constituyentes de un sólido (suelo, rocas, barro), identificando si existe presencia de contaminantes peligrosos para la salud de la población o para la protección de la biodiversidad.

4.1.2 *Programa de Monitoreo Ambiental Territorial (PMAT)*

A partir del 2014, la SMA se propuso implementar un Programa de Monitoreo Ambiental Territorial (en adelante PMAT), con objeto de fortalecer su capacidad fiscalizadora y aumentar su eficiencia, a través del uso de tecnologías de percepción remota, que permitan actuar anticipadamente y/o aportar medios de prueba veraces para los procesos de fiscalización y sanción que la institución desarrolla. Para lograr esto, hay una revisión permanente de publicaciones científicas en revistas especializadas en la materia y de planes de teledetección de instituciones internacionales.

Este programa se basa en el **uso de imágenes satelitales**, principalmente de aquellas provenientes de programas espaciales no comerciales, tales como la **Misión Landsat** del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y la **Misión Sentinel** del Programa Copérnico de Observación Terrestre de la Unión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA). Cabe destacar que el año 2015 la SMA firmó una carta de intenciones de cooperación con la Dirección General del Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y PYMES de la Comisión Europea, convirtiéndose en el primer organismo público de Latinoamérica que estableció un acuerdo con ellos respecto al Programa Copérnico.

El procesamiento de imágenes satelitales, junto al uso de sistemas de información geográfica (SIG) y técnicas de modelación, permiten monitorear diversas variables ambientales de interés, de forma remota, mediante análisis espacio-temporales. A la fecha, se han desarrollado algoritmos de procesamiento para distintas aplicaciones, lo que ha permitido generar un catálogo de servicios del PMAT para uso regular en la institución, que incluye: análisis de coberturas vegetacionales; levantamientos topográficos; estimación de temperatura superficial del mar y terrestre; identificación de derrames de hidrocarburos; entre otros.

Durante el año 2017, la capacidad de procesamiento de imágenes se optimizó sustancialmente a través de mejoras en la programación de los algoritmos y del uso de servicios en la nube, gracias a lo cual es posible utilizar computación de alto desempeño de forma remota. En particular, actualmente se están utilizando equipos localizados en Estados Unidos, los cuales han permitido disminuir drásticamente el tiempo necesario para la descarga y descompresión de las imágenes (de días a horas), debido a la conexión directa entre el proveedor de la nube y las fuentes de las imágenes satelitales. También se han disminuido los tiempos requeridos para el procesamiento, a través del uso de máquinas de alto desempeño y técnicas de procesamiento paralelo. Gracias a estas mejoras, la capacidad de respuesta se optimizó radicalmente: análisis que tardaban de semanas a meses, ahora demoran de horas a días.

APLICACIÓN DESTACADA DEL PMAT: AFECTACIÓN DEL SALAR DE MARICUNGA

Durante el año 2016 se sancionó a la Sociedad Contractual Minera Maricunga S.A. (expediente sancionatorio D-014-2015), con la clausura definitiva de sus pozos de extracción de agua, luego de comprobar que, debido a su acción, se habían desecado 70 hectáreas del humedal Valle Ancho, en el corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda, zona protegida por la Convención Internacional sobre los Humedales (Ramsar). La afectación se constató a través de visitas a terreno y el procesamiento de imágenes satelitales para determinar cambios en la cobertura vegetacional durante el período 1985 y 2015. Cabe destacar que, en septiembre de 2017, la sanción fue ratificada por el Segundo Tribunal Ambiental.

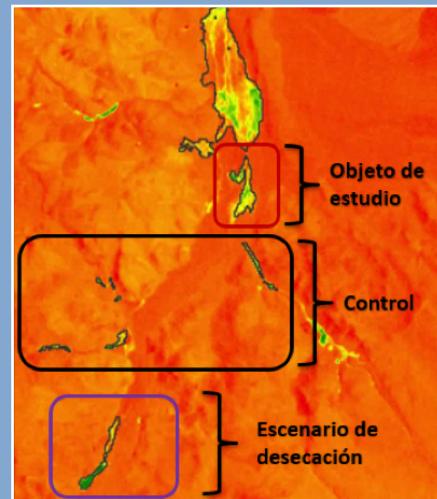


Figura 7: Análisis de imágenes satelitales en Salar de Maricunga.

Los esfuerzos más recientes del PMAT se han centrado en el **desarrollo de aplicaciones automatizadas** que permitan cubrir amplias extensiones del territorio. En este sentido, destacan dos líneas de trabajo que cuentan con herramientas operativas:

- **Detección de estructuras flotantes metálicas sobre cuerpos de agua**, utilizando imágenes Radar de Apertura Sintética (SAR, en sus siglas en inglés), que permite determinar presencia y ubicación de Centros de Engorda de Salmónidos (CES), en un sector del país caracterizado por una alta cobertura nubosa la mayor parte del año. En esta aplicación, se está utilizando un método de clasificación polarimétrica dual, lo cual disminuye los falsos negativos y, por ende, aumenta el nivel de certeza, en comparación a métodos tradicionales.

- **Detección de cambios graduales y/o abruptos sobre coberturas vegetacionales**, a través del uso de imágenes satelitales ópticas y la utilización de algoritmos avanzados para el análisis de series temporales (BFAST⁹ y DBEST¹⁰) aplicado a índices de vegetación (NDVI y SAVI). En la Figura 8 se observa una aplicación de esta herramienta en la Quebrada de la Plata, lugar que fue afectado el 2013 por una operación minera ilegal, lo que fue denunciado a la SMA y que derivó en un procedimiento sancionatorio que finalizó con una sanción de clausura definitiva. Actualmente, gracias a esta herramienta, habría sido posible identificar la afectación de forma automatizada, sin necesidad de recibir denuncias sobre los hechos.



Figura 8: Análisis espacio-temporal de la vegetación en la Quebrada de la Plata, Maipú (RM).

4.1.3 Sensores remotos en línea

El **Internet de las Cosas** (conocido como IoT, por sus siglas en inglés) es un concepto que se refiere a la interconexión digital de dispositivos para intercambiar datos, a través de internet. Se trata de uno de los aceleradores del proceso de transformación digital mundial, con infinitas aplicaciones y con costos asociados cada vez más accesibles. Si bien la conectividad a la red es la base de la IoT, también se requieren componentes computacionales que permitan procesar información en terreno, sensores que permitan obtener datos del entorno y una plataforma electrónica para gestionar la información y desplegar los resultados finales.

La **conectividad** de los dispositivos se puede abordar a través de distintas aproximaciones: Integración de redes industriales (Modbus, Profibus, etc.); tecnologías tradicionales de conectividad inalámbrica (WiFi, 2G, 3G, 4G); tecnologías de corto alcance que requieren de despliegue de repetidores (ZigBee, 6LowPAN, etc.); y nuevas tecnologías nativas de comunicación IoT, de muy bajo consumo y largo alcance (Sigfox, LoRa, NB, etc.). Si bien no todas ellas están disponibles en Chile, se trata de un mercado en pleno desarrollo y con grandes proyecciones, por lo cual se espera contar con distintas alternativas en el corto plazo, tal como ha sucedido con otras tecnologías.

Con relación a **sensores**, existe una amplia variedad para aplicaciones relacionadas con el medio ambiente, siendo la calidad del aire una de las áreas de mayor desarrollo. Existen equipos muy sofisticados, cuyos costos de inversión y mantención son considerables, tales como los Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS, en sus siglas en inglés) y las estaciones de calidad del aire que conforman el

⁹ Verbesselt et al., 2010. Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series.

¹⁰ Jamali et al., 2015. Detecting changes in vegetation trends using time series segmentation.

Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA), que administra el Ministerio del Medio Ambiente. Sin embargo, durante los últimos años han aparecido diversos tipos de sensores de bajo costo, con actualizaciones y mejoras continuas. Precisamente, debido a la proliferación de sensores de bajo costo de calidad del aire, la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (EPA) desarrolló una guía para orientar el uso de este tipo de sensores¹¹, considerando distintas aplicaciones, desde programas educacionales al monitoreo normativo, sugiriendo diferentes niveles de desempeño y de aceptación de errores para cada caso.

En nuestra realidad, es importante considerar que los equipos oficiales de monitoreo deben cumplir con los **protocolos y estándares de medición establecidos por la SMA**, tal como sucede con los CEMS y con las estaciones de calidad del aire. Por lo tanto, en la actualidad, los sensores de bajo costo cumplen un rol complementario, al entregar antecedentes adicionales para encauzar y/o apoyar actividades de fiscalización. De todos modos, es probable que en un futuro cercano algunos sensores de bajo costo logren cumplir con los estándares y las certificaciones recomendadas para ser considerados como instrumentos de medición oficiales.

En este contexto, es posible afirmar que la **norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico** (Decreto Supremo N° 28 de 2013) es la primera normativa ambiental que establece monitoreo continuo en línea, constituyéndose como el primer instrumento de carácter ambiental “IoT” en Chile. El año 2017 comenzó un período de marcha blanca, lo cual implicó que la SMA trabajará en la implementación de un sistema en línea, en conjunto con las empresas reguladas por esta norma.

A partir de la experiencia con las fundiciones de cobre, la SMA ha impulsado diversas iniciativas con objeto de acumular mayores conocimientos en estas materias y extender su uso a otros ámbitos. En este sentido, destaca la **conexión voluntaria de algunas generadoras eléctricas** (ENEL, Colbún y AES Gener, a la fecha), con objeto de compartir datos de sus emisiones en línea e información asociada al aseguramiento y control de calidad del funcionamiento de sus CEMS.

Adicionalmente, la **SMA cuenta con dispositivos móviles** para monitorear diversas variables de interés, tales como: ruidos, olores, material particulado y gases. Se trata de equipos diseñados para funcionar en terreno, que presentan un buen desempeño, a costos asequibles. A la fecha, estos equipos se han utilizado para apoyar procesos de fiscalización, principalmente en casos de denuncias, con objeto de recopilar antecedentes que permitan orientar las labores del fiscalizador (ejemplos: análisis de frecuencias, comportamientos, horarios, etc.).

Finalmente, también es importante destacar que el uso de servicios en la nube ha sido clave en este ámbito, acelerando el proceso de conexión de sensores a la plataforma electrónica de la SMA, mediante herramientas IoT de alto desempeño, cuyos costos son asequibles para monitorear miles de dispositivos.

¹¹ <https://www.epa.gov/air-sensor-toolbox/how-use-air-sensors-air-sensor-guidebook>

RED EXPERIMENTAL DE CALIDAD DEL AIRE

La SMA ha montado una red experimental de calidad del aire en la Región Metropolitana, con el objetivo de testear distintas tecnologías que pueden ser útiles para sus funciones. En particular, en esta primera etapa se están utilizando distintos tipos de sensores de material particulado, de bajo costo, cuyo desempeño se contrasta con las mediciones oficiales del Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA), que administra el Ministerio del Medio Ambiente. Adicionalmente, la iniciativa permite la experimentación con protocolos de comunicación y con técnicas de big data para almacenar y procesar datos en línea.

A la fecha, diversas instituciones han contribuido en el proyecto, destacando las siguientes: Ministerio del Medio Ambiente, Centro Científico Tecnológico de Valparaíso de la Universidad Federico Santa María, Municipalidad de Santiago, Municipalidad de La Pintana, Dirección de Sustentabilidad de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y la Universidad Autónoma.

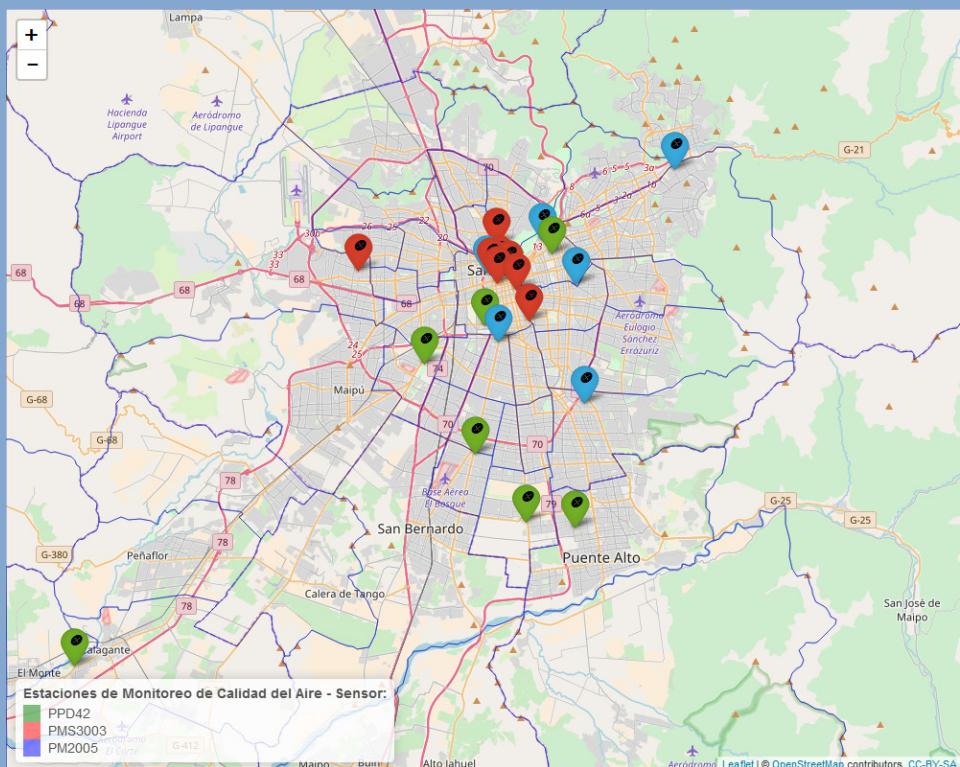


Figura 9: Red experimental de calidad del aire de la SMA

4.2 Reporte electrónico

Desde sus inicios la SMA ha promovido el reporte electrónico para la entrega de información, asumiendo que la administración de documentos físicos es inmanejable e ineficiente para un organismo que debe fiscalizar el cumplimiento de una amplia gama de normativas por parte de miles de Unidades Fiscalizables. Sin duda, contar con información sistematizada es crucial para identificar incumplimientos de manera más rápida y, por lo tanto, activar las respuestas necesarias de forma oportuna.

Si bien aún existen muchos desafíos y oportunidades de mejora relacionadas con los sistemas vigentes de reporte electrónico, principalmente respecto al manejo de Big Data, el compromiso de la SMA es seguir incorporando nuevos sistemas que faciliten la gestión de quienes interactúan con ella. Justamente, uno de los indicadores de desempeño de la institución tiene relación con avanzar en la digitalización de sus trámites. De este modo, actualmente existen tres tipologías de reporte electrónico de organismos externos a la SMA, tal como se observa en la Figura 10.



Figura 10: Tipologías de reporte electrónico

4.2.1 Comunidad regulada

Actualmente, la SMA cuenta con diversos sistemas para que la comunidad regulada pueda reportar sus compromisos y obligaciones, de forma electrónica, lo cual contribuye de forma sustancial a una gestión más eficiente tanto de la institución, como de sus usuarios. Recibidos los documentos y/o antecedentes, la SMA realiza una revisión de ellos, actividad denominada **examen de la información**.

A los sistemas relacionados con emisiones se accede a través de la Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), que administra el Ministerio del Medio Ambiente, mientras que al resto de los sistemas de reporte se accede directamente a través del sitio web de la SMA. Cabe destacar que el diseño de estos sistemas se ha trabajado en conjunto con la comunidad regulada, incluyendo diversas instancias de capacitación y retroalimentación.

A continuación, se detallan los siete sistemas de reporte electrónico disponibles para los regulados:



SISTEMA RCA

Sistema utilizado para alimentar el Registro Público de Resoluciones de Calificación Ambiental, a través del cual los titulares actualizan la información relacionada con sus proyectos, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N°1.518/2013 de la SMA.



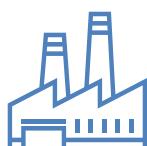
SISTEMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Sistema utilizado para reportar información asociada al seguimiento y/o monitoreo de variables ambientales consideradas en Resoluciones de Calificación Ambiental, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 223/2015 de la SMA. También permite reportar contingencias e incidentes ambientales, según lo establecido en la Resolución N° 885/2016. A modo de referencia, las empresas cargan más de diez mil documentos electrónicos al año, mediante este sistema.



SISTEMA RILES

Sistema utilizado para reportar información asociada al cumplimiento de normas de emisión de Residuos Industriales Líquidos (RILES), de acuerdo a lo establecido en los Decretos Supremos N° 90/2000 y 46/2002. Alrededor de 900 fuentes emisoras reportan datos de sus emisiones a través de este sistema, provenientes de análisis de laboratorios y mediciones in situ. Próximamente se iniciará el desarrollo de una nueva versión del sistema, con objeto de reemplazar la versión actual que fue desarrollada inicialmente por el Ministerio del Ambiente y la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante – DIRECTEMAR.



SISTEMA DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS (SICTER)

Sistema utilizado para reportar información asociada al cumplimiento de la norma de emisión de Centrales Termoeléctricas (Decreto Supremo N° 13/2011). Las fuentes emisoras reportan millones de datos al año, provenientes de sus Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS, en sus siglas en inglés). Actualmente se está implementando una nueva versión del sistema, con objeto de mejorar su desempeño, considerando los millones de datos que debe procesar.



SISTEMA DE IMPUESTO VERDE (SIV)

Sistema utilizado para reportar información asociada a la Ley 20.780, artículo 8, que establece un impuesto a las fuentes fijas. Se trata de una normativa vigente desde el presente año, que grava las emisiones de CO₂ y de contaminantes locales (MP, NO_x y SO₂) de calderas o turbinas con una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt. Este sistema es utilizado por las fuentes emisoras sujetas a la Ley de Impuesto Verde, con excepción de las Unidades de Generación Eléctrica, las cuales utilizan el SICTER para reportar sus emisiones. Cabe destacar que este desarrollo ha sido apoyado por la iniciativa PMR (Partnership for Market Readiness) del Banco Mundial.



SISTEMA DE VIGILANCIA DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS (SIVECAT):

Sistema utilizado para reportar información asociada al cumplimiento de la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico. Durante el presente año, 12 fuentes emisoras reportaron millones de datos, provenientes de sus Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS, en sus siglas en inglés). Cabe destacar que este es el primer sistema de reporte en línea de la SMA.



SISTEMA DE PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO (SPDC)

Sistema utilizado para reportar información asociada al seguimiento de Programas de Cumplimiento aprobados por la SMA. Se trata de un sistema que comenzará a funcionar a principios del 2018 y que permitirá digitalizar un proceso relevante para la institución.

La estrategia reciente de la SMA es desarrollar sistemas de reporte robustos e integrados que permitan la carga de datos de forma eficiente y que incluyan procesos automatizados para la validación inicial de estos. En tanto, el procesamiento de datos para apoyar la verificación del cumplimiento normativo se está abordando, en una primera instancia, a través de herramientas de Business Intelligence, lo que permite aplicar reglas y algoritmos con mayor rapidez y flexibilidad, en comparación a intervenciones de los códigos fuentes de los sistemas, lo cual, en general, requiere de tiempos mayores. Este enfoque (complementar sistemas de información con herramientas de Business Intelligence) ha permitido optimizar sustancialmente los tiempos necesarios para verificar el cumplimiento de las normas que ya cuentan con repositorios electrónicos de datos y, en paralelo, avanzar en la digitalización de los reportes de otras normas. A modo de ejemplo, en la Figura 11 se observa un análisis automatizado para verificar el cumplimiento de la norma de emisión de Centrales Termoeléctricas (D.S. N° 13/2011), a través de una herramienta de Business Intelligence.

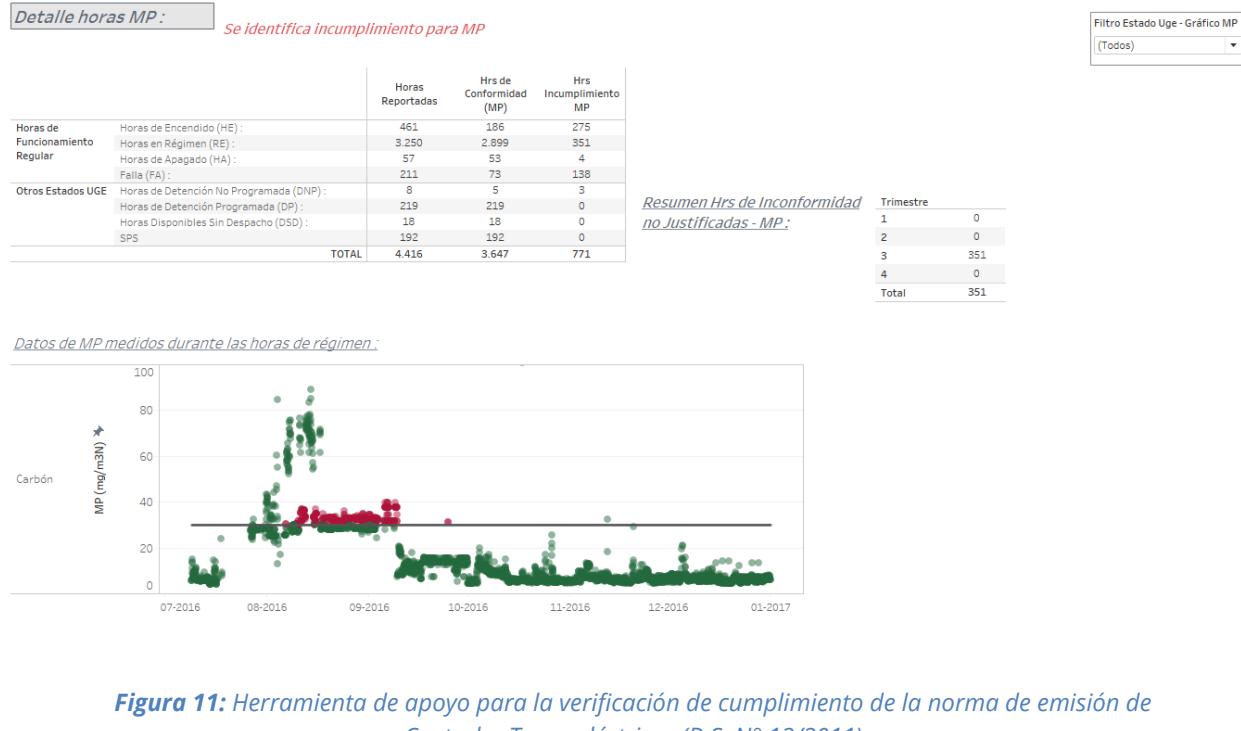


Figura 11: Herramienta de apoyo para la verificación de cumplimiento de la norma de emisión de Centrales Termoeléctricas (D.S. N° 13/2011)

4.2.2 Entidades Técnicas

Todo titular de proyecto que deba desarrollar actividades de muestreo, medición, análisis, inspección y/o verificación, deberá contratar a una **Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA)**, que cuente con autorización vigente en los alcances correspondientes a la actividad que debe informar. Para apoyar el proceso de autorización existe un sistema que permite a los postulantes enviar los antecedentes establecidos. A la fecha existen alrededor de 60 ETFA autorizadas.

Adicionalmente, de forma análoga al caso anterior, se está trabajando en el desarrollo de un sistema que apoye el proceso de autorización de las **Entidades Técnicas de Certificación Ambiental (ETCA)**, quienes realizarán labores de evaluación y certificación de conformidad, respecto de la normativa ambiental aplicable y del cumplimiento de las condiciones de una autorización de funcionamiento ambiental.

4.2.3 Organismos Sectoriales

Actualmente, existen dos sistemas o módulos diseñados para facilitar la coordinación entre la SMA y los Organismos Sectoriales que conforman la **Red Nacional de Fiscalización Ambiental (RENFA)**¹². Esta plataforma informática permite optimizar los procesos de fiscalización realizados en conjunto, a través de la sistematización de antecedentes y la trazabilidad de los flujos de información. Es importante destacar que el diseño de estos módulos se trabajó en conjunto entre la SMA y los Organismos Sectoriales, en función de las necesidades de ambas partes, incluyendo también una activa participación en las etapas de prueba y marcha blanca.

El módulo de programación permite recoger, en forma electrónica, las prioridades de fiscalización, presupuestos e indicadores, que año a año, la SMA solicita a los Organismos Sectoriales en el marco del ciclo de programación de actividades. Adicionalmente, este módulo también permite recibir los reportes de actividades ejecutadas por los OS.

En tanto, el módulo de seguimiento ambiental permite a los Organismos Sectoriales acceder a los reportes de seguimiento ambiental de Resoluciones de Calificación Ambiental, remitidos por titulares de proyectos a la SMA. Actualmente, este módulo está en marcha blanca y se espera que durante el año 2018 se encuentre en pleno funcionamiento.

SMA-OS
Sistema de Organismos Sectoriales

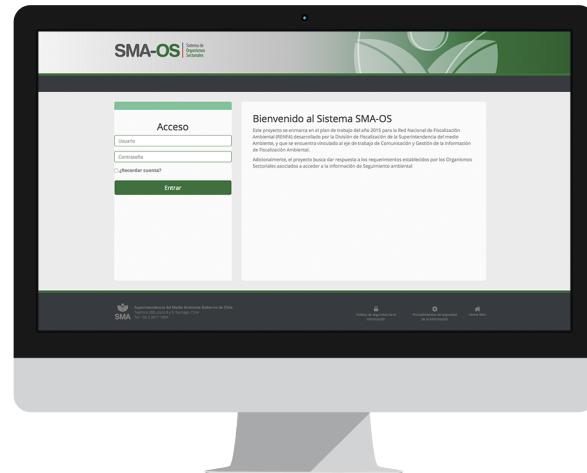


Figura 12: Interfaz del Sistema SMA-OS

¹² <http://renfa.sma.gob.cl/>

4.3 Transparencia

La transparencia de la información es fundamental para promover el cumplimiento de la normativa ambiental. El acceso a la información permite que la ciudadanía pueda conocer los procesos que ocurren en su entorno y que las empresas se enteren de la experiencia de sus pares, lo cual contribuye a la justicia ambiental, concepto que se refiere al tratamiento justo y la participación significativa de todas las personas, con respecto al desarrollo y la aplicación de las leyes, reglamentos y políticas ambientales.

La Ley Orgánica de la SMA, que data del año 2010, estableció altos estándares de transparencia para la institución, acorde a los tiempos modernos, lo cual ha sido un gran desafío y, a la vez, un estímulo permanente para mejorar el acceso público a la información. De este modo, la SMA se ha posicionado como un referente en la transparencia de sus procesos relacionados con la fiscalización y cumplimiento de la normativa ambiental, tanto a nivel nacional, como internacional.

El Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental, conocido como SNIFA por sus siglas (ver Figura 13), es el portal de la SMA que permite el acceso a la información de sus procesos de fiscalización y de sanción, así como también a registros de instrumentos de carácter ambiental de su competencia (normativa ambiental aplicable) y al registro público de sanciones. El sitio también contiene las resoluciones administrativas que dicta la SMA, tales como: Programas y subprogramas de fiscalización, Instrucciones y requerimientos de carácter general, y requerimientos de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

La nueva versión de SNIFA se lanzó durante la cuenta pública realizada en marzo 2016, después de casi un año de trabajo efectuado por el equipo de desarrollo interno, proceso que incluyó la integración con otros sistemas y la implementación del Catastro de Unidades Fiscalizables. Dentro de las principales mejoras de esta nueva versión se encuentran las siguientes:

- ✓ Se actualizó el diseño, con un formato más intuitivo y amigable, siguiendo buenas prácticas para la visualización de datos.
- ✓ Sistema se integró a la plataforma electrónica interna, utilizada por las áreas de la SMA para su gestión, lo cual facilitó la carga de la información, optimizando los tiempos asociados y facilitando la incorporación de otras funcionalidades en el futuro.
- ✓ Se incluyó un catastro de unidades fiscalizables, que permite acceder a la información consolidada que maneja la SMA para cada unidad fiscalizable (fiscalizaciones, sancionatorios, medidas, normativa aplicable, etc.).
- ✓ Se incluyó una sección de estadísticas interactiva, que se actualiza diariamente, de forma automatizada.
- ✓ Se incorporó una opción para buscar y ver resultados a través de mapas, lo cual facilita la navegación.
- ✓ Se mejoró el desempeño del sistema, respecto a buscadores y carga de información, a través de buenas prácticas en codificación y bases de datos.
- ✓ El sitio es responsive, es decir, el formato se adapta según el dispositivo que se esté utilizando (computador, tablet, o celular).

Gracias a esta renovación, los principales indicadores del SNIFA mejoraron sustancialmente. En particular, las páginas visitadas en un año subieron de 597.328 a 817.911 (37% más) y el porcentaje de rebote (sesiones en las que el usuario ha abandonado una página de entrada sin interactuar con ella) disminuyó de 44% a 30%, es decir, el 70% de los visitantes interactúan con el sitio.



Figura 12: Interfaz del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) <http://snifa.sma.gob.cl>

4.4 Innovación en casos sancionatorios

Las nuevas tecnologías de monitoreo remoto, el reporte electrónico y las capacidades analíticas son herramientas que, en conjunto, permiten identificar infracciones a la normativa ambiental y priorizar los casos más significativos, en función de los efectos a la salud de la población y el medio ambiente. Contar con mayor información también permite aplicar **medidas de corrección temprana** que se anticipen a la ocurrencia de eventos indeseados, lo que contribuye a focalizar los recursos de la SMA para iniciar procedimientos sancionatorios en los casos más relevantes.

Sin duda, uno de los hitos más innovadores en materia de promoción al cumplimiento en el derecho ambiental chileno ha sido la incorporación del **Programa de Cumplimiento (PDC)**. Este instrumento busca incentivar el regreso al cumplimiento de la normativa ambiental por parte de un infractor, mediante la presentación de un plan de acciones y metas, que implica la suspensión del procedimiento sancionatorio y su eventual término sin sanción, si la ejecución del programa es satisfactoria. El rol de la SMA es evaluar si las propuestas de las empresas se ajustan a los estándares legales y si son efectivas para alcanzar el cumplimiento. Si bien no es posible exigir la implementación de medidas específicas en un PDC, la SMA fomenta la búsqueda de las soluciones del mejor estándar tecnológico, a través de las instancias de asistencia al regulado. A modo de referencia, durante los casi 5 años que ha operado la SMA, se han aprobado más de 250 Programas de Cumplimiento, que en total consideran una inversión cercana a los 150 millones de dólares, destinada a resolver los incumplimientos detectados.

Una medida innovadora, que a inicios del 2018 estará disponible, es la implementación de un sistema de reporte electrónico para el seguimiento de las medidas consideradas en los Programas de Cumplimiento. Esto permitirá contar con información sistematizada, para una gestión más eficiente.

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO DESTACADO: ANTOFAGASTA TERMINAL INTERNACIONAL

A través del expediente sancionatorio F-068-2014 se le formularon cargos a Antofagasta Terminal Internacional por incumplir medidas para mitigar el polvo en suspensión. A partir de ello, la empresa presentó un PDC que incluyó la instalación de equipos de supresión de polvo y de nebulizadores en la cinta de embarque.

Adicionalmente, el PDC incluyó cámaras para monitorear las operaciones del puerto de forma continua y en tiempo real, específicamente, con respecto a los embarques y desembarques de concentrados y la entrada y salida de camiones a los galpones.



Figura 13: Faenas en ATI (foto de la empresa)

La comunidad puede acceder a las cámaras a través del siguiente link:

<http://www.atipuerto.cl/observanos/>

4.5 Inspirar nuevas normativas

Las tecnologías avanzan de forma vertiginosa, como nunca antes, con actualizaciones y mejoras permanentes. Por lo tanto, uno de los grandes desafíos de los Estados modernos es ser capaces de que sus normativas se adapten lo más rápido posible a los cambios culturales y tecnológicos.

Justamente, a medida que la SMA avanza en la consolidación de sus capacidades para manejar nuevas tecnologías de la información se hace más factible que las nuevas normativas ambientales y las actualizaciones de aquellas en curso incorporen medidas relacionadas con el monitoreo avanzando, incluyendo uso de sensores, reporte en línea, y utilización de imágenes satelitales, entre otras. Obviamente, esto implica un trabajo coordinado de los distintos servicios que componen la institucionalidad ambiental, con el objetivo de consolidar una estrategia de modernización en común y compartir experiencias respecto al uso de tecnologías.

Es importante aclarar que no se trata de reemplazar las medidas tradicionales, como, por ejemplo, la toma de muestras por laboratorios y análisis de datos posteriores, sino que complementarlas a través de herramientas que permitan tener información en línea y/o aumentar la cobertura espacial de datos. La conexión en línea entre empresas y servicios públicos es totalmente factible y a costos muy razonables, cada vez más asequibles.

Adicionalmente, el contar con datos en línea permite avanzar hacia la cada vez más demandada transparencia de la información. Los ciudadanos hoy pueden acceder a las cámaras de tráfico de la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT) en tiempo real, monitorear el estado de las calles a través de aplicaciones en el celular, por lo que contar con datos en línea, va de la mano con la generación de confianzas y con el estándar de información a los que están acostumbradas las nuevas generaciones. Ya hemos visto que esto permite mejorar la relación de las empresas reguladas y sus comunidades aledañas, y es un paso que se solicitará a futuro.

Para una gestión más eficiente de los **Planes de Descontaminación y Prevención Ambiental**, que permita mejorar los pronósticos de episodios críticos de calidad del aire, se requiere complementar la información que actualmente se genera con relación a **Normas de Emisión y Normas de Calidad**. Estos tres instrumentos normativos están íntimamente relacionados y requieren de una información base común, que permita articularlos eficazmente. En este sentido, es esencial aumentar la **cobertura de datos en línea de las emisiones** de empresas, tal como se les exigió a las fundiciones de cobre. De hecho, hay muchas empresas que ya disponen de sofisticados sistemas de monitoreo continuo de emisiones (conocidos como CEMS, por sus siglas en inglés), que la SMA debe validar para su funcionamiento, y que estarían en condiciones de remitir datos en tiempo real (Centrales Termoeléctricas, por ejemplo). También se requiere complementar la **cobertura de las estaciones oficiales de calidad del aire**, dispuestas por el Ministerio del Medio Ambiente, incluyendo tecnologías de bajo costo que permitan complementar los datos actuales, robustecer los modelos, estudiar zonas específicas y/o facilitar la elección de la ubicación de las nuevas estaciones oficiales, entre otros usos.

Si bien existe un desarrollo importante de tecnologías asociadas a emisiones atmosféricas, también hay desarrollos en otras áreas, que pueden contribuir a una fiscalización ambiental más eficiente. En el caso de las **Normas de Emisión de Residuos Industriales Líquidos** se podría incluir, en determinadas circunstancias, el uso de sensores para medir en línea el caudal de descarga y otras variables de interés que se pueden monitorear in situ, tales como pH, conductividad eléctrica, temperatura y turbidez, entre otras.

Adicionalmente, las nuevas **Resoluciones de Calificación Ambiental** podrían incorporar medidas tecnológicas que faciliten las labores de monitoreo y que permitan automatizar el procesamiento de datos por parte de los organismos fiscalizadores. Así, el reporte en línea de variables claves para el seguimiento ambiental, mediante sensores, permitiría generar alertas, apenas se produzcan desviaciones del comportamiento esperado, y/o fallen las medidas implementadas. Además, para el seguimiento de proyectos relevantes es posible utilizar imágenes de alta resolución que permitan monitorear variables y ecosistemas de interés, ya sea a través de programas satelitales comerciales o por medio de drones. Otra medida interesante es la instalación de sensores fuera del límite perimetral de un proyecto, con objeto de monitorear efectos sobre la comunidad aledaña y aplicar medidas adicionales, en caso de que sea necesario (por ejemplo, ruidos en etapas de construcción).

El monitoreo de cuerpos lacustres, especialmente de aquellos que cuentan con **normas secundarias de calidad del agua** (Llanquihue y Villarrica, a la fecha), también se podría potenciar a través del uso de imágenes satelitales. Estas tecnologías permiten realizar seguimiento de variables como clorofila y transparencia, que son indicadores determinantes en los procesos de eutrofización (aumento de nutrientes) y de Bloom o florecimiento de algas. En este sentido, coordinar las fechas de los monitoreos *in situ* con los pasos de los satelitales por los lugares de interés, permitiría calibrar modelos para tener proyecciones en todas las áreas del lago y así, incluso anticipar eventos de riesgos para la salud de la población.

Evidentemente, existen muchas aplicaciones posibles y quizás algunas de ellas requieran de una reforma legal. Lo importante es reconocer a las nuevas tecnologías como un elemento de apoyo al enfoque tradicional. La discusión normativa debe incorporarlas, analizando sus costos y beneficios, y estableciendo sus condiciones de uso. Mientras tanto, los organismos fiscalizadores como la SMA deben seguir fomentando la innovación y generando capacidades internas para el uso de tecnologías avanzadas.

5

DESAFÍOS

Si bien la SMA ha realizado un avance importante respecto a su estrategia de modernización, aún hay muchas posibilidades de mejoras. A continuación, se detallan algunos de los desafíos identificados para ser abordados en el futuro próximo.

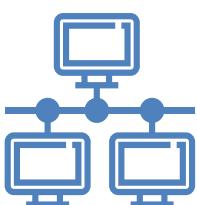


MEJORA CONTINUA

Las tecnologías, junto a las técnicas y metodologías de uso, evolucionan permanentemente. Por lo tanto, es clave mantener un enfoque de mejora continua, fomentando la actualización de conocimientos y el desarrollo de capacidades internas. En este sentido, es necesario mantener un equilibrio entre las operaciones cotidianas y las actividades de innovación, con objeto de cumplir con las funciones establecidas y, al mismo tiempo, mantener la motivación del equipo a cargo.

SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

Es un aspecto relevante que debe ser mejorado constantemente. La SMA debe seguir implementando los mayores estándares que sea posible, con relación a la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información. En este sentido, se requiere fortalecer la gestión de riesgos, a través de un trabajo coordinado entre todas las áreas de la SMA, que permita la identificación de vulnerabilidades y amenazas en el uso, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información, junto a la generación de la capacidad para recuperarse en caso de ser afectado por un ciberataque.



INTEROPERABILIDAD

Es necesario seguir avanzando en la integración digital entre la SMA y otros servicios públicos afines, con objeto de lograr estándares más altos de eficiencia. Si bien hay avances en este ámbito, aún queda camino por recorrer. En este sentido, un paso relevante es la próxima incorporación de la SMA a la Red de Conectividad del Estado (RCE), que consiste en una red confiable y segura para las comunicaciones del Estado, que permite la integración entre los distintos Ministerios y Servicios Públicos, además de acceso a Internet.

COORDINACIÓN DE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

Es necesario mejorar la coordinación entre los servicios que conforman la institucionalidad ambiental (MMA, SEA, SMA y, próximamente, el Servicio de Biodiversidad), con objeto de integrar la información relevante y compartir conocimientos respecto al uso de tecnologías que puedan ser incorporadas en nuevas normas y permisos ambientales. En este sentido, también se estima necesario convocar a los Organismos Sectoriales que conforman la RENFA.





SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Se hace imperativo mejorar la información relacionada con Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) y sus reportes de seguimiento. Actualmente, la SMA dispone de sistemas electrónicos para estos fines, sin embargo, a partir de la experiencia recogida a la fecha, se hace necesario una actualización de esta plataforma, con objeto de privilegiar la recepción de datos, por sobre documentos digitales, de modo de automatizar el procesamiento de la información y la verificación del cumplimiento. Se trata de un proyecto de gran relevancia, que requerirá de una coordinación con el Servicio de Evaluación Ambiental para estandarizar los formatos de las RCA y promover el uso de nuevas tecnologías de monitoreo, lo cual facilitaría la sistematización de los compromisos establecidos, del seguimiento ambiental y de la información relevante para caracterizar riesgos (coberturas de los proyectos, total de emisiones, total de residuos, etc.).

ACTA DE TERRENO DIGITAL

Actualmente los fiscalizadores registran sus actividades de inspección ambiental en actas, mediante escritura manual. Posteriormente, cuando regresan a sus oficinas deben transcribir lo registrado en el Sistema de Fiscalización Ambiental (SISFA). Por lo tanto, interesa evolucionar a actas de terreno digitales que se sincronicen automáticamente con la plataforma electrónica de la SMA, mediante dispositivos que también le permitan al fiscalizador acceder a información de interés durante las actividades en terreno.



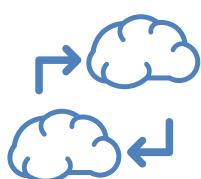
- 1º
- 2º
- 3º

PRIORIZACIÓN DE ACTIVIDADES

Actualmente existe un modelo para apoyar la programación anual de actividades de fiscalización de la SMA y de organismos sectoriales que conforman la RENFA, basado en el concepto de riesgo ambiental, cuya metodología incluye índices de vulnerabilidad ambiental, información histórica de las empresas y denuncias, entre otras variables. Sin embargo, a medida que la SMA cuente con una mejor caracterización de sus unidades fiscalizables (emisiones, generación de residuos, líneas bases, etc.) será posible potenciar el modelo, incorporando técnicas de *Machine Learning* que permitan predecir escenarios y realizar proyecciones. Este mismo enfoque se puede aplicar para apoyar la priorización de los informes de fiscalización remitidos a la División de Sanción y Cumplimiento.

DATOS ABIERTOS

La SMA tiene un permanente compromiso con la transparencia de sus actividades. En este sentido, el portal SNIFA debe ser mejorado permanentemente para facilitar el acceso y la comprensión de la información contenida. Además, se está avanzando para poner a disposición ciertos datos que puedan ser de interés para la ciudadanía y para centros de estudio, de forma directa y sin necesidad de realizar solicitudes, mediante un portal web. También se está evaluando el desarrollo de una API para estos fines.



TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

En línea con el punto anterior, también interesa difundir conocimientos, experiencias y habilidades que ha adquirido la SMA, con relación al uso de tecnologías, que puedan ser útiles para la ciudadanía, Organismos Públicos, Universidades y regulados, en el contexto de promover el cumplimiento de las normas ambientales. En este sentido, existe un especial interés en generar instancias de encuentro y generar publicaciones que faciliten la transferencia de conocimientos.



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Teatinos 280, pisos 7, 8 y 9, Santiago de Chile

Fono: 56 2 2617 1800

Oficina de partes: Teatinos 280, piso 8.

Horario de atención: Lunes a viernes de
9:00 a 13:00 horas, piso 9.

www.sma.gob.cl