



Balance de Gestión Integral

AÑO 2021

Ministerio de Minería

**Servicio Nacional de Geología y
Minería**





Índice

.1. Presentación Cuenta Pública del Ministro del Ramo	3
.2. Resumen Ejecutivo Servicio	7
.3. Resultados de la Gestión año 2018-2021	24
.4. Desafíos para el período de Gobierno 2022	96
.	
.Anexo 1: Identificación de la Institución	113
.	
.	
.	
.Anexo 5: Compromisos de Gobierno 2018 - 2022	119
.Anexo 6A: Informe Programas / Instituciones Evaluadas	120
.Anexo 6B: Informe Preliminar de Cumplimiento de los Compromisos de los Programas/Instituciones Evaluadas	120
.	
.	
.	
.Anexo 10a: Proyectos de Ley en tramitación en el Congreso Nacional 2018-2021	121
.Anexo 10b: Leyes Promulgadas durante 2018-2021	122
.Anexo 11: Premios o Reconocimientos Institucionales 2018-2021	123

1. Presentación Cuenta Pública del Ministro del Ramo

Ministerio de Minería

Pese a todas las dificultades que impuso un año complejo en diversos frentes, la minería siguió siendo en 2021 la industria más importante y emblemática de nuestro país. La afirmación de que Chile es un país minero sigue cimentada en cifras contundentes: por sí sola representa el 10% de nuestra economía, más del 50% de nuestras exportaciones y da trabajo directo e indirecto a más de 800 mil chilenos. Un peso que en las regiones mineras se multiplica, fluctuando entre el 21% y el 53% del PIB regional y entre el 14% y el 68% de los empleos.

Cifras que se mantuvieron pese al segundo año de pandemia del COVID-19 que enfrentó el mundo y del cual nuestro país ciertamente no estuvo ajeno. Pero a diferencia de 2020, esta vez contamos con un exitoso plan de vacunación, reconocido internacionalmente, que permitió ir normalizando las actividades productivas y recuperar mayores espacios de libertad individual.

Según información de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), la producción de cobre en Chile fue de 5.623,8 millones de toneladas en 2021, apenas un 1,9% menos que la registrada en 2020, con lo cual el país mantuvo su condición de primer productor mundial del metal rojo. Para 2022 el escenario es positivo y se proyecta un incremento de 2,9% en la producción, con lo que alcanzaría 5.788 millones de toneladas.

Resultados que han sido posibles gracias al esfuerzo colectivo de empresas, Gobierno y trabajadores por mantener operativa a la industria. La cultura de autocuidado que siempre la ha caracterizado se vio reforzada por las fiscalizaciones realizadas por la autoridad y los estrictos protocolos sanitarios implementados por las propias compañías, posibilitando que la minería no se detuviera ni un solo día.

Eso permitió que la minería siguiera impulsando la recuperación económica y mantener el aporte de ingresos al Fisco para hacer frente a las enormes demandas sociales que comenzaron a generar las cuarentenas y restricciones sanitarias. A esto último ayudó, ciertamente, el alto nivel que alcanzó el precio del metal rojo, el cual llegó a máximos históricos que superaron los 4 dólares la libra.

Pero si queremos mantener nuestra posición como primer productor mundial de cobre y que la industria siga siendo una fuente importante de riquezas para Chile, es esencial generar nuevos proyectos.

El último catastro de Cochilco consigna una sólida cartera de inversiones por US\$ 68 mil millones hasta 2030. Ese monto se potencia gracias a los efectos multiplicadores que tiene la minería, y que Cochilco estima en 1,78 veces. Es decir, por cada \$100 que se invierten en la minería, otros \$78 son destinados a otras áreas, principalmente la construcción, la industria y otros servicios. Si se ve por el lado de la creación de fuentes laborales, por cada empleo directo que genera la minería, el encadenamiento productivo de esta actividad produce 3,7 empleos más, según los datos de la Asociación Internacional del Cobre, ICA.

Con el objetivo de fomentar las inversiones y la creación de empleos, en 2018 el Ministerio de Minería creó la División de Desarrollo Sustentable (DDS), con el fin de brindar asistencia técnica en los permisos que requieren la mediana y la gran minería. En estos cuatro años otorgamos una Resolución de Calificación Ambiental favorable a 114 proyectos mineros por un monto de US\$ 19.882 millones. Ello se compara positivamente con los cuatro años anteriores, cuando se otorgó un RCA favorable a 91 proyectos mineros por un monto de US\$ 16.468 millones, y confirma el importante rol que cumple la DDS.

Con el fin de modernizar la estructura de concesiones mineras, definir nuevas reglas y dinamizar la exploración, durante esta administración el Ministerio de Minería elaboró un diagnóstico sobre el sistema, además de una propuesta de cambios que busca generar mayor recaudación fiscal, inyectando de paso mayor competencia para el uso de patentes mineras. La propuesta resultante fue tomada por el Ejecutivo para ser parte de la batería de herramientas de recaudación fiscal que permitirán financiar permanentemente la Pensión Garantizada Universal (PGU).

Pero si de hitos se trata, la pandemia tampoco fue obstáculo para culminar el trabajo iniciado hace dos años con la elaboración de la Política Nacional Minera 2050. No se trata de un documento generado en un escritorio o entre cuatro paredes. Es el resultado del trabajo realizado por más de 3.500 personas vinculadas a la industria, la academia, la sociedad civil y las universidades, entre otras, que dio origen a un anteproyecto que devolvimos a la ciudadanía en agosto en Calama. Consta de 78 metas de corto, mediano y largo plazo, que desafían tanto a la industria como al Estado, cuyo objetivo es acordar una visión común y proyectable en el tiempo para desarrollar nuestra industria minera en forma sustentable.

La PNM 2050 no reemplaza la implementación de medidas y acciones específicas para satisfacer las necesidades y problemas que ocurren en los períodos de gobierno. Lo que busca es construir una mirada prospectiva que, respetando la facultad de cada Gobierno, sirva para orientar a los distintos actores y tomadores de decisión respecto de los objetivos país en el largo plazo.

El proceso contó con el respaldo de una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), un período de consulta pública y, tras la firma del Presidente Sebastián Piñera, se convirtió oficialmente en la primera política de Estado para nuestra industria más emblemática.

La PNM 2050 será una gran contribución para ir materializando acciones concretas que permitan enfrentar la mayor amenaza que enfrenta el planeta: la lucha contra el cambio climático. Un desafío para el que Chile está llamado a jugar un rol de primer orden.

La razón es simple. Así como somos uno de los países más afectados por este fenómeno, bajo nuestros pies se encuentran los minerales esenciales para combatirlo. La transición energética que permitirá frenar el calentamiento global requerirá de enormes cantidades de cobre y el litio, de los cuales somos el primer y segundo productor mundial, respectivamente, y tenemos las mayores reservas mundiales de ambos.

Pero tan importante como proveerlos será hacerlo de una forma sustentable con el medioambiente que buscamos proteger. Limpiar nuestra propia matriz productiva nos exige seguir trabajando con convicción para elevar los estándares de la industria y cumplir con las crecientes exigencias sociales, ambientales y de competitividad que enfrenta. Las emisiones que generan el calentamiento global son provocadas en un 78% por el sector energía. De ahí la necesidad de transformar de manera profunda la forma en que producimos y consumimos energía para frenar esas emisiones y con ello el calentamiento global. Y eso no lo podremos hacer sin minerales.

En 2021 lanzamos una convocatoria nacional e internacional para sumar nuevos actores a la producción de litio y mantener así a Chile como un actor importante en este mercado a nivel mundial. De las 5 cuotas que se ofrecían, finalmente se adjudicaron dos por un total de 160.000 toneladas de LME, que representan el 1,8% de las reservas conocidas de litio en nuestro país. La presentación de recursos de protección ante la justicia mantiene suspendido el proceso a la espera de lo que ese poder del Estado resuelva. En el caso de Codelco, durante 2021 tramitó diferentes permisos sectoriales y, tras obtener la Resolución de Calificación Ambiental, finalmente comenzó los trabajos de exploración de litio en el Salar de Maricunga.

La seguridad de quienes trabajan en la minería ha sido siempre una preocupación central del trabajo del ministerio, a través de Sernageomin. Desde el accidente de los “33 de Atacama”, en 2010, la minería chilena de todos los tamaños ha hecho avances muy importantes en materia de seguridad minera, reduciendo en un 80% la tasa de fatalidad en el caso de la pequeña minería, por ejemplo. Ello ha sido posible gracias al trabajo conjunto de las empresas, Sernageomin, Ministerio de Minería, las demás reparticiones públicas, pero sobre todo de los propios trabajadores mineros. Siguiendo esta tendencia, en estos últimos cuatro años la tasa de fatalidad de la industria se redujo en un 50%, mientras que los fallecidos disminuyeron un 20%.

El período 2018-2021 planteó grandes desafíos al sector minero. Y tanto el Gobierno como el sector privado siguieron avanzando en acciones concretas para que esta industria de tanto peso y tradición en nuestro país siga desarrollándose con mayores estándares de sustentabilidad, seguridad y aporte a la cadena de valor. Estoy seguro que las nuevas autoridades continuarán trabajando en esta misma senda.

Juan Carlos Jobet Eluchans
MINISTRO DE MINERÍA

2. Resumen Ejecutivo Servicio

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) se crea mediante el D.S. N°3.525 de noviembre de 1980, como un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con el objetivo de asesorar al Ministerio de Minería en materias geológicas y mineras.

Por lo anterior define su misión de la siguiente forma: “El Servicio Nacional de Geología y Minería es el organismo técnico responsable de generar, mantener y divulgar información de geología básica y de recursos y peligros geológicos del territorio nacional, para el bienestar de la comunidad y al servicio del país, y de regular y/o fiscalizar el cumplimiento de normativas mineras en materia de seguridad, propiedad y planes de cierre, para contribuir al desarrollo de la minería nacional”.

SERNAGEOMIN se organiza en dos áreas técnicas, la Subdirección Nacional de Geología (SDNG) y la Subdirección Nacional de Minería (SDNM). Al año 2021 la dotación fue de 615 funcionarios (380 hombres y 225 mujeres). Además, logra una ejecución del 96,6% del presupuesto asignado de M\$30.613.463 con un total ejecutado de M\$29.587.052.

En su calidad de organismo desconcentrado regionalmente, ejecuta sus programas estructurándose en Direcciones Regionales, las que comprenden: Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Centro (regiones de Valparaíso y Metropolitana de Santiago), del Libertador General Bernardo O’Higgins, del Maule, Sur (regiones del Biobío, La Araucanía, Los Lagos y Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo), de Los Ríos, y Magallanes y de la Antártica Chilena.

Además, integran el SERNAGEOMIN, la Oficina Técnica en Puerto Varas y el Observatorio Volcanológico de Los Andes del Sur, en Temuco (OVDAS). Además, personal de la sede de Sernageomin en Coyhaique cumple funciones de apoyo en la mantención de la red de monitoreo volcánico en la zona sur del país.

Por último y como apoyo transversal a las labores de geológica y minera cuenta con un Laboratorio Químico para análisis de muestras y una Biblioteca. Esta última, con sus colecciones y material de uso público es un aporte para estudiantes, mineros, profesionales, investigadores y empresarios que requieren información de geología y minería.

En el contexto del Programa del Mejoramiento de la Gestión (PMG) institucional, SERNAGEOMIN ha cumplido con los objetivos de gestión asumidos en el período 2018-2021. En el año 2018, la institución alcanzó un 98,5% de cumplimiento, con 3 Objetivos de Gestión y 18 indicadores cumplidos; en el año 2019, se logró un 100%, con 3 Objetivos de Gestión y 12 indicadores comprometidos (6 de ellos indicadores transversales), en el año 2020, el cumplimiento alcanzó a un 99%, para 3 Objetivos de Gestión, respecto de 12 indicadores comprometidos (de ellos 7 indicadores transversales) y en el año 2021, el resultado es de 100% en 3 Objetivos de Gestión, con 10 indicadores comprometidos (8 indicadores transversales).

En cuanto al cumplimiento de los indicadores transversales a todos los servicios del Estado, cabe destacar que, en el año 2021, el Servicio alcanzó el 100% de sus trámites digitales (29/29) en el nivel máximo de digitalización, cumpliendo con la Agenda de Transformación digital del Estado. Respecto de las Solicitudes de acceso a la información pública, desde el año 2020 se mejoraron los procesos internos y la estructura informática en la que se gestionan estas solicitudes, logrando acortar los tiempos de respuesta. Para el año 2021, la meta propuesta por el Servicio fue de un 40,53% y se obtuvo un porcentaje de respuesta de 73,58 % correspondiente a 651 solicitudes de información respondidas en el año, 479 de éstas en un plazo menor o igual a 15 días hábiles, evidenciando las gestiones realizadas para agilizar los procesos en menor tiempo.

Respecto del cumplimiento del Convenio de Desempeño Colectivo, en el período 2018-2021, el resultado ha sido igualmente apreciable como se muestra en el cuadro siguiente:

Equipos de Trabajo	Total equipos de trabajo	Nº promedio de Personas/ Equipo de Trabajo	Nº de metas de gestión/ Equipo de Trabajo	Porcentaje de Cumplimiento de Metas
2018	21	29	4,5	99
2019	23	26	4,7	100
2020	13	46	4,7	100
2021	12	50	6,2	100

Subdirección Nacional de Geología

La Subdirección Nacional de Geología (SDNG) ha priorizado su área de gestión, apoyando el control interno y seguimiento de las actividades de sus distintos Departamentos, de manera que las acciones y compromisos estén alineados con los objetivos y desafíos estratégicos de la institución a mediano plazo.

Como resultado de esta coordinación, se avanzó en la integración del proceso de mapeo geológico y publicaciones, se generaron instrumentos de gestión, procedimientos y flujos de actividades en cada área, para agilizar los compromisos con una mirada transversal, entre ellos están: el portafolio de proyectos 2021-2022, que se extenderá a los años 2023-2024 al finalizar el presente período, programaciones por proyecto de mediano plazo, fichas de proyectos, seguimiento de proyectos mediante Project online y repositorio de documentación de respaldo por proyecto.

A partir del año 2020, entró en funcionamiento la plataforma online para dar respuesta a las Asistencias Técnicas Geológicas asociadas a obtención de permisos municipales, mediante la plataforma SUPER del Estado. Un resultado en esta línea de trabajo en el año 2020, lo constituye la estructuración digital de un catastro digital de remociones en masa (RM) que difunde los eventos ocurridos en las últimas décadas a nivel nacional. Esta información georreferenciada se encuentra disponible en el portal Geomin.

El Proyecto de modernización de la infraestructura corporativa de datos geológicos (proyecto de IDE-Geología) se ejecutó durante el año 2019, como primera etapa de un proyecto que va a implementar un conjunto de sistemas, tecnologías, procesos, políticas y perfeccionamiento técnico de los equipos de trabajos para la interoperabilidad y centralización de toda la información geológica de la Subdirección Nacional de Geología.

En esa dirección, se implementó el Portal Geomin (<http://portalgeominbeta.sernageomin.cl>), donde se difunden principalmente los mapas de cartografía geológica, con su lanzamiento oficial en mayo de 2020. La modernización de la nueva tienda digital para la venta de los productos GIS y publicaciones de cartografía geológica, se diseñó en el año 2019 y fue puesta en producción en el 2021. Entre otros proyectos del Depto. de Geomática, se desarrollaron proyectos para la automatización de productos de respuesta rápida ante emergencias geológicas con datos satelitales (2020-2021) en los Departamentos de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV) y el Departamento de Geología Aplicada (DGA).

Plan Nacional de Geología (PNG):

El Plan Nacional de Geología (PNG) es el programa público encargado de la generación de conocimiento geológico del territorio nacional, a través de la publicación de cartografía temática a distintas escalas, estudios técnicos, bases de datos digitales, y publicaciones científicas. Este programa desarrolla estudios en tres áreas temáticas: Geología Básica, Geoquímica y Geofísica. Los recursos asignados al PNG en el año 2021 (Presupuesto M\$4.439.402), con una ejecución de 92,8% (M\$4.119.424). La dotación máxima autorizada para este Programa es de 91 funcionarios, distribuidos además del Departamento de Geología General que genera los productos de cartografía, en las unidades de apoyo transversal requeridas.

El Plan se inició con una “Primera Etapa” (2011-2019) correspondiente a la zona comprendida entre los paralelos 18° a 30°S (Arica-Parinacota a Coquimbo), en la cual se publicó un total acumulado de 108 mapas de geología básica, escala 1:100.000, 61 cartas geofísicas escala 1:100.000 generados a partir de vuelos aerogeofísicos y 8,55 mapas y bases de datos de geoquímica de sedimentos. Con ello, en 2019, se completó la meta país comprometida para esta Primera Etapa, alcanzando 221.532 Km², un 81,5% de la superficie comprendida entre los paralelos 18° a 30° S (271.773 km²).

Para la Segunda Etapa (2020-2024), el PNG comprometió a partir del año 2020 en el Programa de Mejoramiento de Gestión y en el Formulario H, un nuevo indicador denominado “Porcentaje de Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales del Plan Nacional de Geología elaborados al año t respecto del total de los programados para un horizonte de 5 años” (2020-2024) y renovable de manera quinquenal. El Programa abordará la zona centro-sur del territorio nacional, con nuevos

desafíos en el levantamiento de información geológica a lo largo de una franja más amplia del territorio, tanto al sur como al norte de los 30°S, dado que la demanda de información es reconocidamente más amplia que hace diez años atrás.

Los resultados en esta Segunda Etapa en ejecución corresponden a 16 nuevas publicaciones geológicas en sus 3 áreas temáticas, en los años 2020 y 2021, respecto del total de 88 a completarse en el período (2020-2024), existiendo 45 publicaciones previas hasta el año 2019. Durante estos años, se ha consolidado además el Programa de Geología y Geofísica Marina como un importante eje de desarrollo para el PNG, y en años siguientes se publicará la cartografía de geología básica de los principales territorios insulares del país, a una escala de detalle (1:50.000 o superior).

En septiembre 2020, se lanzó la página web de este Programa (<https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/>). Esta plataforma incluye un nuevo buscador geoespacial, donde el usuario puede consultar en un ambiente SIG (similar a Google Earth), los productos publicados en el territorio nacional (<https://sernageomin.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=2235c5a7264548558adac19b04936903>).

Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV):

La Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV) es un programa de carácter nacional cuya misión es mantener una red de vigilancia para alerta temprana y evaluación de peligrosidad de la actividad volcánica en el territorio nacional. Entre los años 2009-2013, se implementó el funcionamiento de sistemas de monitoreo instrumental en línea para los 45 volcanes más activos de Chile, cuya prioridad se seleccionó sobre la base del nivel de peligrosidad y de exposición de las comunidades aledañas; además, se elaboraron 43 mapas preliminares de peligros, uno por cada volcán o complejo volcánico monitoreado.

La RNVV mantiene la operación del sistema de monitoreo instrumental, en línea y en tiempo real, para los 45 volcanes activos a lo largo del país en el territorio nacional. La red de vigilancia volcánica está constituida en el año 2021, por 281 sitios con equipamiento instalado, que incluye 464 estaciones de monitoreo y nodos satelitales, con un sistema de monitoreo en modalidad 24/7. Para el desempeño de las estaciones de monitoreo, se ejecuta el correspondiente plan anual de mantenciones correctivas y preventivas.

A nivel institucional, depende de la Subdirección Nacional de Geología y está conformada por el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) en Temuco, que concentra la vigilancia instrumental de los 45 volcanes de mayor peligro del país, además del personal en Coyhaique que apoya la mantención de la red de monitoreo volcánico en la zona sur del país.

La Unidad de Geología y Peligros de Sistemas Volcánicos (UGPSV) cuenta con profesionales en Santiago, Copiapó y Oficina Técnica de Puerto Varas, para desarrollar la caracterización geológica de los volcanes activos y la confección de mapas de peligrosidad de los volcanes categoría I y II del Ranking de Riesgo Específico.

La RNVV corresponde al Programa 02 de la Ley de Presupuestos de SERNAGEOMIN, el cual contó un presupuesto de M\$3.365.717 en el año 2021, con una ejecución de M\$3.138.250.

En el año 2019, la RNVV completó la actualización de un nuevo Ranking de Riesgos Específico de Volcanes Activos de Chile, a 10 años de la creación de la RNVV, con base en el comportamiento eruptivo de los volcanes en el país, desde el año 1800 a la fecha. Este Ranking es una herramienta objetiva que permite priorizar los esfuerzos y recursos en un país con tanta variedad y recurrencia volcánica y sintetizar los conocimientos y experiencias generadas durante la última década (https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2020/07/2Ranking-2019_Tabla_Final.pdf).

En el año 2020, la RNVV analizó y seleccionó metodologías para el diseño monitoreo volcánico de los volcanes correspondientes a categoría 3 y 4 ubicados en zonas extremas, según el informe de ranking 2019, definiendo los volcanes y metodologías a aplicar a través de sensores remotos. También, se está probando la automatización de sus procesos de análisis para un volcán categoría 1 de riesgo específico, para enfrentar el monitoreo de múltiples volcanes y obtener el objetivo de vigilancia y elaboración de alertas volcánicas, de manera eficiente.

La RNVV comunica regularmente el estado de actividad y niveles de alerta técnica de los volcanes activos monitoreados a través de Reportes de Actividad Volcánica (RAV), con periodicidad mensual, quincenal y/o diario, Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV) y para los volcanes sin red instrumental in-situ, se elabora una Minuta Excepcional Volcánica (MEV), en caso de ocurrencia de una anomalía volcánica o bien por requerimiento específico de ONEMI. Esto implica un mayor alcance de la RNVV hacia áreas que no son cubiertas por la red de monitoreo actual. En el período 2018 a 2021, el número de reportes emitidos fueron 478, 730, 358 y 374 respectivamente, cuya información está disponible por cada volcán monitoreado en el sitio web: (<https://www.sernageomin.cl/red-nacional-de-vigilancia-volcanica/>). La entrega de información sobre el monitoreo y las alertas volcánicas a las comunidades aledañas a estos volcanes, junto con la coordinación técnica con los organismos de emergencia, han permitido brindar el apoyo técnico requerido en la atención de crisis volcánicas.

La coordinación con SERNAPRED (anterior ONEMI), se efectúa regularmente mediante mesas técnicas citadas por ese organismo, para responder a los requerimientos que implican los cambios de alerta realizados y actualización de la actividad volcánica. En enero de 2019, fue firmado el Protocolo ONEMI-SERNAGEOMIN para monitoreo y alerta frente al riesgo volcánico.

También, el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) mantiene coordinación con el Centro Sismológico Nacional (CSN), para la transmisión de datos desde su red instrumental al CSN. Durante el 2021, se avanzó en la definición de un anexo al Convenio de Cooperación firmado en el año 2015 entre el CSN y Sernageomin. Este anexo tiene relación con la instalación de un Centro de Procesamiento Portátil del CSN como medio de respaldo de la información y de contingencia ante un escenario de terremoto que afecte la sede central del CSN en la capital.

Anualmente, la RNVV ha comprometido publicar 2 nuevos Mapas de Peligro Volcánico Regulares (MPR), respecto del total de Volcanes que se encuentran en la categoría I y II de peligrosidad vigente en el año t-1 (30 volcanes), habiéndose alcanzado el 80% de cobertura (24/30) al año 2021, por lo que al año 2023 se dispondrá de toda la cartografía de peligros volcánicos para los volcanes categorizados como de mayor riesgo en el territorio nacional.

Departamento de Geología Aplicada:

SERNAGEOMIN ha puesto de manifiesto una priorización de esfuerzos institucionales en esta área. El Departamento de Geología Aplicada está encargado de atender la demanda de información geológica en sus áreas temáticas de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial, Recursos Minerales, Hidrogeología, Geotermia y Geopatrimonio.

En el Formulario H, se ha comprometido anualmente la elaboración de estudios/ informes y/o bases de datos digitales, de los cuales en el período 2018-2021, se completaron 23 nuevas publicaciones en estas áreas temáticas. El resultado del indicador al año 2021 es de 86,3%, respecto de una meta de 88,2%, con un total acumulado de 44 publicaciones de geología aplicada respecto de un denominador de 51 estudios / informes y/o bases de datos digitales programados a alcanzar en el período 2018-2022.

En el año 2019, se definió un Programa Nacional de Peligros Geológicos por Remociones en Masa (RM) con el objetivo de dar soporte técnico, a las autoridades del país y a la población en general, tanto desde el punto de vista preventivo como reactivo, ante los distintos fenómenos de remociones en masa que se dan en el territorio. A partir de la identificación y priorización de objetivos estratégicos para abordar la gestión del riesgo de desastres, el monitoreo y el ordenamiento territorial asociados al peligro de remociones en masa (RM), el Departamento de Geología Aplicada diseñó un plan de levantamiento y mapeo de este tipo de amenaza con el fin de cubrir todo el territorio nacional, además de generar información técnica que permita mejorar el conocimiento en esta materia.

En el año 2020, se realizó el diseño de la estructura de base de datos para el catastro de RM y la carga preliminar de datos de eventos de RM levantados y disponibles en Sernageomin. En el ámbito preventivo, se ejecutan el mapeo de zonas de peligro por remociones en masa a nivel nacional y las Asistencias Técnicas Geológicas, y en el ámbito reactivo, la Atención de Emergencias Geológicas. En el año 2021, se finalizó la compilación y análisis del registro histórico de remociones en masas en la cuenca del río Copiapó, se completaron los estudios sobre Remociones en masa y crecidas fluviales en la cuenca del río Las Minas de Punta Arenas, región de Magallanes y Antártica Chilena, y sobre Peligros de Remociones en masa en el sector sur de la región de Coquimbo, que corresponde a un informe y mapa a escala regional, 1:250.000. Además, Sernageomin obtuvo la aprobación de 3 proyectos a escala 1:250.000 para la zonificación de áreas y sectores críticos expuestos a peligros o susceptibilidad por RM, postulados al Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), en las regiones de Arica-Parinacota, Antofagasta y Los Ríos.

En materia de atención de emergencias geológicas, el Departamento de Geología Aplicada, a través de la Unidad de Asistencia Técnica y Emergencias Geológicas, es el encargado de atender y responder gran parte de las asistencias técnicas geológicas que recibe la Subdirección Nacional de Geología desde otras instituciones públicas, y acudir a la zona de emergencias geológicas (como aluviones, remociones en masa), para levantar información de los fenómenos geológicos en terreno y apoyar a autoridades en la toma de decisiones durante y posterior a ellas.

Durante los últimos años se observa un fuerte incremento en los requerimientos de Asistencias Técnicas Geológicas (ATG), cuyos valores efectivos han sido 2.116 pronunciamientos en total para el período 2018 - 2021, con el mayor porcentaje correspondiendo a ingresos de proyectos para obtención de permisos municipales desde comunas de las regiones de Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Valparaíso, cuyo crecimiento podría continuar en la medida que nuevas comunas vayan actualizando sus planos reguladores.

En el área de Recursos Minerales y Rocas Industriales, con respecto a la aplicación del Reglamento 104 de Entrega de Información Geológica básica de Exploración (SIGEX), en 2021 ingresaron 738 proyectos de los cuales 685 ya cuentan con su resolución final. Esto representa un sostenido incremento respecto a los 215 proyectos del año 2018, 498 del año 2019 y 527 en 2020.

En materia de recursos geotérmicos, el Departamento de Geología Aplicada avanzó en los trabajos requeridos para la evaluación de los recursos geotérmicos de las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, entre ellos: estudios de los recursos geotérmicos de media y alta temperatura en áreas de interés o de probables sistemas geotermales existentes en la Cordillera, evaluación de los recursos geotérmicos de muy baja temperatura en la depresión central de la región de La Araucanía, y mapas de favorabilidad geotérmica en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, y un estudio a escala local en la ciudad de Valdivia, en el marco del Convenio de Colaboración entre SERNAGEOMIN y la Subsecretaría de Energía.

El Departamento de Geología Aplicada contó con un presupuesto vigente en el año 2021 de \$M1.960.346, del cual se ejecutó \$M 1.910.374 (97,5%).

Subdirección Nacional de Minería

Seguridad Minera

El foco del Programa de Seguridad Minera en el periodo 2018-2021 ha sido la seguridad de las personas. Por ello, hemos puesto nuestro esfuerzo en generar una reducción en la accidentabilidad y mejorar la seguridad de los trabajadores, a través del Proyecto Cero Accidente, el que pretende por medio de inteligencia de datos, proyectar análisis predictivos en minería y contribuir a la reducción de accidentes fatales en la industria. Esta estrategia permitió mantener el nivel de fiscalizaciones totales a las instalaciones de manera estable (alrededor de la meta anual de 10.000 fiscalizaciones), y focalizando en la cobertura a faenas operativas, la que aumentó en el periodo en un 45%.

Como resultado de esta estrategia, la evolución de la tasa de fatalidad se ha reducido en el periodo en un 50%, y la tasa de frecuencia de accidentes en un 19%, como se muestra en el cuadro siguiente:

Ítem	2018	2019	2020	2021
Fiscalizaciones Totales a instalaciones	10.733	10.545	10.483	10.577
Fiscalizaciones de cobertura a faenas operativas	1.925	1.874	1.772	1.800
Faenas operativas al 31 de diciembre del año t-1	3.130	2.685	2.254	1.992
Cobertura de fiscalización a faenas operativas	61,4%	70%	76,8%	90,4%
Accidentes fatales / Fallecidos/as	14/15	10/15	11/13	10/12
Tasa de fatalidad (fallecidos por un millón de horas personas trabajadas)	0,04	0,03	0,03	0,02
Tasa de frecuencia de accidentes (accidentado/as con tiempo perdido +fallecido/as por un millón de horas persona trabajadas)	1,67	1,53	1,41	1,36

Para la implementación de esta estrategia, se desarrollaron en el periodo un conjunto de mejoras en gestión en los diversos Departamentos de la Subdirección Nacional de Minería, como reportabilidad y seguimiento en la Plataforma PowerBI de la SDMN, a través de la cual y en conjunto con la implementación de los procesos de investigación de accidentes y sancionatorios, con el proceso de seguimiento y pago de multas y cierre en Sistema BPMS, generaron trazabilidad y digitalización de la documentación asociada, requerida para la mejora de gestión.

Evaluación de Proyectos Mineros

Respecto a la revisión de proyectos de explotación, durante el año 2018, se revisaron 655 proyectos de explotación bajo 5.000 TPM, con un logro de un 98,8% de los proyectos ingresados (663). En proyectos mayores de 10.000 TPM, la recepción y revisión al 2018 fue de 209 proyectos, con un 94,6% del total recepcionado (221).

En el año 2019 se revisaron 735 proyectos de explotación bajo 5.000 TPM en un plazo de 60 días, además, se redujeron los plazos de días de revisión señalados en el artículo 597 del Título XV del Reglamento de Seguridad Minera al 31/12/2019. La revisión de proyectos mayores de 5.000 TPM, tuvo un aumento en el ingreso de proyectos de un 15% respecto de los 130 ingresados el año 2018, de ellos 58,4% fueron revisados dentro del plazo de 60 días.

Durante el 2020, Sernageomin revisó 1.130 proyectos bajo 5000 TPM, lo que representó un incremento de 45% con respecto a los 778 proyectos revisados en 2019. En relación a proyectos sobre 5000 TPM, el 2020 Sernageomin revisó 168, lo que constituye un incremento de 49% con respecto a los 113 revisado en el 2019.

En dicho año, se produjo una reducción significativa en la variabilidad de los tiempos de evaluación de proyectos mineros que incluyen tanto relaves como métodos de explotación, logrando una reducción de 31% cuando se compara con los tiempos del año 2019. Esta reducción fue de al menos 60 días. La reducción fue lograda con una combinación de eficiente uso de herramientas de seguimiento de proyectos (Aurportal) y prácticas de gestión orientadas a aumentar la productividad.

Durante el 2021, Sernageomin realizó con un primer pronunciamiento de 574 proyectos bajo 5000 TPM del tipo de Proyecto de explotación y plantas, dentro de los 50 días hábiles, considerando el ingreso de 674 proyectos desde 01 de enero al 30 de septiembre de 2021, con lo cual tiene un cumplimiento de 85%. Para los Proyectos sobre 5.000 TPM del tipo de Proyecto de explotación y plantas, ingresaron 45 proyectos con pronunciamiento de 20 proyectos dentro del plazo, lo que considera un cumplimiento de 44%, siendo la meta un 25%.

Depósitos de Relaves

En el marco del DS 248 sobre el "Reglamento para la aprobación de proyectos de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves del Ministerio de Minería", el Servicio ejecutó 332 fiscalizaciones totales a depósitos de relaves, durante el año 2018 y se recepcionaron 24 informes trimestrales de las empresas mineras sobre la operación de tranques de relaves activos. El Catastro Nacional de Depósitos de Relaves, durante ese año identificó 740 depósitos, con 101 activos y 600 corresponden al método constructivo "tranque de relave". Del total activo, 44 corresponden a este método constructivo.

Durante el año 2019, se ejecutaron 473 fiscalizaciones a depósitos de relaves, con la recepción de 49 informes trimestrales, en promedio, de las empresas mineras sobre la operación de tranques de relaves activos. En la actualización del Catastro Nacional de Depósitos de Relaves, se registraron 742 depósitos identificados de los cuales 104 depósitos estaban activos, 173 abandonados, 463 inactivos y 2 en construcción. Respecto a los depósitos activos, 46 de ellos corresponde a los definidos como tranque de relave.

Para el año 2020, el Servicio ejecutó 419 fiscalizaciones a depósitos de relaves, y recibió 150 informes trimestrales de las empresas mineras sobre la operación de sus tranques de relaves activos. Y en la actualización del Catastro Nacional se identificaron 757 depósitos de relaves, de los cuales 112 depósitos estaban activos, 173 abandonados, 467 inactivos y 5 en construcción. Respecto a los depósitos activos, 51 de ellos corresponden a los definidos como tranque de relave.

Finalmente, en el año 2021, se realizaron 473 fiscalizaciones a depósitos de relaves, y recibió 307 informes trimestrales de las empresas mineras sobre la operación de sus tranques de relaves activos.

En la actualización anual del Catastro Nacional de Depósitos de Relaves, se identificaron 762 depósitos de relaves identificados en el año 2021, de los cuales 111 depósitos están activos, 173 abandonados, 472 inactivos y 6 en construcción. Respecto a los depósitos activos, 51 de ellos corresponden a los definidos como tranque de relave.

Propiedad Minera

En 2018, en el área de Propiedad Minera, se firmaron acuerdos interinstitucionales de cooperación entre SERNAGEOMIN con las Cortes de Apelaciones de Magallanes, Santiago, San Miguel y Puerto Montt. Con esto concluyó satisfactoriamente la firma de acuerdos con el Poder Judicial, dando cumplimiento a la Ley N° 20.886 que estableció la tramitación digital de los procedimientos judiciales, para el ingreso de expedientes en forma electrónica.

De esta forma al finalizar el año se habían despachado 4.849 expedientes de explotación minera (mensuras), con un tiempo promedio de 42,1 días que, supone un plazo inferior a los 60 días señalados en la ley. Respecto a los expedientes de exploración (pedimentos), se gestionaron 20.105 expedientes con un tiempo promedio de revisión de 31 días.

Durante el 2019, se despacharon 4.411 mensuras, con un tiempo promedio de 41,6 días en tanto, para pedimentos se alcanzaron 14.659 expedientes despachados con un tiempo promedio de revisión de 27 días. En dicho año, además, se actualizó el Catastro Minero de concesiones mineras de exploración, a través de la revisión de 6.933 expedientes de tramitación de concesiones mineras en el Poder Judicial, se logró eliminar 4.543 concesiones del catastro que ya cumplieron el período legal de vigencia, liberando una importante cantidad hectáreas de superficie concesible, lo que permitirá que se puedan constituir concesiones mineras y explorar o explotar nuevos yacimientos.

En el año 2020, los tiempos de despachos en mensuras y pedimentos siguieron disminuyendo, alcanzando a 40,6 días promedio con 3.782 expedientes de mensuras despachados, y 25 días promedio para 15.864 pedimentos

Finalmente, en el año 2021, el Servicio revisó y despacho al Poder Judicial 4.112 expedientes de concesiones de explotación y 18.808 de concesiones de exploración minera, que representan un aumento de 8,7% y 18,6% respectivamente en relación con el año 2020. Dentro del proceso de modernización de los trámites, se entregaron 15.720 constancias digitales, de las cuales 14.479 corresponde a concesiones mineras de exploración y 1.241 corresponden a concesiones mineras de explotación, este trámite se efectúa completamente online y facilita la inscripción de la sentencia constitutiva de la concesión en el Registro de Descubrimientos del Conservador de Minas correspondiente.

Gestión Ambiental:

El primer paso para el desarrollo de un proyecto minero es la evaluación ambiental del mismo, mediante el ingreso de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), para la obtención de su Resolución de Calificación Ambiental (RCA). **En su calidad de Órgano de la Administración del Estado con Competencia Ambiental**, SERNAGEOMIN, durante el año 2018, revisó 27 EIA, 247 Declaraciones de Impacto Ambiental DIA, y se realizaron 27 Adendas de EIA y 124 Adendas de DIA. Además, se ejecutaron 36 fiscalizaciones del programa mandatado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)

En relación a las fiscalizaciones da planes de cierres de faenas mineras menores a 5.000 TPM, se ejecutaron 189 fiscalizaciones en el año 2018, y se lograron 45 fiscalizaciones a faenas mineras mayores a 10.000 TPM. Además, se levantaron 193 formularios E-400 de Faenas Mineras Abandonadas (FMA/P) y se efectuaron 56 evaluaciones de riesgos. también, se resolvieron 705 planes de cierre simplificados, de los cuales 434 fueron aprobados. Finalmente, se resolvieron 52 planes de cierre generales, de los cuales se aprobaron 35.

En el año 2019, se mantuvo el programa mandatado por la SMA, con 36 fiscalizaciones realizadas y se realizaron 3 fiscalizaciones por denuncias. Además, se revisaron 47 EIA, 322 DIA, y se generaron 25 adendas de EIA y 145 adendas de DIA.

Conjuntamente, se ejecutaron 153 fiscalizaciones a planes de cierres de faenas mineras menores a 5.000 TPM, y se lograron 54 fiscalizaciones a faenas mineras mayores a 10.000 TPM. Además, se levantaron 193 formularios E-400 de Faenas Mineras Abandonadas (FMA/P) y se efectuaron 56 evaluaciones de riesgos. También, se gestionaron 705 planes de cierre simplificados, de los cuales 434 fueron aprobados. Finalmente, se resolvieron 52 planes de cierre generales, de los cuales se aprobaron 35.

En el año 2020, SMA mandató a Sernageomin realizar 30 fiscalizaciones, realizándose el 100% de éstas y además una fiscalización por denuncia. Se evaluaron 35 EIA y 352 DIA, con 23 adendas a EIA evaluados y 186 Adendas a DIAS revisadas.

Además, realizó 56 fiscalizaciones de Planes de Cierre de faenas mineras menores a 5.000 TPM y 60 fiscalizaciones de Planes de cierre mayores a 10.000 TPM. Se resolvieron 725 planes de cierre simplificados (547 aprobados) y 42 planes de cierre sometidos al procedimiento de aplicación general (27 aprobados).

Durante el año 2021 ingresaron al Servicio los antecedentes de 1.074 planes de cierre para evaluación, de los cuales 1.008 corresponden a planes de cierre sometidos al procedimiento simplificado y 66 al procedimiento de aplicación general.

En este ámbito, se resolvieron 837 planes de cierre de faenas mineras, cuya capacidad de extracción y/o beneficio es igual o inferior a 10.000 tpm, de los cuales 658 (78,6%) fueron aprobados, 126 (15%) rechazados, 5 (0,6%) no admitidos a tramitación, 38 (4,5%) desistidos y 10 (1,2%) abandonados.

En cuanto a los proyectos de planes de cierre de faenas cuya capacidad de extracción y/o beneficio de mineral es superior a 10.000 tpm, los proyectos resueltos durante el año 2021 ascienden a 66, de los cuales 62 (94%) fueron aprobados, 2 (3%) rechazados, 1 (1,5%) no admitidos a trámite y 1 (1,5%) desistido.

El presente año, SERNAGEOMIN realizó 119 fiscalizaciones de Planes de Cierre de faenas mineras menores a 5.000 TPM, 74 fiscalizaciones de Planes de cierre mayores a 10.000 TPM, 31 fiscalizaciones programadas y mandatadas por la SMA, 5 fiscalizaciones por denuncias.

Además, el Servicio se pronunció respecto a 35 EIA, 22 adendas a EIA, 439 DIA y 266 adendas de DIA evaluadas.

Centro de Capacitación

Por último, el Centro de Capacitaciones en Seguridad Minera (CCS), durante el 2018 capacitó a 1.135 trabajadores y profesionales del sector minero, incluyendo 245 expertos en prevención de riesgos para la industria extractiva minera, 725 monitores en Seguridad Minera, y 165 trabajadores en cursos bajo el Programa de Capacitación y Transferencia Tecnológica a la Pequeña Minería Artesanal (PAMMA).

Durante el 2019, capacitó a 1.135 trabajadores y profesionales del sector minero, incluyendo 245 expertos en prevención de riesgos para la industria extractiva minera, 725 monitores en seguridad minera, y 165 trabajadores en cursos bajo el Programa de Capacitación y Transferencia Tecnológica a la Pequeña Minería Artesanal (PAMMA).

Para el año 2020, finalizó el convenio con el Ministerio de Minería para la ejecución del Programa de Capacitación y Transferencia Tecnológica a la Pequeña Minería Artesanal (PAMMA), y debido a Pandemia, se focalizó en modernizar la gestión de cursos del Centro de Capacitación creando cursos en línea, tanto sincrónicos como asincrónicos, lo que ha significado dar más oportunidades a más trabajadores de la industria a capacitarse y también a un menor costo. De esta forma durante el dicho año, se contribuyó con la formación de 376 expertos/as en seguridad minera y se continuó con la capacitación a 340 alumno/as de liceos técnicos/profesionales con el “Curso de Monitor/a en seguridad minera para escolares”, que no obtiene la calificación de Monitor Sernageomin, de acuerdo al Reglamento de Seguridad Minera, sin embargo, permite estar mejor preparados para acceder a puestos de trabajo de altos estándares en el rubro minero.

Durante el año 2021, se logró transformar el curso para Monitores en Seguridad Minera a modalidad online asincrónica, egresando 77 trabajadore/as del Curso Herramientas Preventivas para la gestión de riesgos en la Minería. Además, egresaron 281 profesionales como Experto/as en técnicas de prevención de riesgos para la industria extractiva minera nacional. Finalmente, se continuó con la capacitación a 746 alumno/as de liceos técnicos con la formación de Monitor/a en seguridad minera para escolares.

PRINCIPALES DESAFÍOS INSTITUCIONALES PARA EL AÑO 2022

Los principales desafíos de SERNAGEOMIN por áreas de trabajo y en concordancia con la Ley de Presupuestos aprobada para el año 2022, son:

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

El Plan Nacional de Geología (PNG), continuará avanzando en la Segunda Etapa del PNG, bajo el nuevo indicador de gestión que compromete otros productos generados regularmente por el PNG (geología básica, geofísica y geoquímica), que tienen impacto en la exploración de recursos naturales y en la protección civil, con un horizonte de 5 años (2020-2024) y renovable de manera quinquenal. Los desafíos son los siguientes:

- Territorialmente, se continuará con el levantamiento de información de geología básica, geofísica y geoquímica al norte del paralelo 30°S (La Serena), y se avanzará en el trabajo iniciado a partir del año 2020 en la zona al sur de esa latitud, como parte de la Segunda Etapa de este Plan.
- Bajo el compromiso PMG 2022, el PNG publicará 3 nuevas cartas de geología básica (Cupo-Toconce, Pichibelco y Geología de la Isla Robinson Crusoe), 1 base de datos de geoquímica (Hoja Tal-Tal) y 3 informes registrados (1 de geología básica, 1 geofísica y 1 de geoquímica), en particular estos productos corresponden a las regiones de Antofagasta, Valparaíso, Maule, Biobío, y Los Ríos.
- Para el Programa de Aerogeofísica, se adjudicó a una compañía canadiense el levantamiento de la Etapa 7 (en ejecución durante 2022), en la región de Tarapacá. Este último proyecto completará cartografía de magnetometría y espectrometría de radiación gamma (U, Th, K) del área comprendida entre Arica y la Serena (18°-30° Lat. Sur; aprox. 166.500 km²), donde resta una zona de aproximadamente 20.000 km² al sur de la región de Tarapacá.
- Se espera darle continuidad a la cartografía aerogeofísica al sur de la latitud de 30°, dependiendo de los recursos disponibles.
- El Programa de Geoquímica continuará con el levantamiento de muestras y datos para la cuenca del río Mataquito, Tierras raras en la región de Los Ríos, Línea de base geoquímica de Tierra del Fuego, y Geoquímica de la Hoja Vallenar.
- Bajo el Programa de Geología y Geofísica Marina, en años siguientes se publicará la cartografía de geología básica de los principales territorios insulares del país, a una escala de detalle (1:50.000 o superior). A nivel nacional, diversas instituciones de investigación agrupadas en el Comité Oceanográfico Nacional (CONA), a la que este Servicio pertenece, coordinan esfuerzos para avanzar en esta temática.

Los desafíos de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV), para los años 2021-2022 son:

- Fortalecimiento de la red volcanológica y de su capacidad operativa para la instalación y mantenimiento de equipo, además de transmisión - recepción de datos en línea, mediante el mejoramiento de las horas de disponibilidad efectiva de las estaciones sismológicas instaladas en los volcanes monitoreados por la RNVV.
- Transformar la red de vigilancia volcánica en una red multi paramétrica, con aportes significativos de las áreas de geoquímica de fluidos, geodesia y sensores satelitales.
- Generar información multidisciplinaria sobre actividad volcánica y sus potenciales impactos, así como su oportuna comunicación al Sistema Nacional de Prevención y Respuestas ante Desastres (SINAPRED).
- Avanzar en la edición de cuatro mapas de peligro para su publicación en los años 2022 y 2023 y en conjunto con SENAPRED (anterior ONEMI), entregar dicho producto a las autoridades locales y a la comunidad. De esta forma, al año 2023 se dispondrá de toda la cartografía de peligros volcánicos para los volcanes de mayor riesgo en el territorio nacional.
- En coordinación con el Centro Sismológico Nacional (CSN), finalizar el acuerdo entre ambas instituciones, donde la RNVV tendrá un sitio de contingencia en la sede del CSN, además de obtener conocimiento en la herramienta Seiscomp y por parte del CSN, instalación de un Centro de Respaldo de Procesamiento Transportable en OVDAS, para contingencia y apoyo remoto en caso de un evento sísmico de alto impacto.
- Explorar una alianza en conjunto con el Centro Sismológico Nacional para fortalecer una red de monitoreo instrumental de actividad sísmica y volcánica en los Andes Australes (Región de Magallanes).
- Testear la automatización de sus procesos de análisis para un volcán categoría 1 de riesgo específico, para enfrentar el monitoreo de múltiples volcanes y obtener el objetivo de vigilancia y elaboración de alertas volcánicas, de manera más eficiente.
- Automatizar rutinas de procesamiento de la información sismológica, con el fin de optimizar los procedimientos involucrados en el monitoreo continuo de los volcanes.
- Confeccionar una Minuta Excepcional Volcánica (MEV), para los volcanes sin red instrumental in-situ. Esto será de utilidad en caso de ocurrencia de una anomalía volcánica o bien por requerimiento específico de SENAPRED.

En Geología Aplicada, SERNAGEOMIN publicará 3 nuevos estudios o informes relativos a Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial (1), Recursos Minerales (2). Otros desafíos del Departamento de Geología Aplicada son:

- Mejorar los tiempos de respuesta de la atención de emergencias geológicas, para lo cual se han desarrollado protocolos y procedimientos en conjunto con SENAPRED y la Oficina de Gestión de Emergencias y Prevención de Riesgos de SERNAGEOMIN.
- Avanzar en el programa de levantamiento relacionado al potencial de litio en salares, abordando en el año 2022 el salar de Aguilar.
- Publicar Serie de Bases de datos y Boletín de Distritos Mineros para la región de Valparaíso.
- Elaborar mapas de remociones en masa a nivel regional, en las regiones de Antofagasta y Los Ríos, de acuerdo con los proyectos FNDR aprobados, para tal efecto.

- Publicar el mapa de peligros de la Cuenca del Río Copiapó.
- Actualizar y mejorar el catastro nacional de remociones en masa y diagnóstico nacional para la priorización de trabajos en la temática de remociones en masa.
- Continuar la ejecución del Convenio de colaboración con la Subsecretaría de Energía, para la elaboración de mapas de Favorabilidad Geotérmica a escala regional.
- Debido a las nuevas responsabilidades contenidas en la Ley N° 21364 del 07/08/2021 que crea el nuevo Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED), SERNAGEOMIN deberá elaborar información y procedimientos, relativo a la elaboración de “mapas de amenaza”, cuyos productos se definirán en un Reglamento que afectará el trabajo de las unidades técnicas del Servicio, entre ellas la Red Nacional de Vigilancia Volcánica y el Departamento de Geología Aplicada, y asimismo a la Oficina de Gestión de Emergencias y Prevención de Riesgos del Servicio.
- Publicar el libro de Geopatrimonio y nuevas rutas para el Geoparquemet.

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA:

Los desafíos del Programa Seguridad Minera, para el año 2022, son:

- Realizar al menos 10.000 fiscalizaciones a instalaciones mineras, con el objetivo de mejorar la acción fiscalizadora en seguridad minera, mediante la priorización de la fiscalización.
- En términos de cobertura de fiscalización a faenas operativas, se ha establecido como meta fiscalizar 1.602 faenas operativas durante el presente año, de un universo de 2.711 faenas mineras operativas catastradas al 31 de diciembre de 2021.
- Continuar con la estrategia Cero Accidente Fatal, cuyo foco seguirá siendo la reducción de los índices de accidentabilidad, mediante la investigación y análisis de las causas de dichos accidentes. El desafío concreto en este aspecto es el indicador de Formulario H 2022: "Tasa de frecuencia de accidentes incapacitantes durante el periodo t, por mil, respecto del promedio de fiscalizaciones realizadas en el período t-1, t-2 y t-3", cuyo resultado comprometido es de 0,1 para el año 2022.
- En el ámbito del cumplimiento de la Ley 20.551 que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras se ha comprometido, la fiscalización de al menos 70 faenas mineras que estén sometidas al procedimiento de aplicación general de la Ley 20.551, del universo de 174 existentes al 31/12/2021.
- Respecto a las fiscalizaciones ambientales con la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en el que SERNAGEOMIN desarrolla fiscalizaciones a compromisos establecidos en las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA's) de Proyectos Mineros. La SMA entregó para el año 2022, el programa con 30 fiscalizaciones a ejecutar, además de las fiscalizaciones no programadas que puede solicitar por otros motivos, entre ellos, denuncias.
- En depósitos de relaves, se continuará con el programa de fiscalización, bajo los criterios definidos en el Ranking de Relaves para el año 2022. Para este año, se contempla la fiscalización del 85% de un total de 111 depósitos de relaves relevantes.
- En cuanto a planes de cierre bajo el régimen de Procedimiento Simplificado (faenas con menor a 5.000 tpm), se realizarán 100 fiscalizaciones a nivel nacional
- Implementar nuevos formularios E-700 para poder abarcar las nuevas formas de producción y almacenamiento de relaves.

- Incorporar en dashboard del Portal BI interno, dos variables críticas en la primera etapa del proceso de fiscalización: vida útil de un proyecto y la producción proyectada vs la generada en la etapa operativa, para mejorar el control y gestión del proceso.
- Incorporar en la aplicación Ficha de Faena Minera la integración automática de los proyectos aprobados por el servicio, desde la plataforma Auraportal, información relevante para la preparación y priorización de la fiscalización.

Los desafíos en el Departamento de Evaluación de Proyectos son:

- Desarrollar el Sistema Global de Monitoreo (SGM), para la evaluación de la estabilidad física de los depósitos de relaves por medio del monitoreo de parámetros críticos y escenarios de falla (Índice de Estabilidad Física (IEF); la centralización de la información de los depósitos de relaves a nivel nacional en un Dashboard País; y la comunicación del estado de los depósitos de relaves hacia las comunidades a través de un Sitio Público. Al finalizar el año 2022, contar con la conexión de un depósito piloto para el monitoreo y evaluación del desempeño del SGM.
- Buscar soluciones a la capacidad de procesamiento de proyectos, que ante un alza de la carga laboral, genera cuellos de botella. Por la vía de la estandarización de procesos como la evaluación de botaderos de estériles que permitirán seguir reduciendo la variabilidad en este tipo de evaluaciones.
- En cuanto al nuevo decreto supremo N° 35, que reemplaza al DS N° 248, en caso de ser aprobado durante el año 2022, se deberá comenzar con la elaboración de guías que servirán de complemento para dicho decreto.
- Desarrollar el proyecto de Evaluación de Metodologías Experimentales y de Normativa para Pruebas de Uso de Hidrogeno Verde en minería financiado por el Banco Mundial.

Los desafíos de Oficina de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas Mineras:

- Desarrollar un Sistema Integral de Control y Calificación de Garantías Financieras de Planes de Cierre de Faenas Mineras.
- Elaborar una guía de Valorización de Planes de Cierre
- Elaborar una Guía interna de Evaluación de las materias de competencias de Sernageomin para los proyectos que ingresan al SEIA
- Actualizar guía de evaluación de riesgos, incorporando la variable de adaptación al Cambio Climático para las faenas minera
- Desarrollar guía para la determinación de la Vida útil de una faena minera en función de la Ley de Cierre.

Los desafíos de Departamento de Propiedad minera son:

- Ejecutar la tercera etapa del estudio de prefactibilidad de Datum geodésico de las concesiones mineras (desde e la región del Libertador General Bernardo O'Higgins hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena)
- Avanzar en la modernización de los Sistemas de información Propiedad minera (Selmin - Syspmin), definiendo la estrategia de migración.

- Actualizar del Catastro Minero mediante el trabajo en conjunto desarrollado con la Tesorería General de la República y la revisión de antecedentes emitidos en el boletín oficial.

ALFONSO DOMEYKO LETELIER

3. Resultados de la Gestión año 2018-2021

3.1. Resultados asociados al Programa de Gobierno, mensajes presidenciales y otros aspectos relevantes para el jefe de servicio

3.1. 1. Resultados asociados a al Programa de Gobierno

En el Programa de Gobierno 2018 al 2022, Capítulo IV, se especifican los compromisos de Gobierno para una Minería Sustentable: Motor de Progreso^[1], dentro de lo cual pueden identificarse las iniciativas, en las que concierne que el Servicio desarrolle alguna acción institucional, debido al cumplimiento de sus funciones en el ámbito de la minería y geología, para la inversión, el monitoreo de la red volcánica, y para la fiscalización de la seguridad minera.

Los compromisos de Gobierno para el sector minero en general están identificados en el Anexo 2 del presente documento, de los cuales se mencionan a continuación aquéllos que contienen iniciativas relacionadas con el accionar de SERNAGEOMIN:

Gobierno	Iniciativas que atañen a SERNAGEOMIN	Estado al 31/12/2021
Abordar desafíos futuros en desarrollo, innovación y competitividad	Creación de una plataforma online sistematizada con la información geológica básica de las empresas mineras y el Estado a disposición del público.	Terminado
Modernizar la institucionalidad para la minería	Evaluar la creación del Servicio Geológico de Chile y de un Servicio Nacional de Minería	Terminado
Posicionar al sector minero como un motor de recuperación del crecimiento económico y la generación de empleo.	Creación normativa especial para la Pequeña Minería en temas de seguridad, revisión de proyectos, planes de cierre y capacitación	Terminado
	Incentivar la exploración minera modernizando la regulación vigente	En Proceso

Reducir la incertidumbre regulatoria mediante reglas claras y estables	Actualizar el levantamiento de los permisos que requiere un proyecto minero a fin de simplificarlos y eliminar duplicidades de competencias entre servicios	En Proceso
	Proyecto de Ley larga que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras	En Proceso
	Proyecto de Ley corta que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras (Boletín N° 12324-08)	Terminado

Fuente: Programa de Gobierno 2018-2022, Construyamos tiempos mejores para Chile, Sebastián Piñera Echeñique, pp. 51 a 54.

3.1. 2. Resultados asociados a aspectos relevantes para el jefe de servicio

SERNAGEOMIN es una institución con responsabilidad en la generación y disposición de información geológica y minera para el desarrollo del país. Así, sus actividades de levantamiento de información en materia geológica y de fiscalización en seguridad minera, demandan de un estándar de calidad, requiriendo de un servicio modernizado a fin de satisfacer las necesidades de la ciudadanía, instituciones, la industria y en definitiva de la comunidad nacional.

Mediante Resolución N°3202 de 23 de noviembre de 2018 se actualizó la estructura orgánica y funcional del Servicio, que comenzó a regir a partir del 1° de enero de 2019, con la finalidad de lograr un mejor desempeño en el cumplimiento de sus funciones.

Esta nueva institucionalidad busca una modernización en materia de información digital geológica y minera, desconcentración regional, tramitación digital de las concesiones mineras, calidad de las fiscalizaciones de seguridad minera, incorporación de nuevas tecnologías, mejoramiento de la gestión de SERNAGEOMIN en la prevención de impactos de origen natural, entre otros aspectos de gobernanza pública.

La modernización del Servicio propende también la incorporación de modificaciones normativas, reglamentarias y administrativas. En esta línea, se han reestructurado las Subdirecciones Nacionales de Geología y Minería y Departamentos de Sernageomin.

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

En el período 2018-2021, la Subdirección Nacional de Geología (SDNG) ha priorizado su área de gestión, apoyando directamente el control interno, seguimiento y revisión de las actividades de los distintos Departamentos, de manera que las acciones y compromisos se encuentren alineados con los objetivos y desafíos estratégicos de la institución a mediano plazo. Como resultado de esta coordinación, se ha logrado avanzar en la integración del proceso de mapeo geológico y publicaciones, implementando instrumentos de gestión, que permiten estandarizar los procedimientos y flujos de actividades de cada área, agilizando a la vez los compromisos con una mirada transversal, entre ellos están: el portafolio de proyectos 2021-2022, que se extenderá a los años 2023-2024 al finalizar el presente período, programaciones por proyecto de mediano plazo, fichas de proyectos,

seguimiento de proyectos mediante Project online y repositorio de documentación de respaldo por proyecto.

A nivel de la Subdirección Nacional de Geología, se reforzaron las funciones del Departamento de Geología Aplicada y Recursos Geológicos, bajo cuya coordinación y supervisión, además de la investigación, estudios y generación de cartas geológicas en áreas temáticas, el Servicio otorga atención a las emergencias geológicas, brinda asistencia técnica geológica, y además apoya en materia geológica al área de gestión ambiental de la Subdirección Nacional de Minería.

A partir del año 2020, está en funcionamiento la plataforma online para dar respuesta a las Asistencias Técnicas Geológicas asociadas a obtención de permisos municipales, mediante la plataforma SUPER del Estado. Un resultado en esta línea de trabajo en el año 2020 lo constituyen la estructuración digital de un catastro digital de remociones en masa que permite la difusión de los eventos que han ocurrido en las últimas décadas a nivel nacional. Esta información georreferenciada se encuentra disponible en el portal geomín (<http://portalgeomínbeta.sernageomin.cl>).

En lo referente a la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV), además de la observación de la actividad y el conocimiento sobre peligros volcánicos, se han fortalecido las funciones de integración y coordinación de grupos técnicos de emergencias en caso de crisis volcánicas, evaluación de alertas tempranas y programas de emergencias, y apoyo a las autoridades con información geológica y volcanológica.

Durante el año 2020, para la actualización de sus procesos y equipos, la RNVV estuvo probando la automatización de sus procesos de análisis para un volcán categoría 1 de peligrosidad. Esto con el propósito de enfrentar el monitoreo de múltiples volcanes y obtener el objetivo de vigilancia y elaboración de alertas volcánicas, utilizando nuevas tecnologías aplicables al monitoreo volcánico.

Bajo el Departamento de Geomática, el Proyecto de modernización de la infraestructura corporativa de datos geológicos (proyecto de IDE-Geología), se comenzó a ejecutar durante el año 2019, como una primera etapa de un conjunto de proyectos que busca implementar mejoras y modernización de sistemas, tecnologías, procesos, políticas organizacionales y perfeccionamiento técnico de los equipos de trabajo. El propósito de este conjunto de proyectos es buscar en el mediano/largo plazo la interoperabilidad y centralización de toda la información geológica de la Subdirección Nacional de Geología, que se captura, procesa y difunde. Entre los objetivos del proyecto, está el de relacionar y modernizar los sistemas web que administran y despliegan la información geológica (PORTALGEOMIN, tienda E-MAPS, y el SIA YACIMIENTOS). Así como, la implementación de un sistema de captura de datos para terreno y su sincronización con una base de datos central, para levantamientos geológicos realizados.

En síntesis, los resultados obtenidos durante el año 2019 fueron:

- Un diagnóstico y levantamiento de todos los procesos, políticas, datos y capacidades que están detrás de la generación de la información geológica. Abarcando desde la captura de terreno hasta la difusión en los sistemas actualmente existentes de toda la Subdirección Nacional de Geología.
- Un modelamiento a un nivel general de una arquitectura de servicios que permita la interoperabilidad de todas bases de datos que se implementen para almacenar, procesar y difundir toda información geológica, desde que se levanta en terreno hasta que constituye un producto final en una publicación.
- El diseño de un plan de implementación futura de otro conjunto de proyectos, considerando etapas e iteraciones que pudiesen modernizar todos los procesos de producción cartográfica geológica.

Luego de ejecutar esta etapa, no se pudo continuar como inicialmente se había pensado, debido a las limitaciones del presupuesto 2020 y 2021, asociadas a la redistribución de recursos por parte del Estado, producto del estallido social y la pandemia del COVID19. Sin embargo, con el presupuesto disponible, se continuó con iniciativas priorizadas tanto interna como externamente, las que estaban alineadas a la misma dirección en la que apunta la IDE-Geología, se describen a continuación los desarrollos realizados:

1. **PORTALGEOMIN**: Diseño, desarrollo e implementación 2018-2019, lanzamiento en mayo de 2020. Corresponde al actual Geoportal de información geológica y minera de SERNAGEOMIN, que difunde principalmente los recursos de mapas finales de la cadena productiva de cartografía geológica. Durante 2021, se efectuaron mejoras sustanciales a la plataforma, que, si bien estaban planificadas para lanzarse a fines de año, van a ser liberadas durante enero de 2022, que son principalmente:

- Mejorar el buscador de metadatos Geoportal.
- Mejorar las capacidades de menú de interés ciudadano, incluyendo descargas anónimas, con su respectivo registro.
- Entregar a los usuarios mejores capacidades de consulta espacial, con sus respectivas descargas en función de las publicaciones seriadas y no seriadas difundidas por este Portal.
- Registrar todas las ejecuciones de descarga en el sistema con el fin de acceder a una bitácora e histórico de los recursos más descargados.
- Mejorar las capacidades del Portalgeomin en la carga de servicios de mapas de código abierto.

2. **Tienda E-MAPS** (o nueva tienda digital): Levantamiento y diseño de la modernización del nuevo sistema durante 2019, para ser implementado como sistema a finales de 2020, lo cual no se realizó debido a atrasos internos. En la tienda se ponen en venta los productos GIS y publicaciones finales de la cadena productiva de cartografía geológica. Durante enero de 2021, el proyecto fue puesto en sus máquinas de producción, y posterior a estas fechas, se completó la integración con el sistema de Ventas Central (SVC) de SERNAGEOMIN y el Proceso de QA del aplicativo.

- La normalización y poblamiento de las bases de datos de: Tienda, Publicaciones y Portalgeomin, para asegurar la integración entre los tres principales sistemas de difusión de información geológica, no se ha completado aún.
- Las capacitaciones orientadas a la administración y uso del nuevo sistema deben completarse.
- El inicio de marcha blanca del sistema, para familiarización de las partes interesadas (Ventas, Mantenedores, usuarios de SERNAGEOMIN), no se ha realizado.

1. **SIA Yacimientos**: Revisión y validación de los datos de los yacimientos para disponerlos en la plataforma de ArcGIS online durante el año 2022.
2. **Implementación de herramientas de captura de datos en terreno**: Durante el año 2021, se ejecutó una asesoría técnica sobre los sistemas de información geográfica (SIG), que permita a Geomática y al resto de departamentos y unidades de la SDNG hacer uso de las herramientas de terreno, incluido en el actual licenciamiento SIG que se cancela anualmente. Para ello, se está utilizando como base lo ejecutado en los proyectos de SIG-emergencia desarrollados en 2020 y 2021, descritos en los siguientes párrafos.

Bajo esta misma línea, Geomática ha empujado desde 2020 dentro de su “rol de facilitador tecnológico”, iniciativas que se alinean con los resultados de la primera etapa del proyecto de IDE Geología, y que son parte de los compromisos del Convenio de Desempeño Colectivo (CDC). En este sentido, se detalla:

1. Implementación de herramientas tecnológicas para apoyar las emergencias geológicas con los Departamentos de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV) y el de Geología Aplicada (DGA).

- Durante 2020-2021, se diseñó y está en proceso de puesta en marcha de bases de datos geográficas dedicadas al trabajo de campo y procesos intermedios, el uso de herramientas de capturas en terreno bajo el licenciamiento anual de la SDNG, la generación de visores temáticos de difusión y consulta de información y la generación automatizada de reportes.
- Se implementaron integraciones con organismos internos que permitirán el acceso y el análisis de fuentes de información meteorológica provenientes de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la Dirección General de Aguas (DGA-MOP, como también la información referente a la ocurrencia de sismos provenientes del Centro Sismológico Nacional.

1. Asesorías técnicas. Durante 2020 y 2021, se ejecutaron asesorías para nivelar brechas tecnológicas en el equipo de geomática, como también mejorar sus competencias técnicas. Cabe destacar que dos asesorías brindaron apoyo a los proyectos de migración SIG, y de implementación de una herramienta de captura de datos en terreno.

1. Migración y actualización de la infraestructura y licenciamiento del SIG corporativo de la SDNG, sistema base de gestión, persistencia, captura y difusión de información geológica a través de las bases de datos geográficos y servicios de mapas. Este sistema, se ha vuelto cada vez más importante como sistema vertebral de toda la interoperabilidad corporativa de datos espaciales de la SDNG. En detalle se ha implementado:

- En el año 2020, el levantamiento y diseño de la nueva versión del SIG corporativo a implementar, con base a nueva arquitectura de servidores y componentes de hardware y software. En el año 2021, las instalaciones y migraciones de todas las bases de datos geográficas, recursos y servicios de mapas, como también la actualización de vínculos en los sistemas que los consumen.
- Adicionalmente, se considera la implementación y puesta en operación del nuevo Servidor de Imágenes (Image Server) que difunde principalmente imágenes satelitales de monitoreo obtenidos por ejemplo de la plataforma PLANET y otras gratuitas.

A todo lo anterior, cabe destacar que los proyectos de migración GIS, CDC de emergencias, Tienda Digital, Portalgeomin y Sistema de Captura de datos en terreno, forman parte del convenio ADP del Subdirector Nacional de Geología, y están alineados con los objetivos de estratégicos de la SDNG.

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA

Durante el año 2021, y a pesar de las dificultades originadas por la pandemia del COVID-19, el Servicio Nacional de Geología y Minería no detuvo su rol fiscalizador en ninguna de sus Oficinas y Direcciones Regionales. Con el objetivo de dar continuidad al trabajo, de manera segura, se

implementaron acciones y medidas preventivas para resguardar la salud de los funcionarios y funcionarias, especialmente a quienes desempeñan funciones en terreno, para continuar con acciones orientadas a disminuir con las cifras de accidentes fatales en la industria extractiva minera nacional.

El Programa de Seguridad Minera contó en promedio con 62 fiscalizadores, los que realizaron 10.557 fiscalizaciones, concentrándose 9.467 de ellas (90%) en las 1.992 faenas mineras operativas con mayor criticidad, lo que significa un promedio de 4,8 fiscalizaciones al año a cada una de estas faenas. La planificación de fiscalizaciones se orientó a mejorar la cobertura en faenas de pequeña minería y artesanal (categoría C y D), lo que significó que el 61% de las fiscalizaciones se realizara a estas categorías, un 37% a la mediana y gran empresa (categoría A y B) y un 2% para empresas sin categoría.

La Subdirección Nacional de Minería (SDNM), realizó durante el año 2019 un cambio en su estructura organizacional y avanzó en la modernización de sus procesos y sistemas. Durante el año 2020, mediante Resolución Exenta N° 1.752 del 23 de julio, fue actualizada la estructura y organización interna de la SDNM de SERNAGEOMIN, según la cual el Departamento de Evaluación de Proyectos Mineros, queda compuesto por la Oficina de Depósitos de Relaves, la Unidad de Grandes proyectos y la Unidad de Proyectos bajo 5.000 tpm. La función de este Departamento es cumplir estrictamente con la revisión de proyectos según D.S.132 "Reglamento de Seguridad Minera"; D.S. 248 "Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de los Depósitos de Relaves". Las demás funciones que cumplían las unidades del Departamento han sido absorbidas por el "Departamento de Fiscalización", en aquellas materias de fiscalización, y por el "Departamento de Investigación de Accidentes y Sanciones", en aquellas materias relacionadas con los procedimientos sancionatorios según normativa vigente. Además, queda establecido que la Oficina de Gestión Ambiental y Cierre de Faena, asume los desafíos relacionados en materia ambiental, regulados por la Ley N° 20.551, que regula el Cierre de Faenas Mineras e Instalaciones Minera y el Decreto N° 41, que Aprueba el Reglamento de la Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, y aquellos que se relacionan con la Ley N° 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, y el Decreto N° 40, que aprueba el Reglamento de Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En el área de fiscalización, tuvo un papel muy relevante en la supervisión del cumplimiento de las medidas dictadas por las autoridades sanitarias y del trabajo, lo que fue reforzado mediante iniciativas como "La Minería Se Cuida", dentro de este marco, este año se implementó los "6 Principales tipos de accidentes en la Minería de Carbón e Hidrocarburos". Durante el 2021, SERNAGEOMIN continuó fortaleciendo el servicio del Portal BI (Business Intelligence), el cual expone diversos análisis de datos asociados a procesos internos de las áreas de la subdirección y también con datos recopilados de la fiscalización como de las empresas mineras. Este trabajo es parte del proyecto "Cero Accidente Fatal", que pretende por medio de los datos, proyectar análisis predictivos en la minería y contribuir a la reducción de accidentes fatales en la industria.

Continuamos en la etapa de estabilización y modernización de sistemas que permiten capturar y estandarizar los datos para generar análisis preliminares, se ha permanecido en esta etapa por mayor tiempo esperando la obtención de recursos para la continuidad del proyecto transversal de integración.

Es importante señalar que se incorporaron mejoras sustanciales en el sistema que sostiene el proceso de fiscalización y la recaudación de parámetros operacionales de los depósitos de relaves (E-700) los cuales deberían entrar en marcha blanca el 2022. Complementando la modernización del servicio el 2021 se estabilizan las aplicaciones de Ficha de Faena Minera y Priorización de Faenas posterior al piloto del 2020, logrando ser una herramienta de gestión para la fiscalización.

En esta misma línea, se realizó un estudio de los sistemas de propiedad minera con el objetivo de entender los procesos actuales, definir una solución tecnológica y el impacto en recursos para su posterior modernización.

El 2021 ha culminado con el compromiso del programa de Transformación Digital terminando de digitalizar los procesos seleccionados para la primera fase de este programa, esto ha permitido a las diferentes áreas de la subdirección de minería mantener el trabajo telemático sin mayores inconvenientes.

En el caso específico de la Tramitación electrónica de los Planes de cierre, a principios del año 2020, se implementó la plataforma electrónica para la tramitación de planes de cierre BPMS, el que a la fecha ha permitido la tramitación de más de 2 mil planes de cierre. Esto, sumado a la modificación reglamentaria que permite la notificación electrónica de los actos administrativos relacionados a la tramitación de los planes de cierre, agiliza aún más los procesos, evitando el uso de oficina de partes y correos certificados para estos fines, acortando así los plazos totales de tramitación.

Por otra parte, a comienzos del año 2021 se publicó en el Diario Oficial la Resolución Exenta N°69 que Establece el Programa de Actualizaciones y Auditorías Periódicas de Planes de Cierre a ser presentados el año 2021, para aquellas faenas cuyos planes de cierre fueron aprobados en el año 2016. Este programa, considera la ejecución de la actualización o auditoría periódica de planes de cierre para 14 faenas mineras, acorde a las modificaciones introducidas en la Ley 20.551 mediante la Ley 21.169 de fecha 2 de julio de 2019. A estas faenas mineras se debe agregar 40 actualizaciones que fueron diferidas desde el año 2020 mediante la Resolución exenta N°1092, de julio de 2020 que postergó el programa de auditorías periódicas o actualizaciones a raíz de las modificaciones introducidas al Reglamento de la Ley de Cierre, así como a la situación sanitaria debido al brote de Covid-19. En atención a, que algunas empresas se encontraban en proceso de actualización de sus respectivos planes de cierre, o bien, estos habían sido actualizados recientemente, el Servicio acogió su solicitud de eximirse de presentar la actualización de sus respectivos planes de cierre.

En el área de Propiedad Minera, se avanzó en el estudio de prefactibilidad de Datum Geodésico de las concesiones mineras, concluyendo que es que técnicamente es posible realizar un cambio de Datum para las concesiones mineras, con una precisión de 70 cm, manteniendo su orientación y forma. Se debe avanzar durante el 2022, en la tercera etapa del estudio para abarcar desde la región del Libertador General Bernardo O'Higgins hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena y así completar todo el país.

Oficina de Gestión de Emergencias y Prevención de Riesgos del Servicio Nacional de Geología y Minería

SERNAGEOMIN como Organismo técnico del Estado y según el Decreto Supremo 156/2002 del Ministerio del Interior, en situaciones de emergencia relacionadas con sus competencias técnicas, debe asumir el mando técnico en caso de emergencias mineras y/o geológicas. En julio del año 2015, se crea la Oficina de Gestión de Emergencias y Prevención de Riesgos del Servicio según Resolución N° 1799, dependiente de la Dirección Nacional, con el objetivo de ser una unidad de apoyo transversal para la institución, y de atender y gestionar los requerimientos tanto externos como internos que llegan al Servicio en esta materia.

Para responder de mejor forma y reforzar las labores de esta Oficina, la nueva Administración del Director Nacional Alfonso Domeyko ha estipulado en sus compromisos de Alta Dirección Pública (ADP) incorporar en su planificación de los años 2019-2021 el programa de Reforzamiento de la Oficina de Gestión de Emergencias y el proyecto para la creación de un Observatorio Nacional de Peligros Geológicos y Mineros.

La Oficina de Gestión de Emergencias, tiene la capacidad de apoyar las diferentes áreas técnicas del Servicio en materia de emergencias, quienes han tenido y tendrán un rol protagonista y destacado en las diferentes mesas de trabajo y plataforma nacional de reducción de riesgos y desastres de ONEMI, apoyando a las autoridades regionales y de protección civil en Atención de Emergencias Geológicas y Asistencias Técnicas Geológicas. Estos son los departamentos y unidades de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV), el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS), el Departamento de Geología Aplicada, y el proyecto Observatorio de Tranques de Relaves.

Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV)

La Red Nacional de Vigilancia Volcánicas (RNVV) es un programa de carácter nacional cuya misión es la generación de conocimiento científico sobre la actividad volcánica en el país, mantener una red de vigilancia para alerta temprana y evaluación de peligrosidad de la actividad volcánica en el territorio nacional y proveer información oportuna a las autoridades para la correcta gestión de emergencias volcánicas que apoyen el Sistema Nacional de Protección Civil y la toma de decisiones enfocadas en la seguridad de la población.

A nivel institucional, depende de la Subdirección Nacional de Geología y está conformada por el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) en Temuco, que concentra la vigilancia instrumental de los 45 volcanes de mayor peligro del país, además del personal en Coyhaique que apoya la mantención de la red de monitoreo volcánico en la zona sur del país.

Por otra parte, la Unidad de Geología y Peligros de Sistemas Volcánicos (UGPSV), con profesionales en Santiago, Copiapó y Oficina Técnica de Puerto Varas, desarrolla la caracterización geológica de los volcanes activos y la confección de mapas de peligrosidad de los volcanes categoría I y II del Ranking de Riesgo Específico, que se encuentran disponibles para su descarga gratuita en: (<http://tienda.sernageomin.cl/tiendavirtual2/Home.aspx>).

Entre los años 2009-2013, se implementó el funcionamiento de sistemas de monitoreo instrumental en línea para los 45 volcanes más activos de Chile, cuya prioridad se seleccionó sobre la base del nivel de peligrosidad y de exposición de las comunidades aledañas; además, se elaboraron 43 mapas preliminares de peligros, uno por cada volcán o complejo volcánico monitoreado.

La red de vigilancia volcánica está constituida en el año 2021, por 281 sitios con equipamiento instalado, que incluye 464 estaciones de monitoreo y nodos satelitales, con un sistema de monitoreo en modalidad 24/7.

La RNVV corresponde al Programa 02 de la Ley de Presupuestos de SERNAGEOMIN, el cual contó un presupuesto de M\$3.365.717 en el año 2021, con una ejecución de M\$3.138.250. En el año 2021, continuó la operación del sistema de monitoreo instrumental, en línea y en tiempo real, para 45 volcanes activos a lo largo del país, así como también la generación de cartografía de volcanes, entre otros los resultados son los siguientes:

- En mayo 2019, la RNVV completó la actualización de un nuevo Ranking de Riesgos Específico de Volcanes Activos de Chile, a 10 años de la creación de la RNVV; además, de

realizar una recopilación de información histórica, desde el año 1800 a la fecha, sobre el comportamiento eruptivo de los volcanes en el país (https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2020/07/2Ranking-2019_Tabla_Final.pdf).

- En el año 2019, la RNVV diseñó e inició la implementación del proyecto exploratorio de climatización para el Datacenter y la sala de Monitoreo. En el año 2020, la RNVV estuvo probando la automatización de sus procesos de análisis para un volcán categoría 1 de peligrosidad, para enfrentar el monitoreo de múltiples volcanes y obtener el objetivo de vigilancia y elaboración de alertas volcánicas, de manera eficiente. Los cambios producto de un ranking actualizado de la peligrosidad de los volcanes, y la aparición de nuevas tecnologías aplicables al monitoreo volcánico, exigen una nueva forma de organizarse para enfrentar el desafío.
- En el año 2020, se analizaron y seleccionaron metodologías para el diseño monitoreo volcánico de los volcanes correspondientes a categoría 3 y 4 ubicados en zonas extremas, según el informe de ranking 2019, definiendo los volcanes y metodologías a aplicar a través de sensores remotos. En el año 2021, se evaluaron, según las metodologías seleccionadas, los recursos involucrados para cada volcán de categoría 3 y 4, delimitando a aquellos volcanes de categoría 3 y 4, que cumplan con mayor impacto en la población y no cuenten con red instrumental local.
- En este punto es importante destacar que a partir del año 2022 deja de ser monitoreado el Volcán Lastarria (categoría 4, N° 64 del ranking) y se reemplaza por el Volcán Cerro Azul - Quizapu (categoría 1, N° 10 del ranking), modificando lo proyectado a inicios del año 2021.
- Durante el año 2021, ninguno de los volcanes vigilados alcanzó un nivel de alerta técnica naranja o roja. Sin embargo, se produjeron cambios de la alerta técnica en cuatro sistemas volcánicos. El CV Nevados de Chillán se mantuvo durante todo el año en nivel de alerta técnica amarilla, en el cual se mantiene desde el 5 marzo del año 2020.

La RNVV, a través del OVDAS, realiza el monitoreo volcánico en tiempo real de los 45 volcanes instrumentados a nivel nacional, con el objeto de informar alertas tempranas del comportamiento volcánico mediante diversos tipos de reportes y profundización del análisis científico en casos de estudio particulares. El OVDAS realiza esta acción a través de sus Áreas Técnicas: Electrónica y Sistemas y de sus Áreas Científicas: Sismología y Geovolcanología.

1. Área Electrónica: Esta área tiene por objetivo “Diseñar, instalar y mantener redes de instrumentación que permitan generar y transmitir información en tiempo real asociada al comportamiento de los volcanes activos a lo largo del territorio nacional”. En el año 2021, el Área de Electrónica cubrió las siguientes actividades:

- En materia de consolidación y mantenimiento de sitios de monitoreo volcánico, el OVDAS fortaleció la red de monitoreo, con instalaciones de 7 nuevos sitios, incluyendo 3 estaciones de inclinometría en Laguna del Maule, 3 nuevos sitios de monitoreo en Cerro Azul-Quizapu (correspondiente a 2 estaciones sismológicas, 1 estación GNSS, 2 repetidoras), y 1 estación sismológica en Grupo Descabezado Grande; además, se realizaron 5 densificaciones correspondientes a 3 GNSS y 2 Infrasonido en el año 2021 respecto de 8 programadas (62,5%).
- Se realizó la actualización e instalación de la totalidad de los Nodos con Internet Satelital del comprometido en 11 sitios a lo largo del país, cumpliendo el 100% del compromiso.

- Se efectuó también la actualización de GPS de digitalizadores Reftek y Guralp, para corrección de WNRO, de 50 equipos pendientes por actualizar se corrigieron 49, lo que correspondió a un avance del 98%.
- Para el mantenimiento de la red de monitoreo, se efectuaron 160 mantenciones correctivas y preventivas en OVDAS respecto de 50 sitios programados (320%), número muy superior al planificado a comienzos de año.

1. Área de Sistemas: El Área de Sistemas del OVDAS tiene por objetivo “Integración de plataformas físicas, lógicas y software de adquisición para el funcionamiento del sistema de monitoreo volcánico, además de la creación de herramientas de software orientado en esta línea”. En el año 2021, se cumplieron importantes actividades:

- Implementación y administración de un nuevo sistema de procesamiento primario APAWeb, software principal del procesamiento primario del monitoreo volcánico utilizado desde la Sala de Monitoreo y en modalidad de teletrabajo, lo que mejorará el proceso de clasificación primaria de señales sísmicas.
- Operación de nuevo equipamiento y software que permite a la RNVV disponer de un Site de Contingencia en la ciudad de Santiago, con lo cual se mitigan riesgo de pérdida de continuidad operacional del monitoreo volcánico.

El monitoreo volcánico está conformado por las áreas de Sismología y Geovulkanología. Ambas áreas se complementan en el monitoreo y análisis avanzado del comportamiento base y de crisis de la actividad volcánica de los centros volcánicos monitoreados por el OVDAS.

1. Área de Sismología: Cubre las labores de monitoreo tales como los turnos de vigilancia 24/7, reuniones de evaluación de la actividad volcánica de los 45 volcanes monitoreados a lo largo de Chile, la elaboración de los Reportes de Actividad Volcánica (RAV) y los Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV), los que se cumplieron en 100%. En el año 2021, el Área de Sismología cubrió las siguientes actividades:

- El monitoreo en tiempo real y el análisis avanzado de la información fue cumplido en su totalidad, adaptando un esquema de funcionamiento mixto con turnos presenciales y teletrabajo debido a la contingencia a nivel global.
- El análisis avanzado de datos e investigación aplicada se enfocó en la implementación de herramientas para el monitoreo y visualización de datos en tiempo real, así como, la documentación de procesos eruptivos de los volcanes Copahue y Villarrica.
- Debido al cambio de esquema de funcionamiento de la sala de monitoreo implementado a partir de diciembre de 2021, se revisaron y actualizaron todos los protocolos y procedimientos de ésta.
- Durante el año 2021, se planteó la modernización de los procesos, la documentación de los procesos eruptivos y la revisión de los protocolos de funcionamiento. Por otra parte, se realizaron labores adicionales como el acompañamiento de la ejecución de los ADP, las labores de divulgación y la elaboración de minutas excepcionales de actividad volcánica.

A continuación, se muestra el avance de las actividades programadas en el año 2021:

Nº	ACTIVIDAD	% DE CUMPLIMIENTO 31/12/ 2021
Monitoreo en tiempo real		

1	Turnos Vigilancia 24/7	100%
2	Reporte de Actividad Volcánica (RAV)	179 RAV emitidos
3	Reporte Especial de Actividad Volcánica (REAV)	182 REAV emitidos
4	Reuniones de evaluación	100%
Análisis Avanzado - Investigación Aplicada		
1	Modernización del procesamiento primario de la información (% de avance)	100%
2	Realización Draft erupción volcán Villarrica (% de avance)	100%
3	Informe ciclo eruptivo Copahue	100%
4	Fase de prueba y testeo: Implementación y desarrollo de identificación automática de señales sísmicas	100%
5	Actualización procesos y procedimientos sala de monitoreo	100%
Participación en proyectos con investigadores externos		
1	Colaboración en el proyecto FONDEF de la Universidad de la Frontera: Clasificación automática de señales sísmicas	100%
Otras labores		
1	Atención de emergencias volcánicas	100%

2	Participación ADP RNVV 2.0	100%
3	Mantenimiento procesos y procedimientos	100%
4	Labores de divulgación	100%
5	Diagnóstico del estado de los procesos de automatización relacionados con la evaluación licitación UFRO	100%
6	Elaboración minutas excepcionales de actividad volcánica (MEV)	13 MEV emitidos de la zona del volcán submarino Orca
7	Coordinación del grupo de divulgación RNVV	100%

1. Área de Geovolcanología: “Realiza el monitoreo volcánico, desde las técnicas de geoquímica de fluidos y geodesia, y el análisis de datos obtenidos a través de la red instrumental y metodologías desarrolladas por cada una de las disciplinas. Además, se analiza y evalúa la actividad superficial y productos emitidos, así como también todo el marco geológico de cada uno de los sistemas volcánicos monitoreados”. En el año 2021, el Área de Geovolcanología cubrió las siguientes actividades:

- Se cumplió con las labores de monitoreo volcánico, turnos de monitoreo y de llamado o disponibilidad fuera del horario laboral.
- Se emitieron dos boletines, estableciendo criterios para la evaluación y emisión de reportes especiales:
 - 001G - Criterios de cambio de alerta naranja C. V. Nevados de Chillán
 - 002G - C.V. Nevados de Chillán 2021- Criterios para emisión de reporte Especial de Actividad Volcánica (REAV)
- Como tareas relevantes en monitoreo, la atención de crisis volcánicas: C.V. Nevados de Chillán, C.V. Laguna del Maule y Hudson. Además, de otras actividades anómalas menores, atendidas en tiempo y forma, como la situación del volcán Antuco por desgasificación, anomalías volcán Copahue, grupo de trabajo por actividad volcán Villarrica, evaluación laguna cráter Puyehue (consulta Conaf), atención por actividad del Descabezado Grande y trabajo en actividad Carrán-Los Venados.

En términos de coordinación con SINAPRED (anterior ONEMI), en el año 2019, se firmó el Protocolo ONEMI-SERNAGEOMIN para monitoreo y alerta frente al riesgo volcánico. En 2020, la RNVV asistió a las mesas técnicas citadas por dicho organismo, para responder a los requerimientos que implicaron los cambios de alerta realizados y actualización de la actividad volcánica del complejo volcánico Antillanca, Laguna del Maule, Villarrica, Copahue, Nevados de Chillán; además de las mesas técnicas por reactivaciones en los volcanes Orca, Hudson y Puyehue-Cordón Caulle. En el año 2021, además

del Complejo Volcánico Nevados de Chillán que se mantuvo en alerta técnica amarilla, los volcanes Laguna del Maule y Hudson alcanzaron dicho nivel de alerta, la RNVV asistió en diversas ocasiones a mesas técnicas citadas por SINAPRED (anterior Onemi). Cabe destacar que se confeccionaron 3 informes de Puntos de Encuentro Transitorio para localidades en torno a los volcanes, los cuales son utilizados en la elaboración de los planes de emergencia locales.

En relación con los Reportes de Actividad Volcánica (RAV), en el periodo 2018-2021, Sernageomin ha comunicado regularmente el estado de actividad y niveles de alerta de los volcanes activos monitoreados a través de los siguientes reportes:

	2018	2019	2020	2021
RAV mensuales por regiones	132	132	142	144
RAV quincenales volcanes en alerta amarilla	302	25	40	35
RAV diarios volcanes en alerta naranja		379*	64*	
Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV)	44	194	98	182
Minutas Excepcionales Volcánicas (MEV),			14	13
Total RAV por año	478	730	358	374

*Correspondió a reportes diarios sobre el Complejo Volcánico Nevados de Chillán, debido a su alerta naranja.

La frecuencia de emisión de estos reportes se establece en función de la alerta técnica de cada volcán, es decir:

- Alerta técnica verde: RAV mensual consolidado para todos los volcanes de esta categoría
- Alerta técnica amarilla: RAV quincenal individual para cada volcán en este nivel de alerta
- Alerta técnica naranja: RAV diario para cada volcán en este nivel de alerta
- Alerta técnica roja: RAV diario para cada volcán en este nivel de alerta o eventualmente mayor periodicidad dependiendo de la situación

Los REAV corresponden a reportes esporádicos elaborados ante la ocurrencia de eventos súbitos y destacables de actividad volcánica en aquellos volcanes monitoreados, tales como sismos de magnitud local igual o superior a 3,0; enjambres sísmicos; explosiones que superen niveles energéticos definidos para cada volcán; altura de columna eruptiva igual o superior a 2 km, entre otros.

En el año 2021, se informaron 114 Reportes de Actividad Volcánica (RAV), correspondientes a 12 regiones por mes, 35 reportes quincenales para volcanes en alerta amarilla, y 182 Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV), correspondientes a diferentes volcanes actualmente monitoreados por la RNVV. En términos de Minutas Excepcionales Volcánicas (MEV), se han emitido 13 minutas, a través del Centro de Atención Temprana (CAT), o bien ante la detección de un evento

relacionado a la potencial actividad de volcanes no incluidos en la red de monitoreo actual de SERNAGEOMIN, correspondientes al volcán submarino Orca.

Hasta fines de 2021, se han realizado 11 Ferias de Divulgación Volcánica organizadas por la RNVV, en las que el público alcanzado es de 11.691 personas según los datos obtenidos en cada una de las actividades. En mayo 2021, se realizó la 10ª Feria de divulgación volcánica en Chile Chico, modalidad online y en noviembre 2021, la 11ª Feria Volcanológica en Melipeuco, que por primera vez después de la pandemia se realizó de manera presencial. El equipo de trabajo de las Ferias de Divulgación Volcánica instala actividades para público de todas las edades, enfocadas a los sistemas volcánicos, su monitoreo, análisis de rocas y geomorfología. Se incorpora también realidad virtual para introducir los conceptos de manera dinámica y entretenida. Junto con esto, realización de talleres de capacitación para funcionarios de organismos de emergencia, municipalidades, tour operadores, entre otros, para profundizar en los conceptos técnicos con aquellos que tienen la posibilidad de esparcir el conocimiento luego de terminada la feria.

Como compromiso del Formulario H 2021, la RNVV ha comprometido anualmente la publicación de 2 nuevos Mapas de Peligro Volcánico Regulares (MPR), respecto del total de Volcanes que se encuentran en la categoría I y II de peligrosidad vigente en el año t-1, habiéndose publicado los siguientes mapas en el período 2018-2021:

- 2018: MPVR del volcán Tupungatito, Región Metropolitana y del grupo volcánico Carrán-Los Venados, Región de Los Ríos;
- 2019: MPVR del volcán Guallatiri (Región de Arica y Parinacota) y el primer mapa binacional con Argentina que cubre el Complejo Volcánico Laguna del Maule en Chile, abarcando las provincias de Mendoza y Neuquén en Argentina y la región del Maule en Chile;
- 2020: MPVR del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle, Región Los Lagos y el del volcán Lanín, Región de la Araucanía.
- 2021: MPVR del volcán Hornopirén y del CV. Antillanca, no terminados al 31/12/2021. El valor efectivo no logró alcanzar el 86,7% comprometido (26/30 de MPVR) al finalizar el año y las publicaciones se completarán en febrero del 2022 (MPVR del volcán Hornopirén) y primer trimestre de 2022 (MPVR del complejo volcánico Antillanca). Al 31/12/2021, el grado de avance en los 2 mapas no terminados es de 66%, MPVR del Volcán Hornopirén (73%), MPVR del Volcán Antillanca (58%), lo que corresponde a un nivel de cumplimiento parcial de 92,3% con respecto de la meta.

Para el año 2022, se publicarán los MPVR para los volcanes Parinacota y Descabezado Grande, lo que implica alcanzar un total de 28 MPVR elaborados, respecto de 30 volcanes que se encuentran en la categoría I y II de peligrosidad vigente (93,3%). Los MPVR comprometidos para envío a edición y publicación en el año 2023, tuvieron avances de:

- 20% del MPVR volcán Melimoyu, Región de Aysén del General Ibáñez del Campo
- 30% del MPVR volcán Michinmahuida, Región de Los Lagos.

De esta forma, al año 2023 se dispondrá de toda la cartografía de peligros volcánicos para los volcanes categorizados como de mayor riesgo en el territorio nacional.

Otros avances de Mapas de peligro en etapa de levantamiento y producción son:

- Mapa de Peligros Volcánicos de la Zona Centro, escala 1:250.000, entre volcanes Tupungatito-Nevados de Chillán, se encuentra en revisión editorial.
- Mapa de Peligros Volcánicos de la zona norte del volcán Villarrica, Región de la Araucanía, escala 1:25.000.

Durante el 2021, se avanzó en la definición de un anexo al Convenio de Cooperación firmado en el año 2015 entre el Centro Sismológico Nacional (CSN) y Sernageomin. Este anexo tiene relación con la instalación del Centro de Procesamiento Portátil del CSN como medio de respaldo de la información y de contingencia ante un escenario de terremoto que afecte la sede central del CSN en la capital. De esta manera, se busca dar continuidad al procesamiento de la información sismológica. Del mismo modo, se trabaja para que Sernageomin posea un sitio de contingencia en la sede central del CSN, para que ante cualquier eventualidad se pueda mantener el monitoreo volcánico en tiempo real. Dicho anexo se encuentra tramitado, por lo que en el mes de diciembre se realizaron reuniones para coordinar la instalación del Datacenter Portátil en OVDAS, en la primera etapa del año 2022.

Respecto de la coordinación con otros Servicios Geológicos, continúa el proceso de colaboración entre SERNAGEOMIN y SEGEMAR a través del envío de los Reportes de Actividad Volcánica (RAV) y Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV) por parte de OVDAS al Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica (OAVV). En particular, de acuerdo con el convenio de colaboración firmado entre ambas instituciones, se ha iniciado el traspaso de información de monitoreo en volcanes limítrofes, en particular en el volcán Lanín. Por otra parte, se iniciaron coordinaciones para respuesta a una eventual erupción del volcán Hudson en la Región de Aysén. Con respecto a la colaboración con el Servicio Geológico Colombiano (SGC), se continúa trabajando en la implementación de métodos de automatización de señales sísmicas en la vigilancia volcánica. Se mantiene el intercambio de información y experiencias con profesionales del Servicio Geológico de EE. UU. (USGS), en particular con miembros del “Volcano Disaster Assistance Program” (VDAP).

Plan Nacional de Geología (PNG)

El Plan Nacional de Geología (PNG) tiene por objetivo dotar al país de las coberturas de cartografía geológica básica, a escalas 1:100.000 e inferiores), cartografía geofísica, a escalas 1:100.000 y 1:250.000, y de cartografía geoquímica, a escala 1:250.000, las que son elaboradas de manera sistemática, mediante metodologías estandarizadas y con una planificación de la producción a largo plazo. Como su nombre lo indica, el alcance territorial del Programa corresponde a la totalidad de la superficie del país, continental e insular.

Originalmente (2010), el PNG fue previsto desarrollarlo en un plazo de 10 años, desde el año 2011 al 2020, para cubrir la zona comprendida entre los paralelos 18° Sur y 47° Sur, equivalente a 585.700 Km² y con una inversión total de MMUS\$ 215 (10.000 MM\$/año). La formulación original de este proyecto comprometió la publicación de 200 cartas de geología básica a escala 1:100.000, 100 cartas geofísicas escala 1:100.000 con base en el levantamiento aeromagnético y aeroradiométrico de 2.050.000 km de líneas de vuelo y, al menos, 25 cartas geoquímicas a escala 1:250.000. Esta propuesta inicial se vio afectada por diversos factores que forzaron modificarla, debido a los menores presupuestos asignados, resultando en la ejecución de una primera etapa (2011-2019), enfocada en la zona norte del país (18°-30° latitud Sur), y una segunda etapa, actualmente en desarrollo, en el resto del territorio.

Primera Etapa

Así, el PNG inició su ejecución el año 2011, con una Primera Etapa que cubrió la zona comprendida entre los 18°S y los 30°S, que representa un área de 271.773 Km² (134 cartas escala 1:100.000), desde las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo .se completó en el año 2019. En esta Primera Etapa el PNG logró una cobertura de mapeo geológico de 221.532 Km², (108 nuevas cartas de geología básica), de acuerdo con la meta país comprometida, equivalente al 81,5% de la superficie de esta área (271.773 km²), además de 61 nuevas cartas de geofísica, escala 1:100.000, y la publicación de 8 mapas y bases de datos de geoquímica de sedimentos. De esta forma, se aumentó la cobertura respecto a la geología básica, geofísica y geoquímica de esa zona del territorio nacional.

El siguiente cuadro resume el número acumulado de cartas/mapas/bases de datos desarrollados en el PNG (Primera Etapa), por año, al 31 de diciembre de 2019:

	Plan Nacional de Geología, Primera Etapa, Zona 18°a 30° Sur	Totales	Serie de Geología Básica, Escala 1:100.000	Levantamiento Aero magnético (1), Escala 1:100.000 (N° cartas levantadas)	Serie Geoquímica (2), escala 1:250.000 (N° mapas y BD)
Publicado antes del PNG en la zona (N°)	Al 2010	34	34	0	0
Mapas Publicados por año - Programa 03 de la Ley de Presupuesto (PNG) en la zona (N°)	2011	7	3	4	0
	2012	27	11	15	1
	2013	39	19	20	0
	2014	12	8	0	4
	2015	20	7	12	1
	2016	9	8	-	1
	2017	16,55	5	10 (3)	1,55
	2018	7	7	-	-
	2019	6	6	-	-

	Acumulado cartas geológicas disponibles (Nº)	177,55	108	61	8,55
--	---	---------------	------------	-----------	-------------

(1) Incluye levantamiento de información de magnetometría aerotransportada y de espectrometría de rayos gamma de K, Th y U; en los años 2018 y 2019, no se consideró presupuesto para la realización de vuelos aerogeofísicos.

(2) Se registra el avance informado en publicación de mapas y bases de datos de geoquímica de sedimentos.

(3) No se contabilizan 3 cartas parciales con vuelos aerogeofísicos (Caleta Lautaro, Quillagua y Sierra Moreno).

Segunda Etapa: 2020-2024

A partir del año 2018, el PNG conformó nuevos equipos de trabajo para la Segunda Etapa del PNG, con estudios de recopilación de antecedentes y el levantamiento preliminar de proyectos en las regiones del Maule, Los Ríos y Biobío, a fin de adelantar la información geológica en la zona al sur de los 30°S, según los recursos presupuestarios disponibles. Esta geoinformación será un insumo básico para la actividad de exploración de nuevos yacimientos e incluirá otras variables que apoyarán la toma de decisiones en zonas pobladas expuestas a peligros geológicos en el uso del suelo y los recursos hídricos.

PNG 2021

Según la Ley de Presupuestos 2021 de SERNAGEOMIN, el PNG, correspondiente al Programa 03, dispuso de un presupuesto de M\$4.439.402 del cual se ejecutó un 92,8% (M\$4.119.424).

Esta diferencia fue debido principalmente a la contratación del servicio de levantamiento Aero geofísico en el marco de la ejecución del PNG, Etapa VII- Región de Tarapacá, aprobado por Resolución Exenta N° 1322 del 09 de julio 2021. De acuerdo con lo informado por el Departamento de Geología General, dicho servicio no pudo ejecutarse durante el año 2021, debido a dificultades radicadas en la tramitación de permisos, mal funcionamiento de instrumentación, condiciones de mal tiempo, trámites propios de control sanitario en situación de pandemia. Dichos recursos fueron liberados y puestos a disposición durante el mes de diciembre, situación que no permitió reasignar dichos recursos para un nuevo requerimiento dado que los plazos ya no permitían ejecutar dichos montos.

La dotación máxima autorizada para el Programa es de 91 funcionarios, los que se distribuyen, además de las unidades técnicas del Departamento de Geología General que generan los productos de cartografía, en las unidades de apoyo transversal requeridas para la generación de esos productos estratégicos (Departamentos/Unidades de Laboratorio, Geomática, Edición, Publicación, Biblioteca, entre otras).

En el año 2021, el PNG está ejecutando el segundo año de su Segunda Etapa, con el compromiso de poner a disposición de público distintas “Publicaciones Geológicas”, relativas a estudios geológicos desarrollados a lo largo del territorio nacional, cuyos entregables comprometidos, son los siguientes:

- Cartas Geológicas (mapas): Serie de publicación regular de la “Carta Geológica de Chile”, en distintas series temáticas (geofísica, geoquímica geología básica) y a distintas escalas. Corresponden a productos cartográficos contruoidos con información geológica que se levanta a escala regional (grandes áreas); dada su complejidad y exigencia de alta calidad científica, su desarrollo implica un tiempo de ejecución de, al menos, tres años.
- Estudios: Publicaciones geológicas correspondientes a una monografía relativa a un tema específico, publicada en alguna de las series regulares (editadas y no editadas) de SERNAGEOMIN (Boletines e Informes Registrados, respectivamente), pudiendo contener mapas. Estos productos son de disposición rápida a público.
- Bases de datos: Conjunto de datos (crudos o procesados) para disponer a público, obtenidos por levantamiento geológico o algún procesamiento analítico, que en muchos casos constituye la base de información de las distintas series temáticas de la Carta Geológica de Chile. Corresponden a archivos de bases de datos en formato digital.
- Artículos publicados en la Revista Andean Geology: Artículos científicos publicados por profesionales del Departamento de Geología General en la revista Andean Geology, que edita anualmente SERNAGEOMIN (4 números al año). Es una revista de circulación internacional (hoy también en formato on-line), tiene uno de los mayores índices de impacto en temáticas de Ciencias de la Tierra, a nivel latinoamericano.

De esta forma, en la Segunda Etapa del PNG, amplía su cartera de productos incluyendo, además de la cartografía en sus tres áreas temáticas (geología básica, geofísica y geoquímica), diversos tipos de informes técnicos, bases de datos digitales, cartografía a distintas escalas, y artículos en la Revista Andean Geology. Su planificación de largo plazo se redujo a cinco (5) años, renovable, de manera de poder revisar el alcance y naturaleza de estas publicaciones en función de los requerimientos de información geocientífica de los usuarios, a nivel de todo el territorio nacional, en materias de exploración de recursos naturales, protección civil y planificación y uso del territorio, además de otros temas que puedan surgir desde la sociedad.

Se estableció como meta para este primer quinquenio (2020-2024) completar 88 productos (Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales) en sus 3 programas científicos (geología básica, geofísica y geoquímica), en todo el territorio nacional, incluyendo algunas zonas del norte de Chile (18° al 30° Sur), y el área al Sur de los 30°S. El avance previo al año 2020 (línea de base del indicador de gestión), era de 45 Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales en sus 3 áreas temáticas (geología básica, geofísica y geoquímica).

Al 31 de diciembre de 2021, el resultado del indicador del PNG “Porcentaje de Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales del Plan Nacional de Geología elaborados al año t respecto del total de los programados para un horizonte de 5 años” fue de 69,3% (61/88), con el 100% de la meta comprometida. En los años 2020 y 2021, se ha avanzado en 8 nuevas publicaciones geológicas por año, en sus 3 áreas temáticas (geología básica, geofísica y geoquímica) cumpliendo con el Programa de Mejoramiento de la Gestión (PMG) de cada año.

Las nuevas publicaciones geológicas puestas a disposición de público en la Segunda Etapa del PNG, para los años 2020-2021, según las áreas temáticas, fueron las siguientes:

PLAN NACIONAL DE GEOLOGÍA /Cumplimiento año 2020
Segunda Etapa (2020-2024)

Cumplimiento año 2021

GEOLOGÍA BÁSICA	Geología del área Río Bueno-Paillaco, escala 1:100.000, Región de Los Ríos.	Geología de las áreas Pisco Elqui y Paso del Agua Negra, escala 1:100.000, Región de Coquimbo
	Geología de las áreas Ovalle y Peñablanca, escala 1:100.000, Región de Coquimbo.	Informe Registrado Geología de la parte norte de la isla Navarino, Región de Magallanes y Antártica Chilena.
	Informe Registrado sobre la Criósfera de los valles de Cochiguaz y Derecho, Región de Coquimbo.	Informe Registrado Estratigrafía del Cretácico superior entre los 28,5 y los 30°S, Regiones de Atacama y Coquimbo.
	Informe Registrado sobre las Condiciones geotermobarométricas del Complejo Plutónico Guanta, Región de Atacama.	Informe Registrado Geología del área de San Fernando-Curicó, Región de O'Higgins.
GEOFÍSICA	Gravimetría de la Hoja La Serena (28°-30°S), escala 1:500.000. Región de Atacama y Coquimbo.	Informe Registrado Estudio Geofísico de la cuenca del río Pudeto, Región de Los Lagos
	Gravimetría de la Hoja Ovalle (30°-31°S), escala 1:250.000. Región de Coquimbo.	Gravimetría de la Hoja Constitución, escala 1:250.000, Región del Maule.
GEOQUÍMICA	Geoquímica de Sedimentos de la Hoja La Serena, escala 1:250.000, Región de Coquimbo.	Base de Datos: Geoquímica de sedimentos de la Hoja Copiapó, Región de Atacama.
	Informe sobre la Evaluación Geoquímica del impacto de las inundaciones y aluviones de marzo 2015 en las zonas afectadas del Río Salado, Región de Atacama.	Base de Datos: Geoquímica de sedimentos de la Hoja El Salvador, Región de Atacama

TOTAL GEOLOGICAS	PUBLICACIONES	2 mapas de Geología Básica; 2 mapas de Geofísica; 1 mapa de Geoquímica; 3 Informes Registrados (2 en Geología Básica y 1 en Geoquímica)	1 mapa de Geología Básica; 1 mapa de Geofísica; 2 Bases de Datos en Geoquímica; 4 Informes Registrados (3 en Geología Básica y 1 en Geofísica)
-----------------------------	----------------------	---	--

Avances en otros proyectos:

En el año 2022, están comprometidas las siguientes publicaciones geológicas:

- Geología Básica: 2 Cartas Geológicas, escala 1:100.000, Cupo-Toconce, Región de Antofagasta y Pichibelco, Región del Maule, además de 1 Carta sobre la Geología de la Isla Robinson Crusoe, escala 1:25.000, Región de Valparaíso y 1 Informe Registrado multi regional sobre Génesis de los Salares del Norte de Chile desde una perspectiva Volcanológica Regional.
- Geofísica: 1 Informe Registrado sobre Caracterización mediante Gravimetría de la estructura geológica Concepción-Talcahuano, Región del Biobío.
- Geoquímica: 1 Base de Datos sobre Geoquímica de Sedimentos de la Hoja Taltal, escala 1:250.000, Región de Antofagasta y 1 Informe Registrado sobre Geoquímica de Sedimentos de la Cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos.

Durante los próximos años, en Geología Básica, se avanza en los proyectos que corresponden a las cartas San Clemente-El Melado, región del Maule; Geología de las áreas Illapel y Los Vilos, región de Coquimbo; carta Codpa, región de Arica y Parinacota; Geología del área Concepción-Talcahuano. Además, se está realizando el levantamiento geológico en otros proyectos cuyos resultados serán publicados como Informes Registrados y artículos en la revista Andean Geology: Geología del cuadrángulo Río Claro; Estructura de la Sierra de Moreno en el cuadrángulo homónimo; Evolución del sistema volcánico Caldera Calabozos.

En el Programa de Geofísica, durante el segundo semestre del año 2021, se iniciaron las actividades del proyecto de aerogeofísica para el levantamiento de datos de magnetometría y espectrometría de rayos gamma, correspondiente a la Etapa VII del Programa de Aerogeofísica del Plan Nacional de Geología, para así completar con información un área de aproximadamente, 20.000 km² al sur de la región de Tarapacá. El levantamiento aerogeofísico comprende el área entre los 20°15' a 21°35'S, y corresponde a nueve (9) cartas IGM a escala 1:100.000.

En el Programa de Geoquímica, durante 2021 se desarrollaron actividades relativas a los programas de trabajo de los distintos proyectos en desarrollo, entre ellos: Informe Registrado Geoquímica de la cuenca del Río Mataquito, Región del Maule; Base de Datos de Geoquímica de Sedimentos de la Hoja Aguas Blancas, Región de Antofagasta, escala 1:250.000.

Seguridad Minera

El Programa de Seguridad Minera dispuso de un presupuesto vigente de M\$4.803.792 del cual ejecutó M\$4.757.216. Para el año 2021, se realizaron 1.800 fiscalizaciones a faenas operativas alcanzando un 90,3% de la cobertura de territorial de faenas operativas al 31/12/2020. En relación

con el número de fiscalizaciones se realizaron 10.557 inspecciones, respecto de 10.000 fiscalizaciones programadas.

En materia de accidentabilidad, en el año 2021, el número de víctimas de accidentes fatales es de 12 casos, sin embargo, el número de accidentes fatales disminuyó a 10 accidentes el año 2021. Estos últimos resultados se reflejan en la tasa de fatalidad la que fue de 0.02 fallecidos por un millón de horas personas trabajadas. Las estadísticas de los últimos cuatro años muestran que la accidentabilidad con resultado de muerte se ha estabilizado dentro del segmento 10-20, debido principalmente a las actividades de prevención realizadas por las empresas del rubro y sus contratistas y del aporte de SERNAGEOMIN en la aplicación de la normativa vigente. Los esfuerzos institucionales del trabajo que el Servicio está realizando, están dirigidos a alcanzar en los próximos años la Cero Fatalidad.

Otras actividades relevantes del Programa de Seguridad Minera ejecutadas en el año 2021, se establecieron 8.625 acciones correctivas en las 10.557 fiscalizaciones realizadas. Se terminaron 64 investigaciones de accidentes. Se mejoró el seguimiento de los procesos sancionatorios, implementándose el Sistema BPMS de estos procesos, estandarizando sus estados por etapa, mejorándose la trazabilidad de los expedientes y además se implementaron reportes y visualizaciones en la Plataforma PowerBI de la SDMN. Por otra parte, se tramitaron 592 autorizaciones de vehículos para transporte de explosivos con un promedio de 9,1 días para obtener una respuesta del servicio al respecto.

Departamento de Investigación de Accidentes y Sanciones

Mediante la Resolución N°3202 del 23 de noviembre de 2018, se creó bajo la Subdirección Nacional de Minería, el Departamento de Investigación de Accidentes y Sanciones para gestionar todas las actividades relativas a la investigación de accidentes mineros definidos por el artículo 13b, ocurridos en el ámbito nacional. El Departamento ha fortalecido las tareas institucionales de manera que el proceso de evaluación de propuestas de sanción esté respaldado con los antecedentes necesarios que acrediten la contravención a la normativa vigente. También, se define que le cabe un rol en asistir técnicamente a las emergencias mineras.

SERNAGEOMIN, durante el año 2021, tuvo un papel muy relevante en la supervisión del cumplimiento de las medidas dictadas por las autoridades sanitarias y del trabajo, se continuó con iniciativas como "La Minería Se Cuida", incorporando campañas como "Los 6 tipos de accidentes en la Minería del Carbón e Hidrocarburos".

Además, se implementó durante el año 2021, un informe en Portal BI de la SDNM, el cual incorpora el seguimiento de pago de multas y paralizaciones producto del proceso Sancionatorio, que tiene como objetivo mejorar la gestión de cobranza de las multas, por infracciones a la Ley de Cierre de Faenas, mantener los sistemas internos actualizados e informar de manera oportuna y eficaz, a todos los funcionarios y funcionarias del Servicio.

Depósitos de Relaves

Respecto a los Depósitos de Relaves, el Servicio actualizó el Catastro Nacional de Depósitos de Relaves, manteniendo así informada a las autoridades y población en cuanto a su ubicación y características principales, registrando 762 depósitos identificados, con 111 activos y 610 de éstos que corresponden al método constructivo "tranque de relave", contruidos con muro de arena. Del

total de 111 activos, 51 corresponden a este método constructivo, los que equivalen al 45,9% de depósitos a nivel nacional. A nivel regional, se concentra la mayor parte de los depósitos en las regiones de Coquimbo con 35%, Atacama con 28% y Valparaíso con 13%.

Los 111 tranques activos según método constructivo por región, se muestran en el siguiente cuadro:

REGIÓN	ESTADO	MÉTODO CONSTRUCTIVO				
	ACTIVOS	EMBALSE	EN PASTA	ESPESADO	FILTRADO	TRANQUE DE RELAVE
Total 2021	111	44	4	5	7	51
I	2	1	-	-	-	1
II	12	3	-	3	4	2
III	31	13	1	1	1	15
IV	39	13	1	1	2	22
RM	6	2	1	-	-	3
V	14	8	1	-	-	5
VI	3	2	-	-	-	1
VII	4	2	-	-	-	2

Durante el año 2021, se realizaron 473 fiscalizaciones a depósitos de relaves, en las distintas Direcciones Regionales y se recibió 307 formularios E 700 sobre la operación de tranques de relaves activos, correspondientes a 70 empresas mineras.

[11] Programa de Gobierno 2018-2022, Construyamos tiempos mejores para Chile, Sebastián Piñera Echeñique, pp. 51 a 54.

3.2 Resultados de los Productos Estratégicos y aspectos relevantes para la Ciudadanía

Los resultados de los Productos Estratégicos y aspectos relevantes para la Ciudadanía correspondientes al SERNAGEOMIN se exponen para los 6 productos estratégicos y subproductos de la organización:

Producto estratégico 1. Fiscalización

Instrumento que tiene por objeto revisar el cumplimiento de la normativa y de las resoluciones en materia de seguridad minera, depósitos de relaves, planes de cierre e investigación de accidentes incorporando, en los casos que corresponda, la acción sancionatoria.

Subproducto N° 1.1: Fiscalización de la operación de las instalaciones de las faenas mineras

El área de Fiscalización de la operación de las instalaciones de las faenas mineras comprende diversas actividades entre las que destacan inspecciones a instalaciones, investigaciones de accidentes graves y fatales, revisión y autorización de vehículos para transporte de explosivos, seguimiento de acciones correctivas, atención de requerimientos extraordinarios, entre otras.

Durante el año 2021, el Servicio no detuvo su rol fiscalizador. Con el objetivo de dar continuidad al trabajo, de manera segura, se implementaron acciones y medidas preventivas para resguardar la salud de los funcionarios y funcionarias, especialmente a quienes desempeñan funciones en terreno, para continuar con acciones orientadas a disminuir con las cifras de accidentes fatales en la industria extractiva minera nacional.

El presente cuadro muestra las fiscalizaciones ejecutadas durante periodo 2018-2021:

Ítem	2018	2019	2020	2021
Fiscalizadores/ Inspectores (N°)	68	61	65	62
Fiscalizaciones/ Inspecciones realizadas (N°)	10.733	10.545	10.483	10.557
N° Fiscalización es realizadas/ N° Fiscalizadores	158	172,9	161,3	170

Del total de fiscalizaciones ejecutadas y acumuladas al 31 de diciembre de 2021, es preciso señalar que hay instalaciones y faenas que son fiscalizadas más de una vez al año. Los resultados a nivel regional de las fiscalizaciones se muestran en el siguiente cuadro:

Direcciones Regionales	Fiscalizaciones Programadas Año 2021 (N°)	Fiscalización Realizadas Al 31/12/ 2021 (N°)	Resultado Respecto Al Programa Anual (%)
Arica y Parinacota	257	271	105,4
Tarapacá	440	510	115,9
Antofagasta	1.660	1.689	101,7
Atacama	1.950	2.144	109,9
Coquimbo	2.770	2.945	106,3
Regional Centro	1.563	1.612	103,1
L.B. O'Higgins	460	466	101,3
Maule	140	137	97,9
Regional Sur	480	492	102,5
Magallanes	280	291	103,9
TOTAL	10.000	10.577	105,6%

*Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana.

**Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Cartas Ibáñez del Campo

Considerando que el universo de faenas operativas al 31 de diciembre de 2020 alcanzó a 1.992, el valor efectivo del indicador H "Porcentaje de Faenas mineras operativas fiscalizadas en el año 2021, respecto del total de faenas mineras operativas catastradas en el año 2020", que indica cobertura de fiscalización a faenas operativas, respecto del total de faenas mineras operativas catastradas al 31 de diciembre del 2020, es de 90,4% (1.800/1.992). Se debe señalar que la meta en el Formulario H 2021 fue de 79,0%.

Este es un indicador incorporado en el año 2017, atendiendo a la realidad de la minería en el país, la necesidad de fortalecer la metodología de trabajo y la focalización del proceso de fiscalización de Seguridad Minera, y permite relevar la importancia que se ha dado en los últimos años, hacia la mejora en la calidad de las fiscalizaciones y una mayor cobertura territorial de dicha actividad. Los resultados a nivel regional del indicador antes descrito se muestran en el siguiente cuadro:

Direcciones Regionales	Faenas Mineras Operativas Catastradas Al 31/12/2020	Fiscalizaciones A Faenas Mineras Operativas Fiscalizadas Al 31/12/2021 (N°)	Cobertura Respecto Al Universo Catastrado Al 31/12/2021 (%)
Arica Y Parinacota	28	27	100
Tarapacá	68	56	107,7
Antofagasta	342	266	103,1
Atacama	590	519	99,8
Coquimbo	517	512	100,4
Regional Centro	239	217	99,5
L.B. O'Higgins	94	93	106,9
Maule	18	18	100
Regional Sur	83	80	102,6
Magallanes	13	12	100
Total	1.992	1.800	101,1

*Regional Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana

**Regional Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Cartas Ibáñez del Campo.

• **Fiscalización a Depósitos de Relaves**

Durante el año 2021, se realizaron 473 fiscalizaciones a depósitos de relaves, en las distintas Direcciones Regionales y se recibió 307 formularios E 700 sobre la operación de tranques de relaves activos, correspondientes a 70 empresas mineras

Subproducto N° 1.2: Fiscalización de planes de cierre mineros

En el año 2021, se ejecutaron 119 Fiscalizaciones de Planes de Cierre de faenas mineras menores a 5.000 TPM; por otro lado, se ejecutaron 74 fiscalizaciones de Planes de cierre mayores a 10.000 TPM, cuyo detalle a nivel de Direcciones Regionales se presenta en el siguiente cuadro:

DR	Fiscalizaciones Planes de cierre < a 5000 TPM	Fiscalizaciones Planes de cierre > a 10.000 TPM
Arica y Parinacota	9	2
Tarapacá	7	7
Antofagasta	28	17
Atacama	17	17
Coquimbo	20	13
Zona Centro	15	12
Rancagua	8	1
Maule	2	
Zona Sur	11	3
Magallanes y de la Antártica Chilena	2	2
Total 2020	119	74

* Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins.

** Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

En el año 2021, el indicador del formulario H, Porcentaje de faenas mineras, sometidas al procedimiento de aplicación general de la Ley 20.551 fiscalizadas en el año t, respecto del total de faenas mineras sometidas al procedimiento de aplicación general registradas en el año t-1, obtuvo una cobertura del 39,6%, con fiscalización de 65 planes de cierre de faenas mayores de 10.000 tpm.

El detalle a nivel de direcciones regionales, se presenta a continuación:

Dirección regional	Faenas fiscalizadas sometidas al procedimiento de aplicación general de la ley 20.551, año 2021	Nº total de faenas mineras sometidas al procedimiento de aplicación general de la ley 20.551 registradas en el año 2020	Cobertura de Fiscalización (%)
Arica Y Parinacota	2	4	50%
Tarapacá	5	15	33%
Antofagasta	15	42	36%
Atacama	15	41	37%
Coquimbo	12	27	44%
Regional Centro	12	24	50%
L.B. O'Higgins	1	3	33%
Maule	0	2	0%
Regional Sur	2	2	100%
Magallanes	1	4	25%
Totales	65	164	40%

*Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins.

**Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

Subproducto N° 1.3: Fiscalizaciones para investigación de accidentes mineros

- **Faenas mineras con accidentas graves y fatales**

SERNAGEOMIN, durante el año 2021, tuvo un papel muy relevante en la supervisión del cumplimiento de las medidas dictadas por las autoridades sanitarias y del trabajo, se continuó con iniciativas como "La Minería Se Cuida", incorporando campañas como "Los 6 tipos de accidentes en la Minería del Carbón e Hidrocarburos".

Además, se implementó durante el año 2021, un informe en Portal BI de la SDNM, el cual incorpora el seguimiento de pago de multas y paralizaciones producto del proceso Sancionatorio, que tiene como objetivo mejorar la gestión de cobranza de las multas, por infracciones a la Ley de Cierre de Faenas, mantener los sistemas internos actualizados e informar de manera oportuna y eficaz, a todos los funcionarios y funcionarias del Servicio.

Durante el 2021 se mantuvo las acciones para reforzar temas de seguridad y prevención de accidentes en trabajadores y trabajadoras de la minería, realizadas mediante video conferencias y reuniones online en época de pandemia. Estas permitieron transmitir valiosos conocimientos para el aprendizaje en materias como accidentes mineros, geomecánica y manejo de explosivos.

El siguiente cuadro muestra la evolución anual de accidentes y víctimas de accidentes para el 2018-2021:

Accidentes	2018	2019	2020	2021
Accidentes con consecuencia de muerte (N°)	14	10	11	10
Víctimas de accidentes fatales (N°)	15	14	13	12
Accidentes graves (N°)	58	63	46	49
Víctimas de accidentes graves (N°)	41	61	43	43

- **Porcentaje de faenas mineras con accidentes graves y fatales ocurridos en año t con al menos 2 fiscalizaciones por cada accidente en año t en relación con el N° total de faenas mineras con accidentes graves y fatales ocurridos en año t**

Este indicador corresponde al número de accidentes informados por las empresas mineras e investigados por el Servicio, acorde a lo definido en el artículo 77 del Reglamento de Seguridad Minera, para el período de medición, en el cual se establece la condición de accidente minero, cuyo control y seguimiento es por "caso cerrado", por lo cual, la fecha de corte es el 31 de octubre, dejando para el año siguiente todos aquellos accidentes que ocurran con posterioridad a esta fecha. Bajo esta consideración, el resultado es de 64 accidentes mineros ocurridos en el periodo de

medición 1 noviembre 2020 al 31 octubre 2021 (de acuerdo con nota técnica), se registran 53 accidentes graves, y 11 fatales, los cuales fueron doblemente fiscalizados en su totalidad hasta el mes de diciembre 2021. El cumplimiento efectivo del indicador fue de 100% (64/64).

Los resultados de este indicador de accidentes a nivel regional se presentan en el siguiente cuadro:

Variable	Fiscalizaciones, Accidentes Fatales y Graves Regionales (N°) (INDICADOR FORMULARIO H)*										Total
	XV	I	II	III	IV	ZC*	VI	VII	ZS**	XII	
Accidentes fatales	0	0	2	4	3	2	0	0	0	0	11
Accidentes graves	0	4	8	12	10	12	4	0	0	3	53
Total de Accidentes (Fatales + graves)	0	4	10	16	13	14	4	0	0	3	64
Dobles fiscalizaciones accidentes fatales	0	0	2	4	3	2	0	0	0	0	11
Dobles fiscalizaciones accidentes graves	0	4	8	12	10	12	4	0	0	3	53
Total de Dobles fiscalizaciones	0	4	10	16	13	14	4	0	0	3	64

*Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins.

**Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

Durante el año 2021, se registró una disminución de todos los accidentes con respecto al año 2019 (previo a la pandemia), Las declaraciones fueron cerradas, por lo tanto, de acuerdo a cifras oficiales, se finalizó con una tasa de frecuencia de 1,36 y una tasa de fatalidad de 0,02.

- **Tasa de frecuencia de accidentes:**

Respecto del indicador H " Tasa de frecuencia de accidentes incapacitantes durante el periodo t, por mil, respecto del promedio de fiscalizaciones realizadas el periodo t-1, t-2 y t-3". busca medir la eficacia de las fiscalizaciones a faenas mineras. La meta en el Formulario H 2021 es de 0,2 unidades, indicador que considera en el numerador la tasa de frecuencia de accidentes de las empresas mandantes y contratistas, las horas persona trabajadas en la minería, por 1.000 y en el denominador el promedio de la suma de las fiscalizaciones de los años t-1, t-2, t-3.

La tasa de frecuencia en el periodo 01 de noviembre 2020 al 31 de octubre 2021 es de 1,37 y el promedio de inspecciones del periodo t-1, t-2, t-3 es de 10.691, por lo tanto, el resultado efectivo del indicador es de 0,13 unidades. Esto se debe a dos factores principalmente: la disminución de accidentabilidad que se ha observado en los últimos años a nivel nacional, donde la tendencia se sigue observando hacia la baja, y la mejora en el proceso de fiscalización (aumentando la cobertura de fiscalización en las faenas mineras operativas).

Producto N° 2: Revisión de Proyectos

Comprende la evaluación y pronunciamiento respecto del método de explotación, plantas de tratamiento, depósitos de relaves y sus modificaciones, en materia de seguridad minera, ley de cierre y evaluaciones de impacto ambiental.

La ejecución final del Departamento de Evaluación de Proyectos Mineros fue de M\$2.375.966, lo que corresponde al 98% del presupuesto vigente al 31 de diciembre de 2021.

Subproducto N° 2.1: Revisión de Proyectos de Explotación

La revisión de Proyectos de Explotación constituye una actividad regular en la institución. De los distintos proyectos ingresados al SERNAGEOMIN, durante el 2021, 1.632 correspondían a proyectos bajo 5 mil toneladas y 191 sobre 5 mil toneladas de mineral mensual.

a. Revisión de proyectos explotación bajo 5.000 TPM:

El Servicio revisó durante el año 2021 con pronunciamiento 1.426 proyectos, del total de 1.632 proyectos de explotación bajo 5.000 TPM ingresados el 2021, resultando en un porcentaje de revisión del 87,4% ingresados (El resultado del año 2020 fue de 89,8%, pero se debe destacar que el 2021 aumentaron los proyectos en un 44,4% con respecto a los proyectos que ingresaron durante el año 2020). El comportamiento por Dirección regional de la recepción y revisión de proyectos de explotación minera (menores a 5.000 TPM) efectuados al 31 diciembre de 2021, se muestra en el siguiente cuadro:

DIRECCIÓN REGIONAL	Proyecto Menor a 5.000 Toneladas Mensuales		
	Pronunciamiento (N°)	Ingresados (N°)	% Revisión
Antofagasta	158	170	93%

Arica	26	27	96%
Atacama	510	553	92%
Coquimbo	474	577	82%
Maule	6	6	100%
Rancagua	26	27	96%
Tarapacá	30	32	94%
Zona Centro *	176	216	81%
Zona Sur **	20	24	83%
Total	1426	1632	87%

•zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana.

**zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo

b. Revisión de proyectos explotación sobre 5.000 TPM

Al 31 de diciembre del año 2021, se revisaron 144 proyectos de un total de 191 proyectos ingresados, lo cual nos entrega un valor efectivo a diciembre del 2021 de un 75,4%, en comparación con efectivo el año 2020 que fue de 76,8%, se debe destacar que aumento el número de proyectos ingresados en 16,7%. El comportamiento por Dirección Regional de la recepción y revisión de proyectos de explotación minera (mayores a 5.000 TPM) efectuados al 31 diciembre de 2021, se muestra en el siguiente cuadro:

DIRECCIÓN REGIONAL	Proyecto Mayor a 5.000 Toneladas Mensuales		
	Pronunciamiento (N°)	Ingresados (N°)	% Pronunciamiento
Antofagasta	40	61	65,60%

Arica	4	4	100,00%
Atacama	27	37	73,00%
Coquimbo	20	24	83,30%
Maule	2	2	100,00%
Punta Arenas	2	2	100,00%
Rancagua	7	8	87,50%
Tarapacá	22	22	100,00%
Zona Centro *	15	25	60,00%
Zona Sur **	5	6	83,30%
Total	144	191	75,40%

Fuente: Depto. de Evaluación de Proyectos Mineros

•Regional Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana.

**Regional Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

Subproducto N° 2.2: Revisión de Proyectos de Relaves

Durante el año 2021 se emitieron 10 resoluciones de los 47 proyectos ingresado en el año, de las cuales 7 fueron aprobatorias. El Cuadro siguiente presenta la información desagregada por región del país:

Región	Abandono	Aprobado	Desistido	Observado	Pendiente	Suspensión de Plazo	Total general
Tarapacá		1		1			2

Antofagasta		1		1	2		4
Atacama	1	3	1	4	5	2	16
Coquimbo		2	1	8	2	1	14
Valparaíso				6	2		8
Metropolitana de Santiago				1			1
Libertador general bernardo O'Higgins				1			1
Aysén del General Carlos Ibañez del Campo				1			1
Total general	1	7	2	23	11	3	47

Fuente: Depto. de Evaluación de Proyectos Mineros

Subproducto N° 2.3: Revisión de Planes de Cierre Mineros

Durante el año 2021 ingresaron al Servicio los antecedentes de 1.074 planes de cierre para evaluación, de los cuales 1.008 corresponden a planes de cierre sometidos al procedimiento simplificado y 66 al procedimiento de aplicación general, para la correspondiente decisión de la autoridad institucional.

a. Revisión Planes de Cierre Simplificados

Durante el año 2021 se resolvieron 837 planes de cierre de faenas mineras, cuya capacidad de extracción y/o beneficio es igual o inferior a 10.000 tpm, de los cuales 658 (78,6%) fueron aprobados, 126 (15%) rechazados, 5 (0,6%) no admitidos a tramitación, 38 (4,5%) desistidos y 10 (1,2%) abandonados, de acuerdo con la siguiente distribución regional:

DIRECCIÓN REGIONAL	APROBADOS	RECHAZADOS	NO ADMITIDOS	DESISTIDOS	ABANDONADOS	TOTAL RESUELTOS
---------------------------	------------------	-------------------	---------------------	-------------------	--------------------	------------------------

Arica y Parinacota	2	4				6
Tarapacá	13	3	1		1	18
Antofagasta	133	14		7	5	159
Atacama	321	80	3	12		416
Coquimbo	115	5		4		124
Zona Centro	53	19	1	9	4	86
Zona Sur	18	1		5		24
Magallanes y Antártica Chilena	2					2
Nivel Central	1			1		2
TOTAL	658	126	5	38	10	837

*Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana.

**Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

-Nivel Central: Ubicado en la Región Metropolitana, se revisan los planes de cierre mayor a 5.000 tpm y menor o igual a 10.000 tpm.

b. Revisión Planes de Cierre sometidos al Procedimiento de Aplicación General

En cuanto a los proyectos de planes de cierre de faenas cuya capacidad de extracción y/o beneficio de mineral es superior a 10.000 tpm, los proyectos resueltos durante el año 2021 ascienden a 66, de los cuales 62 (94%) fueron aprobados, 2 (3%) rechazados, 1 (1,5%) no admitidos a trámite y 1 (1,5%) desistido. La revisión de estos proyectos la realiza el equipo de evaluadores del Nivel Central en Santiago.

Subproducto N° 2.4: Revisión de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA)

En el año 2021 se evaluaron 57 EIA y 705 DIA con pronunciamientos (Incluye adendas), al 31/12/2021.

a. Estudios de Impacto Ambiental Evaluados

Se evaluaron 35 Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y 22 adendas de EIA, cuyo desglose regional se presenta a continuación:

Dirección Regional	Estudios de Impacto Ambiental evaluados (Nº)	Adendas de Estudios de Impacto Ambiental evaluados (Nº)	Total EIA + Adendas de EIA
Arica - Parinacota	0	0	0
Tarapacá	1	0	1
Antofagasta	4	3	7
Atacama	10	8	18
Coquimbo	2	0	2
Zona Central	6	5	11
O'Higgins	1	0	1
Zona Sur	7	3	10
Magallanes	0	0	0
Nivel Central	4	3	7
TOTAL	35	22	57

*Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana.

**Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

-Nivel Central: Ubicado en la Región Metropolitana, se revisan los planes de cierre mayor a 5.000 tpm y menor o igual a 10.000 tpm.

a. Declaraciones de Impacto Ambiental Evaluadas

El Servicio se pronunció sobre 439 revisiones de Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y 266 adendas.

Dirección Regional	Declaraciones de Impacto Ambiental evaluados (Nº)	Adendas de Declaraciones de Impacto Ambiental evaluados (Nº)	Total DIA + Adendas de DIA
Arica - Parinacota	5	0	5
Tarapacá	20	10	30
Antofagasta	58	50	108
Atacama	36	33	69
Coquimbo	24	17	41
Zona Central	47	58	105
O'Higgins	93	47	140
Zona Sur	71	21	92
Magallanes	13	8	21
Nivel Central	72	22	94
TOTAL	439	266	705

*Zona Centro: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana.

**Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

***Nivel Central: Ubicado en la Región Metropolitana, se revisan los planes de cierre mayor a 5.000 tpm y menor o igual a tpm.

Producto Estratégico N°3. Asistencia/Asesoría técnica minera y geológica

Este producto estratégico incluye:

- Asistencia a los Tribunales para el otorgamiento de concesiones de explotación y solicitudes para la sentencia constitutiva de concesiones mineras de exploración, además de mantener el catastro actualizado de concesiones mineras.
- Asesoría a las fiscalizaciones mandatadas por la Superintendencia de Medio Ambiente para dar cumplimiento a su programa de fiscalización ambiental y responder a las denuncias realizadas por la autoridad competente.
- Asistencia técnica a solicitud de autoridades nacionales, regionales y comunales en materias de peligros geológicos, peligros volcánicos, recursos minerales, energéticos, hídricos y geo-patrimoniales, aspectos medioambientales, entre otros.
- Asesoría requerida en materias de aguas subterráneas y zonas de peligros, para verificar el cumplimiento normativo en planes reguladores comunales.
- Asesoría técnica al Ministerio de Energía respecto de las solicitudes de concesión de exploración y explotación de energía geotérmica, además de mantener un catastro actualizado de las concesiones geotérmicas.

Subproducto N° 3.1: Asistencia técnica minera

Asistencia minera en realización de informes de mensuras, pedimentos, mandato de la SMA a realizar fiscalizaciones ambientales.

a. Asistencia en Propiedad Minera: Constitución de Concesiones Mineras de Explotación y Exploración

El Departamento de Propiedad Minera contó con un presupuesto vigente al 31 de diciembre de 2021 de M\$ 2.460.219 y la ejecución presupuestaria alcanzó M\$2.443.012, lo que corresponde al 99,3%.

Durante el año 2021, se revisaron y despacharon 4.112 expedientes de explotación (mensuras) y 18.808 de concesiones de exploración minera (pedimentos). A nivel nacional, se asignaron 18.011 roles de exploración y 2.532 roles de explotación; de acuerdo con el Artículo 90 del Código de Minería, se publicó en junio del año 2021 la nómina de las concesiones que se constituyeron en el año calendario anterior, que corresponden a un total de 12.378 concesiones mineras de exploración y 1.438 concesiones de explotación. Se entregaron 15.720 constancias digitales, de las cuales 14.479 corresponde a concesiones mineras de exploración y 1.241 corresponden a concesiones mineras de explotación, este documento es requerido para proceder a la inscripción de la sentencia constitutiva. Además, este año se tramitaron y reconocieron 127 beneficios de patentes especiales para pequeños mineros y mineros artesanales de la Ley N°19.719.

Respecto de las 4.112 mensuras, se logró un tiempo promedio de revisión de 37,3 días por expediente (153.417 días/4.112 expedientes de explotación), siendo el plazo legal de 60 días. En el caso de la revisión de pedimentos, el tiempo promedio de revisión alcanzó un efectivo de 27,3 días por expediente (513.238 días/ 18.808 expedientes de exploración).

Asistencia Técnica Concesiones Mineras	Efectivo 2018	Efectivo 2019	Efectivo 2020	Efectivo 2021	Variación 2021/2020
Expedientes explotación (mensuras) despachados (Nº)	4.849	4.411	3.782	4.112	8,7%
Tiempo promedio expedientes de explotación (días/ expediente)	42,1	41,7	40,6	37,3	-8,1%
Expedientes exploración (pedimentos) despachados (Nº)	20.105	14.659	15.864	18.808	18,6%
Tiempo promedio expedientes de exploración (días/ expediente)	31,3	26,8	25,0	27,3	9,2%

Notas: ⁽¹⁾ Los expedientes de explotación (mensuras) despachados para los años 2019 al 2020 tienen corte al 30.12 de cada año, lo anterior por ser un indicador del Formulario H (FH) y registrarlo así en la nota técnica respectiva. Desde el año 2021, este indicador ya no se mide dentro del FH y la fecha de corte corresponde al 31.12.

El comportamiento regional del nivel de revisión de expedientes de exploración minera muestra que las Direcciones Regionales con mayor revisión de pedimentos son Antofagasta con 32,2%, Atacama con 21,3% y Sur con 11,3%. En el caso de revisión de expedientes de explotación, las 3 principales en orden decreciente son: Atacama (33,7%), Antofagasta (21,8%) y Centro (11,5%).

Direcciones Regionales	Expedientes explotación despachados (mensuras)		Expedientes exploración despachados (pedimentos)	
	Nº	%	Nº	%
Total	4.112	100%	18.808	100%
Arica y Parinacota	109	2,7%	614	3,3%
Tarapacá	345	8,4%	1.846	9,8%
Antofagasta	897	21,8%	6.052	32,2%
Atacama	1.385	33,7%	4.010	21,3%

Coquimbo	450	10,9%	1.665	8,9%
Centro	472	11,5%	1114	5,9%
Maule	149	3,6%	1.390	7,4%
Sur	305	7,4%	2.117	11,3%

Considerando que una de las funciones esenciales del Departamento de Propiedad Minera es asesorar técnicamente a los Tribunales de Justicia en la constitución de las Concesiones Mineras de Explotación y Exploración y uno de los actores principales de este proceso recae en las funciones de los peritos mensuradores, el día 25 de agosto se realizó el Webinar “Peritos Mensuradores: Actualizaciones y normativas legales vigentes” con el objetivo de presentar a los peritos mensuradores e ingenieros civiles las actualizaciones normativas que afectan directamente su trabajo y los proyectos futuros del Departamento de Propiedad Minera. Entre los importantes temas tratados cuentan: Actualización de la normativa legal vigente, Cartera de terreno digital, Normas GNSS y Proyecto Cambio de Datum. El webinar contó con la participación de más de 200 personas, fue transmitido por plataforma zoom y canal youtube live de Sernageomin.

b. Asistencia en Fiscalización Ambiental

SERNAGEOMIN asiste técnicamente a la autoridad ambiental en materias propias que al Servicio le compete, contribuyendo con el desarrollo sustentable de la minería y con la prevención y disminución del riesgo ambiental, coordinando la participación del Servicio en el marco del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental (SEA) y efectuando fiscalizaciones ambientales en terreno con la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), a través del Subprograma de Fiscalización Ambiental de Resoluciones de Calificación Ambiental.

Al 31 de diciembre de 2021, el número de UF fiscalizadas por Fiscalización Ambiental es de 36, de las cuales 31 son programadas y 5 son denuncias. Considerando que la meta 2021 es de 31.

La siguiente tabla muestra la distribución de las 36 fiscalizaciones ambientales realizadas en cada una de las direcciones regionales:

Direcciones Regionales	Fiscalizaciones Programadas Año 2021 (N°)	Fiscalizaciones Programadas Realizadas Al 31/12/ 2021 (N°)	Fiscalización No Programadas Realizadas Al 31/12/ 2021 (N°)	Resultado Respecto Al Programa Anual (%)
Arica Y Parinacota	2	2	-	100,0

Tarapacá	6	5	-	83,3
Antofagasta	5	5	-	100,0
Atacama	4	4	-	100,0
Coquimbo	2	2	3	250,0
Regional Centro	3	3	-	100,0
L.B. O'Higgins	1	1	-	100,0
Maule	-	-	-	-
Regional Sur	6	7	1	133,3
Magallanes	2	2	1	50,0
TOTAL	31	31	5	116,1%

Subproducto Nº 3.2: Asistencia técnica geológica

Es una actividad permanente que se desarrolla bajo el Departamento de Geología Aplicada. En el año 2017, se creó la Unidad de Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas, a partir de la división de la Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial. Actualmente, la Unidad cuenta formalmente con dos profesionales, por lo que necesariamente requieren el apoyo constante de otras unidades del Departamento de Geología Aplicada (DGA), especialmente Hidrogeología, Peligros Geológicos y Cartografía. A nivel nacional, se cuenta con apoyo de las Direcciones Regionales de Atacama, Coquimbo, Maule, Los Ríos y Magallanes, así como de la Oficina Técnica de Puerto Varas y los profesionales en Coyhaique de la Subdirección Nacional de Geología.

A partir del año 2020, se tiene en funcionamiento la plataforma online para dar respuesta a las Asistencias Técnicas Geológicas asociadas a obtención de permisos municipales, mediante la plataforma SUPER del Estado (<https://www.sernageomin.cl/asistencia-tecnica-geologica/>).

a. Informes de asistencia técnica geológica

El Servicio elabora informes de asistencia técnica geológica, para contribuir a la solución de materias vinculadas a remociones en masa, planificación territorial, asentamiento humano y otros temas referidos a peligros geológicos, en respuesta a requerimientos de Autoridades Gubernamentales

nacionales y regionales, entre las cuales se encuentran municipios, autoridades responsables de la planificación y uso del territorio y de aquellas preocupadas de la seguridad y prevención de la población amenazada por distintos peligros geológicos y población en general.

El volumen estimado para el año 2021, definido en la Matriz de Definiciones Estratégicas (Formulario A1), fue de 401 y el resultado fue de 639 ingresadas, de los cuales se emitieron 600 pronunciamientos técnicos de ATG (enero-diciembre 2021), de ellos 283 en la Región Metropolitana (47% respecto del total) y la segunda mayor participación corresponde a la Región de Coquimbo con 135 ATG (23%). Del total de ATG respondidas, 328 correspondían a la temática de Peligros geológicos, 231 correspondían a la temática de Hidrogeología y 41 a otras temáticas geológicas. En general, el 71 % de ATG corresponden a ingresos de proyectos para obtención de permisos municipales desde comunas de las regiones de Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Valparaíso. Durante los últimos años se observa un fuerte incremento en los requerimientos de ATG, que según se visualiza, podría continuar en la medida que nuevas comunas vayan actualizando sus planos reguladores.

De acuerdo con la ley 19880 que establece las bases de procedimientos administrativos, el plazo legal para dar respuesta a los requerimientos es de 10 días hábiles. Según lo anterior, se observa que ha habido un mejoramiento en los tiempos de respuesta, aunque sólo el 41% del total de ATG respondidas en el periodo enero-diciembre 2021, fueron respondidas dentro de los plazos legales (menor o igual a 10 días hábiles o por causas externas, como visitas a terreno o plazos definidos). Mientras que el promedio de tiempo de respuesta del año 2020 fue de 20 días hábiles, y el del año 2019 de 25 días hábiles. Fue que , a partir del año 2020, se tiene en funcionamiento la plataforma online para dar respuesta a las Asistencias Técnicas Geológicas asociadas a obtención de permisos municipales, facilitando a los usuarios el traspaso de información de manera digital, reduciendo los tiempos de envío de documentos de forma física.

La cobertura geográfica de las asistencias otorgadas, comparada con los valores efectivos para los años 2018 - 2021 por región, es la que se muestra en el siguiente cuadro:

Región/Alcance	Año 2018*	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Total de ATG Años 2018-2021 (Nº)
Nacional	20	6	7	2	35
Arica y Parinacota	2	6	13	2	23
Tarapacá	2	4	7	2	15
Antofagasta	6	5	2	10	23
Atacama	11	12	16	11	50
Coquimbo	110	99	130	135	474

Valparaíso	8	6	16	52	82
Región Metropolitana	236	240	246	283	1005
Lib. Gral. Bernardo O'Higgins	20	23	27	33	103
Del Maule	6	9	2	1	18
Ñuble		1	1	-	2
Biobío	2	5	10	22	39
La Araucanía	2	7	4	8	21
Los Ríos	11	21	17	23	72
Los Lagos	60	25	27	10	122
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	4	4	6	4	18
Magallanes y la Antártica Chilena	1	1	10	2	14
TOTAL	501	474	541	600	2.116

* El total correspondiente al año 2018 cubre enero-noviembre.

Por glosa de la Ley de Presupuesto 2021, el Servicio además informó la gestión de ATGs en áreas de riesgo que no hubieran sido consideradas por las autoridades nacionales y regionales respectivas como potenciales zonas de riesgo o de desastre en el territorio propio del informe. De acuerdo con el requerimiento de autoridades, se realizaron un total de 46 informes de peligros geológicos y evaluación de remociones en masa, para abordar esta temática.

b. Atencipón de emergencias geológicas

En materia de atención de emergencias geológicas, el Departamento de Geología Aplicada, a través de la Unidad de Asistencia Técnica y Emergencias Geológicas, es el encargado de atender y responder

gran parte de las asistencias técnicas geológicas que recibe la Subdirección Nacional de Geología desde otras instituciones públicas, y acudir a la zona de emergencias geológicas (como aluviones, remociones en masa), para levantar información de los fenómenos geológicos en terreno y apoyar a autoridades en la toma de decisiones durante y posterior a ellas.

Con ocasión de la emergencia geológica producida por un sistema frontal que abarcó la zona central del país en enero del año 2021, se observaron inundaciones y flujos (aluviones) que afectaron diversas zonas pobladas e infraestructura tanto en la zona cordillerana como en parte de la depresión central, de las regiones de O'Higgins y Metropolitana. Cabe destacar que un trabajo preventivo de las autoridades e instituciones del Sistema de Protección Civil, entre ellas Sernageomin, resultó vital para evitar pérdidas de vidas.

En términos generales, se concluye que gran parte de las problemáticas que surgen de este tipo de eventos se deben a la exposición de la población en zonas de alto peligro, como en laderas de alta pendiente, cercanas a cursos de aguas o quebradas, al pie de taludes inestables, en llanuras de inundación, entre otros. Además, la modificación o intervención del relieve, sin la validación con estudios específicos (geológicos, geotécnicos, de ingeniería, etc.), suelen traducirse en problemas de inestabilidad del terreno que condiciona y puede favorecer los procesos de remoción en masa. Para la emergencia de enero destacó notoriamente la condición de emplazamiento de las viviendas donde todas las que se vieron afectadas se ubicaban en los cauces mismos de las quebradas, muy cerca de ellas o en las zonas de abanicos aluviales donde se deposita el material proveniente de estos drenajes.

El Departamento de Geología Aplicada (DGA) de la Subdirección Nacional de Geología, es el encargado de atender la demanda de información geológica y apoyar asistencias técnicas y emergencias de tipo geológico.

Un resultado en esta línea de trabajo del año 2020, lo constituye la estructuración digital de un Catastro Nacional de Remociones en Masa que permite la difusión de los eventos que han ocurrido en las últimas décadas a nivel nacional y que han sido registrados por Sernageomin en informes o estudios técnicos. Esta información georeferenciada se encuentra disponible en el Portal Geomin (<http://portalgeominbeta.sernageomin.cl>).

A continuación, se exponen las problemáticas que surgieron de este tipo de eventos, a modo de ejemplo, en los años 2020 y 2021:

- Año 2020: En el mes de enero ocurrieron eventos climáticos en la región de Atacama para evaluar las zonas afectadas por aluviones y remociones en masa, un grupo de profesionales viajó a la zona, preparando informes técnicos para apoyar a las autoridades. Particularmente, en la localidad de El Tránsito, comuna de Alto del Carmen, se observaron inundaciones y flujos (aluviones) que afectaron diversas zonas pobladas e infraestructura y ocasionaron la muerte de una persona.

En mayo de 2020, en la región de Los Lagos, debido a precipitaciones intensas, se produjeron remociones en masas e inundaciones por crecidas de ríos y esteros en diversas localidades, provocando cortes de caminos, daños en viviendas y personas damnificadas. Un caso especial fue la ocurrencia de una remoción en masas de extensión kilométrica que afectó al sector de las termas El Amarillo en el valle El Turbio. Como consecuencia, las viviendas de ese sector fueron destruidas y se registró una persona fallecida.

Para la atención de estas emergencias, Sernageomin dispuso equipos profesionales que efectuaron una evaluación y mapeo de las zonas afectadas, participando activamente en terreno con geólogos/as, cartógrafos/as y conductores quienes recorrieron, tanto vía terrestre (Alto del Carmen) como en helicóptero (El Amarillo). Además, cabe destacar que estas

emergencias significaron la participación de decenas de profesionales que estuvieron involucrados en la atención, preparación, trabajo de gabinete y logística de ambas emergencias.

- Año 2021: En las regiones de O'Higgins y Metropolitana se observaron inundaciones y flujos (aluviones) que afectaron diversas zonas pobladas e infraestructura tanto en la zona cordillerana como en parte de la depresión central.

En la región Metropolitana, las comunas de Lo Barnechea y San José de Maipo fueron las que registraron mayores efectos producto de las remociones en masas desencadenadas por las intensas precipitaciones. En la comuna de San José de Maipo varias decenas de eventos de flujos descendieron desde las laderas y quebradas, afectando y destruyendo varias viviendas y vías de acceso (rutas G25 y G455 principalmente), sobre todo en la localidad de San Alfonso, población Victoria, El Volcán y La Mercedita. Además, en esta comuna se registró un importante flujo en la quebrada la Vaca que represó el río Colorado, lo cual significó que las autoridades realizaran la evacuación preventiva del poblado de Alfalfal. Por su parte, en la comuna de Lo Barnechea, los principales efectos se observaron en las vías de acceso (principalmente la ruta G-21) y en el sector de Huallaloe. Cabe destacar que un trabajo preventivo de las autoridades e instituciones del Sistema de Protección Civil, entre ellas Sernageomin, resultó vital para evitar pérdidas de vidas.

Por otra parte, en la región de O'Higgins, los efectos se observaron principalmente en la depresión Central, en las comunas de Malloa, San Vicente de Tagua-Tagua y Coinco, donde importantes flujos e inundaciones afectaron zonas pobladas y vías de acceso en localidades como Caracoles, Cantarrana, Tunca Arriba y Millahue.

Dentro de los informes de análisis realizados en estas materias, en los años 2020-2021, cabe mencionar los siguientes:

- Como parte de los avances del mapa de Susceptibilidad de RM de la Cuenca del Río Copiapó (1:100.000), la publicación del trabajo realizado en la región de Atacama sobre "Compilación y análisis del registro histórico de remociones en masas en la cuenca del río Copiapó" (2020), donde se realizó una recopilación de antecedentes y eventos históricos de aluviones y crecidas con el objetivo de determinar umbrales de precipitación desencadenantes.
- En la región de Magallanes, el trabajo sobre "Catastro de remociones en masa en la provincia de Tierra del Fuego, región de Magallanes y Antártica Chilena" (2021), donde se realizó un exhaustivo mapeo y caracterización de remociones en masa, así como un análisis relacionado con los factores condicionantes de estos procesos en el área de estudio (geología, geomorfología, entre otros).
- Asimismo, en esta región se finalizó el estudio "Remociones en masa y crecidas fluviales en la cuenca del río Las Minas de Punta Arenas, región de Magallanes y Antártica Chilena" (2021), cuyo enfoque se centró en el análisis y caracterización de los procesos de remociones en masa presentes en esta cuenca, el mapeo de estos y las condiciones hidrográficas asociadas a crecidas fluviales que pudiesen tener un impacto en la población de Punta Arenas.
- Por último, a finales de 2021, se publicó el estudio "Peligro de remociones en masa en el sector sur de la región de Coquimbo", que corresponde a un informe y mapa a escala regional, 1:250.000, el cual muestra una zonificación del peligro de remociones en masa y zonas potencialmente inundables, en las provincias de Limarí y Choapa, para cubrir una superficie de aproximadamente 23.000 km².

Subproducto Nº 3.3: Actividades de asesoría técnica geológica

a. Asesoría en materia de aguas subterráneas y zonas de peligros

Por glosa de la Ley de Presupuesto 2021, el Servicio informó la gestión de ATG en áreas de riesgo que no hubieran sido consideradas por las autoridades nacionales y regionales respectivas como potenciales zonas de riesgo o de desastre en el territorio propio del informe. Se realizaron un total de 46 informes de peligros geológicos y evaluación de remociones en masa, para abordar esas situaciones de peligro geológico. La distribución regional de estas actividades fue la siguiente:

Región de Arica y Parinacota

Sin información

Región de Tarapacá

Sin información

Región de Antofagasta

Sin información

Región de Atacama

1. REPORTE DE VISITA TÉCNICA SECTOR RUTA C-485/KM 28.6 DE EMBALSE SANTA JUANA, COMUNA ALTO DEL CARMEN, REGIÓN DE ATACAMA
2. ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN A REPORTE DE VISITA TÉCNICA SECTOR RUTA C-485/KM 28.6 DE EMBALSE SANTA JUANA, COMUNA ALTO DEL CARMEN, REGIÓN DE ATACAMA.
3. ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA SECTOR RUTA C-485/KM 28.6 Y ALREDEDORES, EMBALSE SANTA JUANA, COMUNA ALTO DEL CARMEN, REGIÓN DE ATACAMA.

Región de Coquimbo

1. PELIGRO DE REMOCIONES EN MASA EN EL SECTOR SUR DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

Región de Valparaíso

Sin información

Región Metropolitana

1. ALUVIONES OCURRIDOS EL 30 Y 31 DE ENERO DE 2021 EN EL SECTOR DEL ARRAYÁN Y EN LA RUTA G-21 VÍA A FARELLONES. COMUNA DE LO BARNECHEA. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO
2. REMOCIONES EN MASA ASOCIADAS AL SISTEMA FRONTAL DEL 29 al 31 DE ENERO DE 2021. QUEBRADA DE MACUL, COMUNA DE PEÑALOLÉN, REGIÓN METROPOLITANA
3. EFECTOS GEOLÓGICOS DEL SISTEMA FRONTAL DEL 29-31 DE ENERO DE 2021 EN EL SEGMENTO LA OBRA-LAS MELOSAS, CUENCA DEL RÍO DE MAIPO, REGION METROPOLITANA. RUTA G25, G465

4. EFECTOS GEOLÓGICOS DEL SISTEMA FRONTAL DEL 29 AL 31 DE ENERO DE 2021. REGIÓN METROPOLITANA, CAMINO AL VOLCÁN, SECTOR CRUCE A QUELTEHUES-BAÑOS DE COLINA
5. EFECTOS GEOLÓGICOS DEL SISTEMA FRONTAL DEL 29 AL 31 DE ENERO DE 2021, RUTA G-455 CAMINO AL EMBALSE EL YESO, REGIÓN METROPOLITANA
6. SOBREVUELO A QUEBRADA DE MACUL Y SECTOR CAJÓN DEL MAIPO POR EVENTO HIDROMETEOROLÓGICO 29-31 DE ENERO DEL 2021
7. MINUTA de SOBREVUELO REALIZADO A LAS COMUNAS DE SAN JOSÉ DE MAIPO Y LO BARNECHEA
8. LOS FLUJOS DEL ESTERO LAS VACAS TRAS EL SISTEMA FRONTAL DEL 29 AL 31 DE ENERO DE 2021. VALLE DEL RÍO COLORADO, REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Región del Libertador Bernardo O´Higgins

1. EFECTOS DE REMOCIONES EN MASA ASOCIADAS AL SISTEMA FRONTAL DEL 29 al 31 DE ENERO DE 2021. REGIÓN DE O´HIGGINS - COMUNAS DE MALLOA, SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA Y COINCO

Región del Maule

Sin información

Región de Ñuble

Sin información

Región del Biobío

1. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE PELIGRO POR REMOCIÓN EN MASA EN CERRO EL CALVARIO, COMUNA DE SANTA BÁRBARA, REGIÓN DEL BIOBÍO.
2. REPORTE DE VISITA TÉCNICA SECTOR VILLA IGNACIO CARRERA PINTO, CAÑETE-REGIÓN DEL BIOBÍO
3. REPORTE DE VISITA TÉCNICA: DESLIZAMIENTOS DEL RELLENO ANTRÓPICO EN EL SECTOR LOMAS SAN JOSÉ, COMUNA DE TOMÉ, REGIÓN DEL BIOBÍO
4. REPORTE DE VISITA TÉCNICA: SECTOR CERRO LA VIRGEN Y CERRO CORCOVADO, COMUNA DE CORONEL, REGIÓN DEL BIOBÍO
5. REPORTE DE ASISTENCIA TÉCNICA: SECTOR VILLA CONCEPCIÓN, COMUNA DE LAJA, REGIÓN DEL BIOBÍO

Región de La Araucanía

Sin información

Región de Los Ríos

1. EVALUACIÓN DE PELIGRO POR REMOCIONES EN MASA EN LA POSTA RURAL DE LAGO Neltume y en el estero Punahue, COMUNA DE PANGUIPULLI, REGIÓN DE LOS RÍOS
2. EVALUACIÓN DE PELIGRO POR REMOCIÓN EN MASA EN LOTE O SANTO DOMINGO, COMUNA DE VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS
3. EVALUACIÓN DE PELIGRO POR REMOCIÓN EN MASA EN LADERA SUR CUENCA ESTERO KURAWICH, COMUNA DE VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS
4. EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL SECTOR CUTIPAY, COMUNA DE VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS

5. EVALUACIÓN DE PELIGRO POR REMOCIÓN EN MASA EN LOS SECTORES: TRES ESPINOS, POBLACIÓN MIRAMAR Y AGUA DE LA PIEDRA, COMUNA DE VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS
6. EVALUACIÓN DE PELIGRO POR REMOCIÓN EN MASA EN PROYECTO INMOBILIARIO, SECTOR PLAYA DE LOS ENAMORADOS, NIEBLA, COMUNA DE VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS
7. REPORTE DE SOBREVUELO Y REVISIÓN DE TERRENO DE REMOCIÓN EN MASA RUTA 201.
8. REPORTE DE SOBREVUELO DEL CERRO HUEQUECURA Y SUS ALREDEDORES POR POSIBLE CAÍDA DE ROCAS, 4 DE FEBRERO DE 2021.
9. REPORTE DE SOBREVUELO LAGO NELTUME Y ALREDEDORES DEL VN. MOCHO - CHOSHUENCO, 12-02-21
10. CARACTERIZACIÓN DE REMOCIONES EN MASA DEL 31 DE MAYO DE 2021, EN LA RIBERA SUR DEL LAGO CALAFQUÉN, SOBRE LA RUTA CH-201, COMUNA DE PANGUIPULLI, REGIÓN DE LOS RÍOS.
11. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE PELIGRO GEOLÓGICO EN SEIS SITIOS DE INTERÉS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS
12. EVALUACIÓN DE IMPACTO EN ACUÍFEROS Y PELIGRO DE REMOCIÓN EN MASA EN LADERAS INTERVENIDAS EN LOS LOTEOS "PIEDRA HUECA-PILOLCURA, EL CANELAL, CUTIPAY ALTO Y CUTIPAY 2", COMUNA DE VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS
13. EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL TALUD DE LA CUESTA BEAUCHEF EN EL INGRESO SUR A RÍO BUENO
14. EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO EN LA RUTA T-519, SECTOR COCHUY, COMUNA DE LOS LAGOS, REGIÓN DE LOS RÍOS

Región de Los Lagos

1. REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR DE CALETA ANAHUAC, COMUNA DE PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS.
2. REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR DEL RIO GOLGOL, COMUNA DE PUYEHUE, PROVINCIA DE OSORNO, REGIÓN DE LOS LAGOS.
3. REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR DE VILLA ESPERANZA, COMUNA DE PALENA, REGIÓN DE LOS LAGOS
4. REMOCIONES EN MASA E INSPECCIÓN DE ACTIVIDAD DE LADERAS EN RUTA W-637, COMUNA DE PUQUELDÓN, PROVINCIA DE CHILOÉ, REGIÓN DE LOS LAGOS.
5. MINUTA TÉCNICA: TECTÓNICA Y ZONA DE FALLA LIQUIÑE-OFQUI EN LOS ANDES PATAGÓNICOS
6. REPORTE DE VISITA TÉCNICA: POSTA DE SALUD RURAL SECTOR EL PONCHO, COMUNA DE PUERTO OCTAY, REGIÓN DE LOS LAGOS.

Región de Aysén

1. REPORTE DE VISITA TÉCNICA: SECTOR LAGUNA FOITZICK, COMUNA DE COYHAIQUE, REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL IBÁÑEZ DEL CAMPO
2. REPORTE DE VISITA TÉCNICA DESLIZAMIENTOS EN EL KM 795 DE LA RUTA 7, SECTOR RÍO MURTA, COMUNA DE RÍO IBÁÑEZ, REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO.
3. EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA EN CALLES CIRCUNVALACIÓN ESCUELA AGRÍCOLA CON VALLE COLONIA, COMUNA DE COYHAIQUE, REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO
4. REPORTE DE VISITA TÉCNICA: ESTADO DE LAS REMOCIONES EN MASA DEL SENDERO BOSQUE ENCANTADO EN EL PARQUE NACIONAL QUEULAT, COMUNA DE PUERTO CISNES, REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO

Región de Magallanes y Antártica Chilena

1. CATASTRO DE REMOCIONES EN MASA EN LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO, REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA
2. ANÁLISIS GEOLÓGICO DEL SOBREVUELO DEL 5 DE JUNIO DE 2020 EN LA CUENCA DEL RÍO LAS MINAS, COMUNA DE PUNTA ARENAS, REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA
3. CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE NUEVO CENTRO DE SALUD, COMUNA DE PUNTA ARENAS, REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA
4. REMOCIONES EN MASA Y CRECIDAS FLUVIALES EN LA CUENCA DEL RÍO LAS MINAS DE PUNTA ARENAS, REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA

Producto Estratégico N°4. Monitoreo volcánico y de procesos geológicos y mineros

Comprende el monitoreo continuo y en tiempo real de los sistemas volcánicos más activos del país, mediante el seguimiento de parámetros técnicos específicos y el diseño e implementación de sistemas de monitoreo de otros procesos geológicos y mineros. La Red Nacional de Vigilancia Volcánica RNVV continuó la operación del sistema de monitoreo instrumental, en línea y en tiempo real, para 45 volcanes activos a lo largo del país.

En el año 2019, la RNVV completó la actualización de un nuevo Ranking de Riesgos Específico de Volcanes Activos de Chile, a 10 años de la creación de la RNVV; además, de realizar una recopilación de información histórica, desde el año 1800 a la fecha, sobre el comportamiento eruptivo de los volcanes en el país (https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2020/07/2Ranking-2019_Tabla_Final.pdf). En el año 2021, se analizaron y seleccionaron metodologías para el diseño de monitoreo volcánico de los volcanes correspondientes a categoría 3 y 4 ubicados en zonas extremas, según el informe de ranking 2019, definiendo los volcanes y metodologías a aplicar a través de sensores remotos.

En el año 2022, por primera vez se efectuará un cambio de volcán monitoreado, por razones que obedecen al potencial impacto de una erupción a la población e infraestructura, sumado a dificultades logísticas de operación; en particular, a partir de enero 2022 se reemplaza el volcán categoría IV "Lastarria", Región de Antofagasta, por el volcán categoría I "Quizapu", Región del Maule, manteniendo así los 45 volcanes monitoreados.

La red instrumental está constituida por 281 sitios con equipamiento instalado, con 464 estaciones de monitoreo y nodos satelitales y un sistema de monitoreo en modalidad 24/7. Entre enero - diciembre de 2021, se midió la disponibilidad mensual operativa de las estaciones instaladas en la red de monitoreo, con el indicador "Porcentaje de datos disponibles de la RNVV para ser procesados, luego de la etapa de generación, transmisión, adquisición y respaldo de la totalidad de datos que entrega la red de monitoreo", alcanzando un promedio de 72%.

La RNVV realiza en forma permanente el procesamiento primario y avanzado de la información obtenida para los 45 volcanes monitoreados de mayores peligros de Chile y ante requerimiento de SENAPRED (anterior ONEMI), elabora Minutas Excepcionales Volcánicas (MEV), a través del Centro de Atención Temprana (CAT), o bien ante la detección de un evento relacionado a la potencial actividad de volcanes no incluidos en la red de monitoreo actual de SERNAGEOMIN, particularmente en el Estrecho de Bransfield y volcán submarino Orca.

Se emitieron 361 Reportes de Actividad Volcánica (RAV), en el periodo enero-diciembre de 2021, correspondientes a: 144 reportes informando a 12 regiones por mes, 35 reportes quincenales para volcanes en alerta amarilla, y 182 Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV). Respecto de las MEV, en el año 2021, se elaboraron 13 Minutas correspondientes a la actividad del sector del volcán Orca, cuya periodicidad fue de manera quincenal, desde el mes de julio se suspendió su elaboración, debido al descenso en la actividad sísmica en la zona. Mientras que derivado de solicitudes de asistencias técnicas, se emitieron 14 Informes de Asistencia Técnica entre enero - diciembre de 2021.

Como compromiso del Formulario H 2021, la RNVV comprometió publicar 2 nuevos Mapas de Peligro Volcánico Regulares (MPVR), correspondientes a los Volcanes Antillanca y Hornopirén, Región Los Lagos. No obstante, estos compromisos no se pudo reportarlos como cumplidos al 31 de diciembre 2021, por encontrarse pendiente actividades del proceso de revisión editorial (73% de avance del volcán Hornopirén y 58% Antillanca), toda vez que el Comité Editor debió priorizar esfuerzos en otros compromisos, postergándose el inicio de la revisión por parte de los equipos profesionales (autores y revisores).

Con estos resultados, se tienen mapeados 24 de los 30 volcanes en categorías I y II de peligrosidad vigente, avanzando en el indicador “Porcentaje de Mapas de Peligro Volcánico Regulares (MPR) elaborados al año t respecto del total de Volcanes que se encuentran en la categoría I y II de peligrosidad vigente en el año t-1” a un 80% (24/30). Con respecto a la meta de 86,7% (26/30), corresponde a un nivel de cumplimiento parcial de 92,3%; no obstante, estas actividades se completarán con retraso en febrero y marzo de 2022.

Para el año 2022, se publicarán los MPVR para los volcanes Parinacota y Descabezado Grande, establecidos como compromiso en el Formulario H 2022, lo que implica completar un total de 28 MPVR elaborados al año 2022, respecto de 30 volcanes que se encuentran en la categoría I y II de peligrosidad vigente (93,3%).

Volcán	N° Ranking actual	Año publicación - Etapa
DESCABEZADO GRANDE	19	2022 - Edición y publicación
PARINACOTA	22	2022 - Edición y publicación
MICHINMAHUIDA	15	2023 - Levantamiento de información
MELIMOYU	28	2023 - Levantamiento de información

Otros Mapas de Peligro en etapas de recopilación, levantamiento y producción son los siguientes:

- Mapa de Peligros Volcánicos de la Zona Centro, escala 1:250.000, entre volcanes Tupungatito-Nevados de Chillán, en revisión editorial.
- Mapa de Peligros Volcánicos de la zona norte del volcán Villarrica, Región de la Araucanía, escala 1:25.000

En cuanto a Mapas geológicos para publicación, no existe un indicador asociado a la generación y publicación de mapas geológicos, su avance queda en función de la disponibilidad de tiempo y

recursos. Este último año se ha avanzado en la segunda edición del mapa geológico de los complejos volcánicos Antillanca y Lonquimay.

En términos de coordinación con SENAPRED (anterior ONEMI), en el año 2019, se firmó el Protocolo ONEMI-SERNAGEOMIN para monitoreo y alerta frente al riesgo volcánico. Respecto de la vigilancia volcánica, a fines de 2021, se mantuvo solo un volcán en alerta técnica amarilla, siendo el Complejo Volcánico Nevados de Chillán, aunque durante el año los volcanes Laguna del Maule y Hudson alcanzaron dicho nivel de alerta. También, durante el año 2021, se asistió en diversas ocasiones a mesas técnicas citadas por SENAPRED (Onemi), para responder a los requerimientos que implicaron la actualización de la actividad volcánica de los sistemas volcánicos vigilados.

Cabe destacar que durante 2021 se confeccionaron 3 informes de Puntos de Encuentro Transitorio para localidades en torno a los volcanes, los cuales son utilizados en la elaboración de los planes de emergencia locales.

Atención de emergencias volcánicas

SERNAGEOMIN comunica regularmente el estado de actividad y niveles de alerta de los volcanes activos monitoreados a través de diferentes Reportes de Actividad Volcánica. Dado su rol como organismo técnico responsable de monitoreo de la variable de riesgo volcánica en el territorio nacional, la UGPSV es la encargada de elaborar diversos informes y cartografía de peligros, donde se asesora técnicamente a autoridades u organismos públicos, en general, en materias de peligros volcánicos.

Respecto de atención de crisis Volcánica (Nº días alerta naranja y roja), en el período 2018-2021, destaca el cambio en la alerta técnica volcánica del Complejo Volcánico Nevados de Chillán emitido por el OVDAS desde amarilla a naranja, alerta que se extendió entre el 5 de abril de 2018 al 5 de marzo de 2020, con un total de 700 días continuados. Actualmente, el CV Nevados de Chillán se ha mantenido durante todo el año 2021 en nivel de alerta técnica amarilla, desde el 5 marzo del año 2020. En todo este período, el Servicio asistió a las mesas técnicas citadas por ONEMI, para responder a los requerimientos que implicaron la actualización de la actividad volcánica del CV. Nevados de Chillán.

En el año 2020, también ocurrieron cambios de alerta técnica en los volcanes Puyehue - Cordon Caulle y Orca, además de los cambios de alerta técnica de los CV. Antillanca, Hudson, Laguna del Maule y Copahue; también, se realizaron mesas técnicas por Reporte Especial de Actividad Volcánica (REAV) en CV. Laguna del Maule por detección de emisión de CO₂.

Durante el año 2021, si bien ninguno de los volcanes vigilados alcanzó un nivel de alerta técnica naranja o roja, se produjeron cambios de la alerta técnica en cuatro sistemas volcánicos. Para el complejo volcánico Laguna del Maule se cambió de alerta técnica verde a amarilla en febrero de 2021, manteniéndose en este nivel por 304 días, cambiando a alerta verde a finales de diciembre de 2021. Para el volcán Villarrica, que inició su alerta técnica amarilla el 16 de septiembre de 2019 la cual se mantuvo durante todo el año 2020, se cambió a alerta técnica verde el 23 de abril del 2021, con un total de 585 días en alerta amarilla, 112 de los cuales durante el año 2021. A su vez, el volcán Hudson inició su alerta técnica amarilla el 22 de diciembre de 2020, se mantuvo por 259 días en dicho nivel, el cual fue cambiado a verde el 7 de septiembre de 2021.

Todo lo anterior, ha implicado el despliegue de los equipos de la RNVV, como apoyo al sistema de protección civil, en las comunidades expuestas, entregando la información pertinente y a tiempo para las respectivas coordinaciones, como también para levantar datos de posibles anomalías in situ. Por

otra parte, los volcanes en alerta amarilla han requerido la participación en numerosos comités operativos de emergencia, mesas técnicas, y en algunos casos visitas a terreno.

Producto Estratégico N° 5: Publicaciones

Es el resultado del proceso de generación del conocimiento geológico del territorio nacional mediante la publicación de informes/estudios técnicos, mapas, documentos y/o bases de datos digitales, revistas y similares. En el ámbito minero, corresponde a la generación de la información minera del país, mantenerlos actualizados y difundirla por los canales oficiales.

Las publicaciones de SERNAGEOMIN corresponden a Mapas Geológicos (Serie de Geología Básica, Geología Ambiental, Recursos Minerales y Energéticos, Hidrogeología, Geofísica, Geoquímica, Base de Datos), Publicaciones Geológicas (Boletines, Revista Geológica, Informes Inéditos e Informes Registrados) y Publicaciones Mineras (Anuario de la Minería, Guías Técnicas, Rol Minero, Planos y Fichas Catastrales).

Subproducto N° 5.1: Mapas

a. Plan Nacional de Geología (PNG).

Primera Etapa (2011-2019):

En el año 2019, se completó la Primera Etapa del PNG_ que cubre la zona comprendida desde las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo, entre los 18° a 30° S, comprendiendo un área de 271.773 Km² (134 cartas), con el objetivo de aumentar la cobertura respecto a la geología básica, geofísica y geoquímica de esa zona del territorio nacional.

Entre los años 2011-2019, se registró su avance anual mediante el indicador “Porcentaje de cobertura territorial de Mapas de Geología básica a escala 1:100.000, para completar la zona comprendida entre los 18° a 30°S”, alcanzando una cobertura de mapeo geológico de 221.532 Km², correspondiente a 108 nuevas cartas de geología básica, completándose la meta país comprometida, equivalente al 81,5% de la superficie de esa área, además de 61 nuevas cartas de geofísica, escala 1:100.000 y la publicación de 8 mapas y bases de datos de geoquímica de sedimentos.

El siguiente cuadro resume el número acumulado de cartas/mapas/bases de datos desarrollados en el PNG (Primera Etapa), por año, al 31 de diciembre de 2019:

	Plan Nacional de Geología, Primera Etapa, Zona 18°a 30° Sur	Totales	Serie de Geología Básica, Escala 1:100.000	Levantamiento Aero magnético (1), Escala 1:100.000 (N° cartas levantadas)	Serie Geoquímica (2), escala 1:250.000 (N° mapas y BD)
Publicado antes del PNG en la zona (N°)	Al 2010	34	34	0	0
Mapas Publicados por año - Programa	2011	7	3	4	0

**03 de la Ley de
Presupuesto (PNG)
en la zona (N°)**

2012	27	11	15	1
2013	39	19	20	0
2014	12	8	0	4
2015	20	7	12	1
2016	9	8	-	1
2017	16,55	5	10 (3)	1,55
2018	7	7	-	-
2019	6	6	-	-
Acumulado cartas geológicas disponibles (Nº)	177,55	108	61	8,55

(1) Incluye levantamiento de información de magnetometría aerotransportada y de espectrometría de rayos gamma de K, Th y U; en los años 2018 y 2019, no se consideró presupuesto para la realización de vuelos aerogeofísicos.

(2) Se registra el avance informado en publicación de mapas y bases de datos de geoquímica de sedimentos.

(3) No se contabilizan 3 cartas parciales con vuelos aerogeofísicos (Caleta Lautaro, Quillagua y Sierra Moreno).

Segunda Etapa (2020-2024):

En el año 2021, el PNG se encuentra en el segundo año de ejecución de su Segunda Etapa, se reporta anualmente su indicador de gestión como “Porcentaje de Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales del Plan Nacional de Geología elaborados al año t respecto del total de los programados para un horizonte de 5 años”, indicador multiproducto, con un horizonte quinquenal renovable.

El compromiso es poner a disposición de público “Publicaciones Geológicas”, relativas a estudios geológicos desarrollados a lo largo del territorio nacional, cuyos entregables comprometidos, corresponden a los siguientes tipos:

- Cartas Geológicas (mapas): Serie de publicación regular de la “Carta Geológica de Chile”, en distintas series temáticas (geofísica, geoquímica geología básica) y a distintas escalas.

- Estudios: Publicaciones geológicas correspondientes a una monografía relativa a un tema específico, publicada en alguna de las series regulares (editadas y no editadas) de SERNAGEOMIN (Boletines e Informes Registrados, respectivamente), pudiendo contener mapas.
- Bases de datos: Conjunto de datos (crudos o procesados) para disponer a público, obtenidos por levantamiento geológico o algún procesamiento analítico, que en muchos casos constituye la base de información de las distintas series temáticas de la Carta Geológica de Chile.
- Artículos publicados en la Revista Andean Geology: Artículos científicos publicados por profesionales del Departamento de Geología General en la revista Andean Geology, que edita anualmente SERNAGEOMIN (4 números al año).

Se fijó como meta quinquenal (2020-2024) completar 88 Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales en sus 3 áreas temáticas (geología básica, geofísica y geoquímica), en todo el territorio nacional, cubriendo algunas zonas del norte de Chile (18° al 30° Sur), y el área al Sur de los 30°S. El avance previo al año 2020, era de 45 Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales en sus 3 áreas temáticas (geología básica, geofísica y geoquímica).

Durante el período enero-diciembre 2021, respecto del indicador “Porcentaje de Mapas, Estudios, informes y/o bases de datos digitales del Plan Nacional de Geología elaborados al año t respecto del total de los programados para un horizonte de 5 años”, se avanzó en 8 nuevas publicaciones geológicas avanzando al 69,3% (61/88), con el 100% de la meta comprometida. Las nuevas publicaciones geológicas puestas a disposición de público son las siguientes:

a. Geología Básica:

- Informe Avances en la geología de la parte centro norte de la Isla Navarino (55º), entre dientes de Navarino y Puerto Williams, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (IR-21-95).
- Serie de Geología Básica Nº 211-212 Geología de las áreas Pisco Elqui y Paso del Agua Negra, Región de Coquimbo.
- Informe Estratigrafía del cretácico superior entre los 28,5 y los 30°S, regiones de Atacama y Coquimbo (IR-21-90).
- Informe Geología del área San Fernando-Curicó, Regiones del Libertador General Bernardo O’Higgins y del Maule (IR- 20-89).

En el año 2022, están comprometidas 2 Cartas Geológicas, escala 1:100.000, Cupo-Toconce, Región de Antofagasta y Pichibelco, Región del Maule, además de 1 Carta sobre la Geología de la Isla Robinson Crusoe, escala 1:25.000, Región de Valparaíso y 1 Informe Registrado multi regional sobre Génesis de los Salares del Norte de Chile desde una perspectiva Volcanológica Regional.

a. Geofísica:

- Serie Geofísica Nº115 Gravimetría de la Hoja Constitución, escala 1:250.000, Región del Maule.
- Estudio Geofísico de la Cuenca del Río Pudeto, Región de Los Lagos (IR-21-93).

En el año 2022, está comprometido 1 Informe Registrado sobre Caracterización mediante Gravimetría de la estructura geológica Concepción-Talcahuano, Región del Biobío.

a. Geoquímica:

- Serie Base de Datos N°8. Base de datos de Geoquímica de sedimentos de la Hoja Copiapó, Región Atacama.
- Serie Base de Datos n°9. Base de datos de geoquímica de sedimentos de la Hoja El Salvador, Región Atacama.

En el año 2022, están comprometidos 1 Base de Datos sobre Geoquímica de Sedimentos de la Hoja Taltal, escala 1:250.000, Región de Antofagasta y 1 Informe Registrado sobre Geoquímica de Sedimentos de la Cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos.

El siguiente cuadro resume el número de mapas/estudios/informes/bases de datos del PNG (Segunda Etapa), por región, al 31 de diciembre de 2021, y los programados para el año 2022:

Plan Nacional de Geología (PNG), Segunda Etapa	Geología Básica		Geofísica		Geoquímica		Total	
	Publicado 2021 (Nº mapas, estudios, informes, BBDD)	A publicar año 2022	Publicado 2021 (Nº mapas, estudios, informes, BBDD)	A publicar año 2022	Publicado 2021 (Nº mapas, estudios, informes, BBDD)	A publicar año 2022	Publicado 2021 (Nº mapas, estudios, informes, BBDD)	A publicar año 2022
Meta	4	4	2	1	2	2	8	7
Total	4	4	2	1	2	2	8	7
Antofagasta		1				1		2
Atacama					2		2	
Coquimbo	2						2	
Valparaíso		1						1
O'Higgins	1							
Del Maule		1	1				2	1

Biobío				1				1
Los Ríos						1		1
Los Lagos			1				1	
Magallanes y Antártica	1						1	
Multi regional		1						1

b. Geología Aplicada

El Departamento de Geología Aplicada encargado de atender la demanda de información geológica en las áreas de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial, Recursos Minerales, Hidrogeología, Recursos Geotérmicos y Geopatrimonio, generó cartografía, informes registrados y estudios en el año 2021, con el siguiente detalle:

En el Formulario H 2021, para el indicador de Geología Aplicada, denominado “Porcentaje de Estudios, Informes y/o bases de datos digitales de Geología Aplicada elaborados al año t respecto del total de los programados para un horizonte de 9 años”, se estableció una meta de 88,2% con un numerador de 45 estudios al año 2021, informes y/o bases de datos digitales acumulados (38+7), respecto de un denominador de 51 estudios / informes y/o bases de datos digitales programados a alcanzar en el período 2018-2022, en sus distintas áreas temáticas. El cumplimiento del indicador fue de 97,8%, poniéndose a disposición pública 6 de los 7 estudios/ informes y/o bases de datos digitales de Geología Aplicada comprometidos, que correspondieron a los siguientes:

- Serie Base de Datos Nº 10. Base de Datos de Hidrogeología de la Cuenca del Río Copiapó, región de Atacama
- Estudio Potencial de Litio en el Salar Las Parinas, Región de Atacama (IR-21-94).
- Peligro de remociones en masa en el sector sur de la región de Coquimbo (IR-21-88).
- Remociones en masa y crecidas fluviales en la cuenca del río Las Minas de Punta Arenas, región de Magallanes y Antártica Chilena (IR-21-91).
- Catastro de remociones en masa en la provincia de Tierra del Fuego, región de Magallanes y Antártica Chilena (IR-21-87).
- Sistemas geotermales de la Zona Volcánica Sur (ZVS) Central de Chile: modelos conceptuales con base en geología y geofísica ZTEM (IR-21-92).

Se debió postergar la entrega del estudio sobre Depósitos Metalíferos de la región de Valparaíso (escala 1:500.000). El resultado parcial obedeció a que esta publicación tuvo un retraso sustantivo en la segunda revisión por parte del Comité Editor, cuya etapa de trabajo conjunto con los autores se prolongó, sin haberse concluido al 31/12/2021; esto ya que el documento requirió una revisión completa de la base geológica, lo que impactó en todo el documento. Sumado a lo anterior, el editor

principal tuvo licencia médica, afectando el trabajo de los otros integrantes del Comité Editor. Dado que el proyecto ya tiene cumplido las etapas de levantamiento, análisis de laboratorio, producción de mapas y texto para su publicación, faltando por finalizar el proceso editorial (revisión idiomática y diagramación), éste podrá completarse al 100% hasta el primer cuatrimestre de 2022.

El siguiente cuadro muestra el avance acumulado de informes/estudios y/o bases de datos digitales, según áreas temáticas:

Año	Totales (Nº)	Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial (Nº)	Recursos minerales (Nº)	Recursos hídricos (Nº)	Recursos geotérmicos (Nº)
2018	5	3	2		
2019	6	2	1	2	1
2020	6*	1	3	1	1
2021	6,24	3	1,24**	1	1

* Las 3 publicaciones pendientes de finalizar del período 2020 se completaron en el primer trimestre 2021. **Incluye adicionalmente los avances parciales de 1 publicación.

A partir del año 2022, a requerimiento de DIPRES, este indicador se elimina de forma individual del Formulario H por Departamento, ya que se integra a un nuevo indicador denominado “Porcentaje de publicaciones de Geología General y Aplicada elaboradas al año t respecto del total de las programadas al año t”, bajo el cual se reportarán los nuevos estudios, informes y/o actualizaciones de bases de datos digitales a ser comprometidos por el Departamento de Geología Aplicada y Recursos Geológicos, en forma conjunta con el Departamento de Geología General (Plan Nacional de Geología).

Adicionalmente a estos resultados, en las cinco áreas temáticas de Geología Aplicada, se llevaron a cabo iniciativas programáticas como las siguientes:

a. Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial

En particular, SERNAGEOMIN ha puesto de manifiesto una priorización de esfuerzos institucionales en esta área. En el año 2019, se definió un Programa Nacional de Peligros Geológicos por Remociones en Masa (RM) con el objetivo de guiar y dar soporte técnico, a las autoridades del país y a la población en general, tanto desde el punto de vista preventivo como reactivo, ante los distintos fenómenos de remociones en masa que se dan en el territorio. En el año 2020, se realizó el diseño de la estructura de base de datos para el catastro de RM y la carga preliminar de datos de eventos de RM levantados y disponibles en Sernageomin. Además, este mismo año se finalizó el estudio “Compilación y análisis del registro histórico de remociones en masa en la cuenca del río Copiapó”.

En el ámbito preventivo, se ejecutan el mapeo de zonas de peligro por remociones en masa a nivel nacional y las Asistencias Técnicas Geológicas, y en el ámbito reactivo, la Atención de Emergencias Geológicas.

Sernageomin, a partir de la identificación y priorización de objetivos estratégicos para abordar la gestión del riesgo de desastres, el monitoreo y el ordenamiento territorial asociados al peligro de remociones en masa (RM), diseñó un plan de levantamiento y mapeo de este tipo de amenaza con el fin de cubrir todo el territorio nacional, además de generar información técnica que permita mejorar el conocimiento en esta materia. Durante el año 2021 se lograron los siguientes avances:

- Se avanzó en el proyecto FNDR Transferencia de Tecnología y Conocimiento para el Monitoreo de sectores críticos en el río Las Minas, Región de Magallanes y Antártica Chilena. Esto permitió la instalación de equipos y sensores de monitoreo como estaciones meteorológicas, pluviométricas y estación total.
- Además, Sernageomin obtuvo la aprobación de 3 proyectos a escala 1:250.000 para la zonificación de áreas y sectores críticos expuestos a peligros o susceptibilidad por RM postulados al Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), en las regiones de Arica-Parinacota, Antofagasta y Los Ríos.
- En colaboración con Universidades e instituciones afines, mediante proyectos FONDEF-CONICYT, se están desarrollando los siguientes trabajos: “Propuesta de guía, elaboración de mapas y plataforma de multiamenazas para toma de decisiones críticas y adaptación al cambio climático de regiones metropolitanas y grandes conurbaciones de Chile” y “Sistemas Costo-Efectivos de Nueva Generación para Monitoreo y Alerta en Línea de Eventos Hidro-Geomorfológicos Extremos de Crecidas y Aluviones”.

Durante el 2021 se inició el trabajo y levantamiento de terreno en los mapas de Peligro de Flujos en la Cuenca alta del Río Mapocho (escala 1:100.000) y Respuesta Sísmica en el área de Melipilla (escala 1:25.000).

Además, se finalizaron los siguientes proyectos:

- El estudio sobre “Remociones en masa y crecidas fluviales en la cuenca del río Las Minas de Punta Arenas, región de Magallanes y Antártica Chilena”, se centró en el análisis y caracterización de los procesos de remociones en masa presentes en esta cuenca, el mapeo de éstos y las condiciones hidrográficas asociadas a crecidas fluviales que pudiesen tener un impacto en la población de Punta Arenas.
- En el estudio sobre el “Catastro de remociones en masa en la provincia de Tierra del Fuego, región de Magallanes y Antártica Chilena”, se realizó un exhaustivo mapeo y caracterización de remociones en masa, así como un análisis relacionado con los factores condicionantes de estos procesos en el área de estudio (geología, geomorfología, entre otros).
- El estudio sobre “Peligros de Remociones en masa en el sector sur de la región de Coquimbo” corresponde a un informe y mapa a escala regional, 1:250.000, el cual muestra una zonificación del peligro de remociones en masa y zonas potencialmente inundables, en las provincias de Limarí y Choapa, para cubrir una superficie de aproximadamente 23.000 km².

a. Recursos Minerales (URM):

En cuanto a la aplicación del Reglamento 104 de Entrega de Información Geológica básica de Exploración, la Plataforma SIGEX de SERNAGEOMIN se encuentra operativa para que las Entidades aporten la información pertinente. A diciembre 2021 han ingresado 738 proyectos de los cuales 685 ya cuentan con su resolución final, por lo que están dispuestos a consulta por el

público en la página antes señalada. Durante el año 2021, se recibieron 210 proyectos, debido a que entró en vigor un nuevo programa, que se publicó en el Diario Oficial el 12 de diciembre de 2019, el cual solicita a las Entidades Informantes entregar la información de sus trabajos de exploración geológica básica para el periodo 2017-2019.

La Plataforma SIGEX de Sernageomin tiene por objeto que las empresas de exploración hagan públicos los antecedentes geológicos sobre sus proyectos de exploración, entre ellos, muestras de superficie, sondajes exploratorios, mapas geológicos, levantamientos geofísicos y geoquímicos y bases de datos de estudios mineralógicos y petrográficos. Una vez transcurrido el período de revisión que el Reglamento indica, la información se hace pública a través de la página que el Servicio ha dispuesto a la ciudadanía (<http://www.sernageomin.cl/sigex/>) la cual contiene información de ayuda al usuario SIGEX.

Dentro de las otras funciones de la URM, durante el 2021, se realizó el levantamiento de información para generar cartas metalogénicas integradas escala 1:100.000, parcialmente en las regiones de Antofagasta y Tarapacá. Se trabajó en el desarrollo de la Base de datos de depósitos metalíferos de la región de Valparaíso y en el levantamiento de información para el mapa mineralógico de la misma región. En el ámbito de los depósitos salinos, se trabajó en el levantamiento de información del Salar de Aguilar y Salar de Gorbea.

a. Hidrogeología:

Durante el año 2021 se realizaron las siguientes actividades:

- Trabajos de gabinete relacionados al proyecto “Hidrogeología de la cuenca del río Limarí, región de Coquimbo”.
- Levantamiento de información en terreno para el proyecto “Estimación del aporte hídrico de las crioformas del río Hurtado, región de Coquimbo”.
- Levantamiento de información en terreno para el proyecto “Hidrogeología de la cuenca del río Pudeto, región de Los Lagos”.
- Participación en exposición sobre el agua subterránea, en la cual se entregaron los resultados del estudio de la Hidrogeología de la cuenca del río Maullín.

Además, se entregó apoyo a la Unidad de Asistencias Técnicas Geológicas revisando 201 informes hidrogeológicos para dar cumplimiento al Plan Regulador Metropolitano y se apoya a la Oficina de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas de la Subdirección Nacional de Minería, revisando la componente hidrogeológica de Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto Ambiental, con un total de 19 informes.

a. Recursos Geotérmicos:

En el año 2021, se llevaron a cabo las actividades técnicas conducentes y necesarias para el avance de los trabajos requeridos para la evaluación de los recursos geotérmicos de las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Los principales objetivos planteados para los trabajos realizados por la Unidad de Recursos Geotérmicos correspondieron a finalizar y a continuar con los trabajos involucrados en:

- Levantamiento electromagnético Z-Axis Tipper (ZTEM) para evaluaciones geotérmicas en cinco zonas del sur de Chile. Este informe entregará la información disponible sobre el levantamiento de datos medidos en vuelos electromagnéticos, por la empresa Geotech Ltd, financiado por el Programa de geotermia KfW-SERNAGEOMIN, así como las consideraciones en el procesamiento, análisis e interpretación geotérmica de las cinco áreas de interés definidas en el programa de geotermia.

En el año 2021, se trabajó en la finalización y edición del informe, con la integración, interpretación de los resultados y perfiles de las 5 áreas de interés, con cinco mapas a escala 1:50.000 y un CD con las bases de datos del levantamiento de resistividad y magnetización, modelos de inversión 3D de resistividad y del vector de magnetización (MVI). En el informe se integran los resultados obtenidos a partir del levantamiento electromagnético, se analizan la validez del método para el estudio de sistema geotermales y los perfiles de resistividad y magnetización más representativos para cada área.

- Sistema Geotermal Pelehue (SGP), Región de la Araucanía: modelo conceptual. El objetivo del estudio es la elaboración del modelo de circulación, acumulación y descarga de los fluidos hidrotermales en el SGP basado en estudios geológicos, geotermales, geoquímicos y geofísicos levantados en el área. El SGP está ubicado a 35 km del límite fronterizo con Argentina, poseyendo múltiples manifestaciones hidrotermales (fumarolas, solfataras, azufreras, entre otras), con alta tasa de liberación de energía superficial, posicionándolo como uno de los sistemas geotérmicos de mayor interés y con mayor potencial geotérmico en profundidad.

Los trabajos efectuados correspondieron a trabajos de terreno en el que se realizaron vuelos de dron para el mapeo termal, color real y modelo de elevación digital de detalle. Paralelamente, se realizó un levantamiento de geofísica, con mediciones de gravimetría.

- Sistemas geotermales de la Zona Volcánica Sur Central (ZVS) de Chile: modelos conceptuales con base en geología y geofísica ZTEM. En la Unidad de Recursos Geotérmicos se han identificado cinco zonas de especial interés desde el punto de vista geotérmico, por reunir características y condiciones favorables para alojar sistemas geotermales, en las cuales se ha levantado y/ recopilado información geológica, geoquímica y geofísica de mayor detalle existentes en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Específicamente, se trabajó en la integración y análisis de los antecedentes geotermales, geoquímicos, geológicos, estructurales, geofísicos y en la elaboración del modelo conceptual del sistema geotermal existente en las áreas de Pelehue, Manzanar-Sierra Nevada, Cupío-Chihuío, Puyehue y Villarrica.
- Mapas de favorabilidad geotérmica en las regiones de Los Ríos y Los Lagos en el marco del convenio de colaboración entre SERNAGEOMIN y la Subsecretaría de Energía. El objetivo general del convenio es el de generar información de variables geológicas específicas y relevantes para la elaboración de mapas de potencial geotérmico, enfocados a los tipos de implementación de bombas de calor geotérmica (sistemas abiertos y cerrados). Específicamente, se realizaron los siguientes trabajos:
 - a. Evaluación de los recursos geotérmicos para la construcción e implementación sistema cerrado horizontal en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y un estudio a escala local en la ciudad de Valdivia.
 - b. Evaluación de los recursos geotérmicos para la construcción e implementación sistema cerrado vertical en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y un estudio a escala local en la ciudad de Valdivia.
 - c. Evaluación a escala regional de los recursos geotérmicos para la construcción e implementación sistema abierto en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y un estudio a escala local en la ciudad de Valdivia.
 - d. Análisis geofísico para la modelación de cuencas en las regiones de Los Ríos, Los Lagos, como apoyo a las evaluaciones regionales.

De acuerdo con lo anterior, se ha podido determinar el potencial geotérmico de muy baja temperatura existente en la depresión central de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, área donde se concentran los mayores y principales centros urbanos. Esta información ayudará a

promover el desarrollo de proyectos de energía geotérmica, asociados a bombas de calor geotérmicas (BCG).

a. Geopatrimonio:

Durante 2021, Sernageomin continuó su trabajo sistemático para la elaboración de un Inventario Nacional de Geositos, entendido como una herramienta básica para la elaboración futura, en conjunto con el mundo académico y la sociedad civil, de una estrategia nacional de geoconservación. De esta forma, se terminó una compilación de geositos reconocidos en diferentes publicaciones y sitios web, como publicaciones de la propia institución, memorias de título de las universidades chilenas, congresos geológicos y simposios de la temática, proyectos de geoparques y sitios web de la Sociedad Geológica de Chile y el Instituto Antártico Chileno, entre otros. Esta información se puso a disposición de la comunidad en el Portal GeoMin de nuestra institución durante el 2021.

Se avanzó también en la metodología de valoración numérica de geositos, implementando una herramienta para la aplicación del método AHP y la realización de 2 talleres que contaron con la participación de profesionales de la institución quienes, además, respondieron las encuestas preparadas para asignar valores a los criterios de valoración científica. Además, en esta misma línea, se presentaron los trabajos de avance en el congreso internacional ProGeo2021, en el taller de geopatrimonio de la ASGMI en noviembre de este año, y en el Simposio de Actualización de la Geología de Chile, SagChi2021.

En relación con la puesta en valor del patrimonio geológico nacional y su geodiversidad en áreas protegidas, durante 2021, se realizó el lanzamiento del proyecto Geoparquemet en un webinar realizado en el mes de junio de ese año. Este proyecto busca divulgar el conocimiento geológico y parte de la historia natural del parque urbano más grande de Latinoamérica (<https://geoparquemet.sernageomin.cl>), mediante la identificación y registro de la geodiversidad y geositos en el Parque Metropolitano de Santiago. Este proyecto fue, además, presentado en el SagChi2021 y en un seminario del SNIT-IDE Chile.

Por otro lado, se finalizó la redacción de todos los capítulos del libro “Geositos de Chile: una mirada a sus maravillas geológicas”, texto que fue enviado a edición al Comité Editor de la Subdirección Nacional de Geología. A su vez, se definieron las fotografías de geositos que acompañarán el texto, además de conseguir algunas de las autorizaciones de lo/as autores para su publicación por parte de nuestra institución.

La Unidad de Geopatrimonio participó también de las reuniones de trabajo del Comité Nacional de las Montañas, del Plan Nacional de Patrimonio Cultural, del área de Patrimonio del SNIT-Chile y del grupo de expertos de Geopatrimonio de la Asociación de Servicios Geológicos y Mineros de Iberoamérica (ASGMI). En el marco de la participación en este último grupo, se preparó y envió la información de 4 geositos para ser incluidos en un libro de geositos de Iberoamérica para ser publicado por la ASGMI.

Subproducto N° 5.2: Informes y otras publicaciones

El Servicio generó tres volúmenes de la revista científica Andean Geology (vol. 48 N°1, N°2 y N° 3 de enero, mayo y septiembre de 2021) cumpliendo con lo programado (<http://www.andeangeology.cl/index.php/revista1/issue/view/369>). Las publicaciones están disponibles al público en la Biblioteca, web institucional y en la red electrónica de revistas científicas chilenas, seleccionada por CONICYT (SciELO.cl). La revista Andean Geology está posicionada en un lugar de privilegio a nivel nacional e

internacional, con un factor de impacto de 1,514, índice que calcula el Thompson Reuters sobre la base de citas bibliográficas a los artículos publicados en una revista indexada por esa institución estadounidense. Con 3 ejemplares publicados al año, la revista es la única indexada en ISI producida por un servicio público de nuestro país, divulgando trabajos sobre procesos geológicos de América del Sur, Central y la Antártica, particularmente de Los Andes. Fue fundada en 1974, y en 2009 comenzó a ser publicada en forma electrónica.

El área de minería publicó cada año el Anuario de la Minería de Chile, el Rol Minero de concesiones mineras vigentes, de exploración y explotación, constituidas y en trámite, y según lo dispuesto por el Art. N° 90 del Código de Minería, los Boletines Oficiales de Minería y la nómina de las concesiones mineras constituidas el año anterior, además de la actualización anual del Catastro Nacional de Depósitos de Relaves.

Producto Estratégico N° 6. Capacitación y divulgación

Conjunto de actividades para formar/reforzar el conocimiento sobre materias de prevención de riesgos para los trabajadores del sector minero, preparándolos para ejecutar con mayor eficiencia sus funciones en la explotación. También, comprende el conjunto de actividades para divulgar el conocimiento geológico, el quehacer institucional y capacitar en temáticas específicas a autoridades y a la comunidad.

Subproducto N° 6.1: Formación y capacitación minera

a. Cursos para Expertos en Prevención de Riesgos

El año 2021, se finalizaron 6 cursos para la formación de Expertos en Prevención de Riesgos (Curso técnicas de prevención de riesgos para la industria extractiva minera nacional), capacitando a 281 profesionales (183 hombres y 98 mujeres), al 31 de diciembre de 2021. La mayor participación de alumno/as fue en las Direcciones Regionales de Antofagasta (43%), Centro (44%) y Atacama (13%), como se muestra en la siguiente tabla:

Dirección Regional	N° de Cursos realizados	Total, de Expertos/as Formados/as	N° de Expertos	N° de Expertas	Participación por Direcciones Regionales
Antofagasta	2	121	69	52	43%
Atacama	1	36	27	9	13%
Centro	3	124	87	37	44%

b. Cursos para Monitores en Seguridad Minera

En el año 2021 se logró transformar el curso para Monitores en Seguridad Minera a modalidad online asincrónica, lo que permitió realizar 4 cursos para la formación de Monitor/a (Curso Herramientas Preventivas para la gestión de riesgos en la Minería), capacitando a 77 trabajadores (72 hombres y 5 mujeres), al 31 de diciembre de 2021. La mayor participación de alumno/as fue en las Direcciones Regionales de Atacama (87%) y Centro (13%), como se muestra en la tabla siguiente tabla:

Dirección Regional	N° de Cursos realizados	Total, de Monitores /as Formados/as	N° de Monitores	N° de Monitoras	Participación por Direcciones Regionales
Atacama	3	67	62	5	87%
Centro	1	10	10	0	13%

c. Cursos para Monitores en Seguridad Minera para Escolares.

En el año 2021 se realizó capacitación vía online asincrónica a 746 alumnos/as del Curso Monitor/a en Seguridad Minera para Escolares, cuyo objetivo fue capacitar a estos jóvenes y sus profesores en el área de la prevención y gestión de riesgos, para prepararlos y lograr acceder a puestos de trabajo de altos estándares en el rubro minero. La mayor participación de alumno/as fue en las Direcciones Regionales de Iquique (93%) y Coquimbo (7%), como se muestra en la tabla siguiente tabla:

Dirección Regional	N° de Cursos realizados	Total, de Monitores/as Formados/as	N° de Monitores	N° de Monitoras	Participación por Direcciones Regionales
Iquique	1	694	535	159	93%
Coquimbo	1	52	45	7	7%

d. Seminario Estratégico para la Seguridad Sernageomin.

Además, se realizó un Seminario Estratégico para la Seguridad Sernageomin, en el que participaron 22 funcionarios del Servicio.

Subproducto Nº 6.2: Actividades de divulgación geológica

a. Actividades de difusión del Plan Nacional de Geología

El Plan Nacional de Geología (PNG) es el programa público encargado de la generación de conocimiento geológico del territorio nacional, a través de la publicación de cartografía temática a distintas escalas, pero también estudios técnicos, bases de datos digitales, y publicaciones científicas. Este programa desarrolla estudios en tres áreas temáticas: Geología Básica, Geoquímica y Geofísica.

En septiembre de 2020, se lanzó la [página web](https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/) (<https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/>) de este Programa. El video de esa actividad (<https://www.youtube.com/watch?v=bXSRUEsD0IO>), contó con más de 200 participantes. Esta nueva plataforma concentra información que antes no era fácilmente accesible para el público, como: información general del programa, equipo humano, detalles de los programas temáticos, blog de noticias y del ámbito de las geociencias en Chile y el mundo, links de interés y multimedia donde se puede descargar material de difusión, en distintos formatos. Durante el último año, se generó abundante contenido de difusión del programa, mediante animaciones 2D (Serie “Geólogos”, seis capítulos), y cápsulas de entrevista a profesionales relacionados a las geociencias o que trabajan con la información que genera el Programa (Seis cápsulas de entrevista). Mensualmente, se distribuye, a través del correo electrónico, un boletín de novedades (“newsletter”), al que se pueden suscribir los interesados directamente en <https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/contacto/>.

Esta plataforma incluye un nuevo buscador geoespacial, denominado [VISOR GEOMAP](https://sernageomin.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=2235c5a7264548558adac19b04936903) (<https://sernageomin.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=2235c5a7264548558adac19b04936903>), donde el usuario puede consultar, de manera sencilla y en un ambiente SIG (similar a Google Earth), los productos publicados en el territorio nacional. La información se encuentra ordenada por “capas” que presentan de forma ordenada los productos publicados y proyectos en desarrollo de las áreas temáticas; incluye, además una base de datos de artículos científicos publicados y de resúmenes de congresos científicos en que han participado los profesionales del Programa. Cada una de estas entradas despliega una ventana emergente con detalles de los productos y links de acceso a los productos para su descarga o adquisición en el [GEOPORTAL](https://portalgeominbeta.sernageomin.cl/) institucional <https://portalgeominbeta.sernageomin.cl/>.

Además, en abril de 2021, se realizó un seminario web en el que se dieron a conocer a la comunidad los productos de publicación 2020 del Programa; la actividad contó con más de 100 inscritos (<https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/webinar-publicaciones-2020/>).

b. Difusión del monitoreo volcánico a comunidades y organismos de emergencia

Como parte de los trabajos con la comunidad y organismos de emergencia que realiza la RNVV, se han realizado 11 Ferias de Divulgación Volcánica desde 2015 al 2021, en las comunas de Pucón, Panguipulli (localidades de Coñaripe y Neltume), Chaitén, San Fabián de Alico, Lonquimay, Lago Ranco, San José de Maipo, Chile Chico y Melipeuco, orientadas a las comunidades ubicadas en zonas de peligro en torno a los volcanes Villarrica, Mocho-Choshuencho, Chaitén, Nevados del Chillán, Lonquimay, Carrán Los Venados, Puyehue Cordón Caulle, San José y Tupungatito.

Las Ferias de Divulgación Volcánica tienen como objetivo primordial el apoyo a los habitantes de un área cercana a centros eruptivos activos, con la entrega de información técnica relativa al funcionamiento de los volcanes, sus peligros, reconocer las zonas potenciales impactos, entre otros, con el fin de reducir su vulnerabilidad frente a una situación de emergencia.

La RNVV realiza regularmente una serie de actividades en respuesta a solicitudes de SINAPRED (anterior ONEMI) y otras instituciones, relacionadas a la atención de emergencias en caso de crisis volcánica. Además del importante hito “feria de divulgación volcánica” que por primera vez después de la pandemia, se realizó en Melipeuco de manera presencial.

A modo de ejemplo, se muestran las actividades de difusión realizadas por la RNVV en el año 2021:

Actividades de Difusión RNVV	Año 2021
Taller "Emergencias vulcanológicas" CECOPAC	Marzo 2021
Reportaje "El trabajo de geólogos del SERNAGEOMIN en el Complejo Volcánico de Chillán"	Marzo 2021
Puesta en marcha aplicativo "Observadores volcánicos"	Abril 2021
10ª. Feria Volcanológica Chile Chico (modalidad online)	Mayo 2021
Taller "Riesgo Volcanológico" ANEPE	Mayo 2021
Entrega de mapas de peligro en Putre	Junio 2021
Charla día de la ciencia Colegio Pto Montt	Octubre 2021
11ª Feria Volcanológica Melipeuco (presencial)	Noviembre 2021
Visita Colegio de Temuco	Noviembre 2021
Charla guías de montaña Pucón	Diciembre 2021

Cabe destacar, que información relacionada a la divulgación volcánica se encuentra disponible en: (<https://www.sernageomin.cl/feria-volcanica/>).

Con relación a los Reportes de Actividad Volcánica (RAV), y Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV) para el periodo 2018-2021 incluyendo los reportes históricos de años anteriores, esta información está disponible por cada volcán monitoreado en el sitio web: (<https://www.sernageomin.cl/red-nacional-de-vigilancia-volcanica/>).

c. Difusión de información geológica y minera

Con el fin de cumplir con los objetivos del Servicio en el ámbito de la educación preventiva frente a los peligros geológicos y a la seguridad en el trabajo minero, durante el año 2021 la Oficina de Comunicaciones y Participación Ciudadana realizó diversas actividades. El presente informe resume sólo las actividades principales referidas a productos o actividades de difusión del quehacer institucional:

MES ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN	
ENERO	<ul style="list-style-type: none"> • Exitoso rescate de mineros atrapados en Mina Nuestra de Atacama • Expusimos sobre los avances y metas de Plataforma SUPER • Janor Chávez recibió importante reconocimiento de la Intendencia de Antofagasta • Director Regional de Sernageomin O'Higgins entrega equipos a la pequeña minería de Chancón • Dirección Regional Tarapacá realizó Primer Comité de Aprendizaje de Accidentes Mineros 2021 • Director Regional O'Higgins acompañó a biministro Jobet en visita a instalaciones de Codelco El Teniente • Equipo de la Unidad de Geoquímica, de Geología General, realizó campaña a la Cuenca del Río Mataquito • Director Nacional visita Mina San Pedro, pequeña minera líder en innovación medioambiental • Seguimos ayudando en la prevención el COVID • Sernageomin participó activamente en las acciones para enfrentar evento hidrometeorológico de este fin de semana • Reunimos a destacados actores para analizar los resultados del 2020 y los desafíos de este 2021 en el contexto del COVID
FEBRERO	<ul style="list-style-type: none"> • Difundimos campaña preventiva: Nuevo video para reforzar medidas preventivas contra el COVID • Reforzamos medidas preventivas por COVID y de seguridad durante visita a la Faena en Cabildo • Agradecemos el trabajo realizado por equipos de Sernageomin por emergencia climática • Revisen el último número de la revista Andean Geology • Participamos en premiación de CORESEMIN Atacama • Dirección Regional O'Higgins visitó Proyecto Diamante de Codelco • Equipos de Sernageomin continúan en terreno por emergencia geológica Cajón del Maipo • Oficina Técnica de Coyhaique participa en actividades de coordinación ante posibles emergencias de Volcán Hudson • Subdirección Nacional de Geología participó en encuentro internacional • Nuevo equipamiento tecnológico a funcionarios de Zona Centro y visita a Codelco Ventanas • Cambio de alerta para el Complejo Volcánico Laguna del Maule • Profesionales de Sernageomin fiscalizaron el estado de los tranques de relaves en las regiones Metropolitana y de Valparaíso • Destacamos el trabajo en terreno de los equipos de SERNAGEOMIN • Dirección Regional Los Ríos aclaró dudas a la comunidad

MARZO	<ul style="list-style-type: none"> • Participamos en la primera reunión de Mesa Cuenca año 2021 • Funcionarios de la RNVV se coordinan con sus pares argentinos por Volcán Hudson • Participamos en Consulta Ciudadana para sustituir reglamento de relaves en el país • Geólogos desplegados en la zona centro para estudio sísmico de suelos • Seguimos reforzando la implementación de protocolos COVID en la minería • Visitamos BHP para revisar proyectos de tecnologías autónomas y anunciar guía que regula estas innovaciones. • Jefaturas de Sernageomin tienen intensa agenda de trabajo en la Región de Magallanes • Centro de Capacitación realizó Curso Experto a 10 profesionales de Radomiro Tomic, Ministro Hales y Chuquicamata • Unidad de Hidrogeología: conozcan el aporte que realiza en la toma de decisiones del mundo público y privado • Dimos a conocer Guía que implementa pilotaje y validación de equipos autónomos en la minería
ABRIL	<ul style="list-style-type: none"> • Expusimos en conversatorio “Villa Santa Lucía: Reflexiones y Desafío Regionales” • ¡Así seguimos apoyando las medidas de prevención contra el COVID 19! Galería • RNVV realiza campaña de revisión de estaciones de monitoreo en Nevados de Chillán y Laguna del Maule • Anunciamos nuevos proyectos de Mapas de Peligros Volcánicos para la Región de Arica y Parinacota • Concejo Municipal de Río Ibáñez analiza Alerta Amarilla del Volcán Hudson • Oficina de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas junto a Dirección Regional (DR) Centro organizan taller de Plan de Cierre • Sernageomin destaca en el Reporte Anual de la Comisión Mundial de Líneas de Base Geoquímicas • Plan Nacional de Geología continúa en terreno • Participamos en el lanzamiento de la sala IROC de Anglo American • Trabajo multisectorial en torno a la Geodesia • Participamos en Reunión Anual de Comités Paritarios de Higiene y Seguridad de Atacama • ¡Feliz día del Libro! • Realizamos workshop sobre nueva Guía de Planes de Cierre junto a representantes de la industria • Gran asistencia en presentación de productos 2020 del Plan Nacional de Geología • Participamos en el lanzamiento de libro “Chilepolimetálico: Diversificando la Minería Chilena” • Profesionales DR Centro y Director Nacional cerraron fiscalización en Sala IROC de Anglo American • Equipo de la DR Tarapacá participó en taller “Gestión de las Emociones en un contexto pandémico” • Unidad de Recursos Geotérmicos se desplegó en terreno en la Región de La Araucanía •

MAYO	<ul style="list-style-type: none"> • Sernageomin participa en conversatorio de CIGIDEN • Realizamos jornada de trabajo sobre avances de Sernageomin en materia de La Ley de Cierre • Accidente en Mina Nuestra: oportuna reacción e inicio de investigación de Sernageomin • Director Nacional visitó proyecto Quebrada Blanca 2 Teck en la Región de Tarapacá • Realizamos capacitación sobre uso y manejo de explosivos a pequeños mineros del Maule • Director Nacional expuso en webinar organizado por Universidad Católica y CNP • Intenso trabajo de profesionales de Sernageomin en San José de Maipo • Subdirección Nacional de Minería comienza primeras iniciativas para desarrollar Proyecto Atlas • Nos reunimos con nuestro Consejo de la Sociedad Civil previo a la cuenta pública • Equipo de Atacama sigue trabajando por la seguridad en la minería • Expusimos al CORE de Arica y Parinacota el proyecto “Zonificación de áreas de Peligro de Remoción en Masa” • Chile Chico es sede de la 10ª Feria de Divulgación Volcánica de SERNAGEOMIN • Plan Nacional de Geología utiliza smartphones para el levantamiento de datos de terreno • Profesionales de Sernageomin tuvieron destacada participación en FEXMIN 2021 • Visitamos proyectos de electromovilidad y nuevas tecnologías para la minería en Rancagua • Cuenta Publica Participativa 2020: Intenso trabajo y compromiso de Sernageomin al servicio del país
JUNIO	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de Geopatrimonio de la Subdirección Nacional de Geología de SNGM destacó en el Día Del Patrimonio en Casa, iniciativa del Ministerio de la Cultura y Las Artes. • Geólogos de SNGM destacaron en ciclo de charlas internacionales, organizado por la Sociedad Geológica de Colombia. • Profesionales de SNGM realizaron trabajo en terreno para mejorar monitoreo de Volcán Láscar. • Cambios de alerta del volcán Copahue y en C.V. Laguna del Maule, ambos pasan a Alerta Amarilla. • Profesionales de la Dirección Regional de Magallanes monitorean Río Las Minas, Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) adjudicado por la Institución. • Centro de Capacitación implementa modalidad online para desarrollar sus cursos en pandemia. • Lanzamos campaña #LAMINERÍASECUIDA para reforzar recomendaciones para proteger a los mineros durante la crisis sanitaria. • Dirección Regional Tarapacá expuso al Comité de Aprendizaje de Accidentes Mineros el trabajo fiscalizador realizado en pandemia.

JULIO	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de la RNVV responde inquietudes de la comunidad por actividad del volcán Nevados de Chillán • Medios especializados destacan iniciativa de uso de geotermia implementada por profesionales de Recursos Energéticos • Agradecemos a nuestros profesionales que están trabajando en el accidente minero de Ovalle • Nuevo Seremi Minería visitó a equipo de la Dirección Regional de Atacama • Realizamos la segunda sesión de la Mesa de Diálogo sobre Hidrógeno Verde • Sernageomin da a conocer plataforma que identifica los principales geositios del Parque Metropolitano • Exitoso lanzamiento de la tercera versión del curso Monitor de Seguridad en Tarapacá • Seguimos reforzando campaña “La Minería se Cuida” en mina El Teniente de Codelco • Lanzamos la nueva Plataforma Geoparquemet • Así es el compromiso de nuestros equipos por la seguridad en minería • Geólogos de Unidad de Recursos Minerales realizan terreno en región de Tarapacá • Participamos en la promulgación de la nueva normativa que crea SERNAPRED • Director Nacional y equipo de Sernageomin revisaron proyecto IROC en Los Bronces
AGOSTO	<ul style="list-style-type: none"> • Geodesia participa en interesante encuentro EXPOGEO 2021 • Sostuvimos importante reunión con Dirección Nacional de Aduanas • Equipo de geología presentó a nuevas autoridades de San José de Maipo trabajo realizado por profesionales del Servicio • Visitamos el Centro Integrado de Operaciones de la División Chuquicamata de Codelco • Profesionales de Geología realizan terreno en Las Cascadas • Participamos en la firma del compromiso para impulsar incorporación femenina en la industria minera • Más de 3.000 personas participaron de nuestro lanzamiento del Mes de la Minería • Sernageomin tuvo un destacado trabajo durante el último sistema frontal • Expertos analizaron el avance y los desafíos de la Ley de Cierre en webinar organizado por Sernageomin • Lanzamos campaña de seguridad para la Minería del Carbón • Realizamos exitoso webinar “Minería y Cambio Global” • Sostuvimos reuniones con máximas autoridades de Ñuble y Biobío para coordinar trabajo en conjunto

SEPTIEMBRE	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Capacitación de Sernageomin suscribió convenio con Codelco Salvador • Equipo de Propiedad Minera realizó importante webinar para Peritos Mensuradores • Premio Anual de Seguridad Minera: Destacamos a las empresas con mejores resultados • Oficina de Gestión Ambiental participa en lanzamiento de proyecto FONDEF para novedosa plataforma sobre cierre de relaves • Recursos minerales expone próximo proyecto en Punta Arenas • Fiscalizamos en terreno proceso de Plan de Cierre de faena Cerro Colorado • Subdirección Nacional de Geología tuvo importantes reuniones en la región de Magallanes • Alumnos del curso Monitor de Seguridad Minera de Tarapacá participan en “Coaching de Prevención de Drogas” • Importante participación de Hidrogeología en colegio de Puchuncaví • Equipo de la Dirección Regional Centro fiscaliza y difunde campaña de seguridad en faena de Petorca • Actividades de divulgación realiza OTCoyhaique en Localidades del Litoral de Aysén • Visitamos proyectos de electromovilidad implementados por la empresa Sandvik
OCTUBRE	<ul style="list-style-type: none"> • Geólogas participan en pasantía en procedimientos para apoyar la atención de emergencias geológicas • Realizamos importante capacitación en Minera La Cenizas • Estuvimos presentes en seminario internacional “Soluciones innovadoras para la exploración minera sostenible” • En terreno: equipos revisan implementación de la Etapa II del Proyecto de Cambio de Datum • Dirección Regional de Los Ríos de Sernageomin celebró su sexto aniversario • Director Nacional expuso en la XI Reunión CAMMA • Continúan actividades de divulgación de nuestra oficina técnica en localidades de Aysén • Participamos en el lanzamiento del “Ciclo de Conferencias Camino a FEXMIN 2022” • Conozcan el nuevo número de la revista Andean Geology • Equipos de Sernageomin continúan su intenso trabajo en terreno • Realizamos importante visita a Mina Candelaria • Dirección Regional Sur se reunió con autoridades y vecinos por problemática en la comuna de Tomé • OVDAS es reconocido por su aporte a la comunidad • Así conmemoramos el Día Nacional de la Seguridad Minera • Continúa la exitosa implementación del convenio que suscribimos con ENAMI • Equipo de Sernageomin fiscaliza Plan de Cierre en División El Teniente de Codelco • Realizamos importante lanzamiento de “Guía Para el Pilotaje del Hidrógeno Verde en la Minería” • Autoridades de Sernageomin y Oficina Técnica de Puerto Varas dan a conocer mapa hidrogeológico de río Maullín • Dirección Regional Antofagasta participa en campaña sobre el cáncer de mamas • Sernageomin estuvo presente en EXPOMIN • Simulacro por erupción volcánica en Antuco

NOVIEM BRE	<ul style="list-style-type: none"> • Oficina Técnica de Puerto Varas lanza Mapa Hidrogeológico • Equipo de profesionales de la Oficina Técnica en Aysén analiza situación de Bahía Murta • Trabajo en Terreno: Jefaturas tienen intensa agenda de actividades en Antofagasta • Felicitamos a nuestros profesionales que integran investigación que confirmó presencia de restos de meteorito • Sernageomin entregó certificado de Curso de Monitor de Seguridad Minera a 313 estudiantes de Tarapacá • SERNAGEOMIN presentó estudio sobre la química de los sedimentos en los aluviones de 2015 • Expusimos en el “4° Foro Intersectorial de Sostenibilidad Ambiental en la Alianza del Pacífico y Canadá” • Junto a Comisión Minera participamos en curso sobre la ley de cierre de faenas • Equipo de la RNVV tiene intensa agenda de trabajo y actividades de Divulgación en Chaitén • Oficina de Gestión de Emergencias participa en actividades con foco en reducción del riesgo del desastre junto a SINAPRED y ONEMI • Geología Aplicada y Oficina Técnica de Coyhaique entregan análisis de Sendero de Bosque Encantado • Director Nacional lidera fiscalización conjunta en mina El Teniente • Subdirección de Geología entrega Cartas Geológicas en Pica y visita zona de caída de meteorito • Estudiantes de la Región de Coquimbo recibieron su certificado del Curso de Monitor de Seguridad Minera • Expusimos en seminario PUCV sobre Ley de Cierre • Feria de Divulgación Volcánica de Melipeuco: ¡Siempre cerca de la comunidad!
DICIEM BRE	<ul style="list-style-type: none"> • Profesionales de Sernageomin fiscalizan Plan de Cierre en Mina El Toqui y Cerro Bayo • SERNAGEOMIN recibe importante reconocimiento por impulsar la seguridad minera del país • RNVV realiza trabajo de terreno en Volcán Llaima • Día Internacional de la Geodiversidad • Plan Nacional de Geología inició levantamiento geológico del área de La Unión • Simulacro volcánico no masivo en el volcán Llaima • Participamos en taller internacional sobre catastros Mineros organizado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables de Ecuador y la embajada de Canadá • Radio Nacional de España entrevista a jefe de la RNVV por erupción en isla La Palma • Pusimos en marcha la nueva Ficha de Faena Minera • Estuvimos presentes en el Seminario de CORESEMIN Antofagasta “Buenas Prácticas & Reducción de Fatalidades” • Profesionales de OVDAS realizan charlas educativas sobre monitoreo volcánico en Pucón • “Geología y Discapacidad”: en Sernageomin aportamos a la divulgación inclusiva de las geociencias • Oficina de Emergencia se reúne con equipos de la municipalidad de Colina • Dirección Regional de Atacama expuso en Encuentro Anual de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad de CMP

Otros resultados en la provisión de bienes y servicios: Laboratorio Institucional

El Departamento de Laboratorios de Sernageomin presta servicios en materia de Química, Geología Isotópica, Mineralogía y Petrografía, atendiendo requerimientos analíticos propios del Servicio y de

empresas privadas, e instituciones que lo requieran en el área geológica, minera y medioambiental. Para sus operaciones el Departamento de Laboratorio contó con un presupuesto de M \$1.493.815.

Durante el año 2021, en el ámbito de las operaciones, se concretó la adquisición de la actualización del detector y software del microscopio electrónico de barrido (SEM), equipamiento que aumentó la vida útil del equipo en 10 años más y garantiza la vigencia analítica de la técnica. En el ámbito de la gestión, se realizaron las siguientes actividades:

- Se diseñó y comenzó la programación del nuevo sistema de gestión del Laboratorio (software LIMS), para mejorar la administración, trazabilidad y análisis de datos, con el objetivo de optimizar la respuesta a los requerimientos de la institución.
- Se efectuó la elaboración y revisión documental para el Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC) con el objetivo de establecer una línea base, que permita optimizar las actividades propias de las operaciones del Laboratorio, con el fin de asegurar el resultado analítico entregado.
- Se hizo la presentación y ajustes a la documentación que permita optar a la acreditación NCh-ISO17025 en muestras de Rocas, Suelos, Sedimentos, Relaves Mineros y Sistemas Salinos, se está a la espera de auditorías por parte del INN, las cuales debido a la pandemia aún no se han realizado.

Los requerimientos analíticos para el año 2021 derivados de los departamentos de: Geología General, Red Nacional de Vigilancia Volcánica, Geología Aplicada y otros comprenden los datos de la siguiente tabla:

	Capacidad neta año normal	Nº Muestras ingresadas en proceso Agosto 2021	Proyección Nº muestras Dic 2021	Nº muestras ingresadas pendientes 2021
Química de Rocas	1038	584	642	197
Química de Aguas	300	265	292	192
Datación Ar/Ar	300	67	74	54
Datación U/Pb	400	119	131	162
Isotopos Estables	450	258	284	200
Factibilidad	565	229	252	119
Cortes	2300	476	524	521

Como resultado de la operación parcial del laboratorio, durante el año 2020 y 2021, la ejecución de los trabajos y la entrega de información se vio altamente afectada por las condiciones sanitarias del país, derivadas de la pandemia causada por el COVID-19, lo que se tradujo en la priorización y programación de los requerimientos analíticos ajustados, de acuerdo a los compromisos PMG y FH suscritos por el Servicio, que fueron ejecutados bajo un sistema de turnos, proporcionando las condiciones operacionales de seguridad, higiene y salud ocupacional para los funcionarios y funcionarias del Departamento, con el objetivo de dar repuesta a los compromisos contraídos por los Departamentos de la Subdirección.

4. Desafíos para el período de Gobierno 2022

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGIA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA APLICADA

Se dará continuidad a las actividades del Departamento, incluyendo estudios en las áreas temáticas de recursos energéticos, recursos minerales, peligros geológicos y ordenamiento territorial, hidrogeología y geopatrimonio, así como asistencia técnica geológica e informaciones requeridas a la Institución en el área geológica.

En el Departamento de Geología Aplicada, se comprometió en el Formulario H2021 la realización de los siguientes 7 estudios/ informes/ y/o bases de datos digitales:

- Informe Catastro de Remociones en Masa en la provincia de Tierra del Fuego, región de Magallanes y Antártica Chilena.
- Informe Remociones en masa y crecidas fluviales en la cuenca del río Las Minas de Punta Arenas, región de Magallanes y la Antártica Chilena.
- Informe Peligro de remociones en masa en el sector sur de la región de Coquimbo.
- Informe Sistemas Geotermales ZVS Central: Modelos conceptuales con estudios ZTEM.
- Depósitos metalíferos de la región de Valparaíso (escala 1:500.000).
- Estudio Potencial de Litio en el Salar de Las Parinas, Región de Atacama.
- BBDD Hidrogeológico de la Cuenca del Río Copiapó.

Para los años 2021-2022, el Departamento de Geología Aplicada se propone en sus áreas temáticas lo siguiente:

a. Unidad de Recursos Minerales:

- Continuar con la revisión y disposición a público de los proyectos con información geológica de exploración ingresados por las empresas en la plataforma SIGEX en el marco del Decreto Supremo N° 104, de 2016, del Ministerio de Minería, que aprueba el Reglamento que Regula la Entrega de Información de Carácter General Obtenida de los Trabajados de Exploración Geológica Básica. A la fecha, están disponible para descarga directa 650 proyectos.
- Publicar Base de datos de depósitos metalíferos de la región de Valparaíso y Boletín Distritos mineros y depósitos metalíferos de la región de Valparaíso (2023).
- Avanzar en el programa de levantamiento relacionado a estudios integrados de potencial económico en salares del norte de Chile
- Disponer a público el Estudio Potencial de Litio en el Salar de Aguilar Región de Atacama.
- Avanzar en el levantamiento de información para el desarrollo de cartas metalogénicas 1:100.000 de la región de Antofagasta y Tarapacá

- Poner a disposición pública Depósitos metalíferos de la región de Valparaíso (escala 1:500.000), compromiso del Formulario H 2021 que se completará en el primer cuatrimestre 2022.

a. Unidad de Hidrogeología:

- Poner a disposición pública la base de datos de hidrogeología de la cuenca del río Copiapó;
- Enviar a edición los mapas de Hidrogeología de la cuenca del río Limarí y de la cuenca del río Pudeto.
- Poner a disposición de público la información hidrogeológica de la cuenca del río Cauquenes.

a. Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial:

- Mapa de peligro de remociones en masa tipo flujos en la cuenca del río Mapocho, región Metropolitana de Santiago.
- Proyecto FNDR en Magallanes: “Transferencia de Tecnología y Conocimientos para el Monitoreo de sectores críticos en el río Las Minas, Región de Magallanes y Antártica Chilena”.
- Modelos fotogramétricos mediante vuelos drone, a escala local, para generar una línea base de uso para la modelación, mapeo y/o cuantificación de remociones en masa. Sectores de interés preliminares: quebrada Macul y Sector Santa María del Estero.
- Actualización y mejoras para el catastro nacional de remociones en masa.
- Análisis de diagnóstico nacional para la priorización de trabajos en la temática de remociones en masa.

Debido a las nuevas responsabilidades contenidas en la Ley Nº 21364 del 07 de agosto de 2021 que crea el nuevo Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED), SERNAGEOMIN deberá elaborar información y procedimientos, de acuerdo con el Título II “Instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres”, párrafo 2º, relativo a la elaboración de “mapas de amenaza”, cuyos productos se definirán en un Reglamento que hoy se encuentra en discusión entre ONEMI/SENAPRED y las unidades técnicas del Servicio, entre ellas el Departamento de Geología Aplicada. Estos crecientes requerimientos de autoridades regionales, locales y SINAPRED (anterior ONEMI), forman parte del Sistema de Protección Civil, y por su naturaleza de emergencia o imprevisto son difíciles de incorporar en la planificación anual.

Por otro lado, en colaboración con Universidades en proyectos FONDEF-CONICYT, se están desarrollando los siguientes trabajos: “Propuesta de guía, elaboración de mapas y plataforma de multi amenazas para toma de decisiones críticas y adaptación al cambio climático de regiones metropolitanas y grandes conurbaciones de Chile” y “Sistemas Costo-Efectivos de Nueva Generación para Monitoreo y Alerta en Línea de Eventos Hidro-Geomorfológicos Extremos de Crecidas y Aluviones”. Asimismo, se fortalecerán lazos de cooperación con organismos nacionales e internacionales en materias relacionadas con el peligro de remociones en masa y la gestión del riesgo.

Bajo el Convenio de Alta Dirección (ADP) del Subdirector Nacional de Geología, se compromete trabajar con la estructura de la base de datos del catastro de remociones en masa, el cual será actualizado en cuanto a la información levantada durante este periodo. Asimismo, se fortalecerá el trabajo colaborativo con otros organismos e instituciones afines a la materia, mediante proyectos comunes y actividades que permitan transferencias de conocimiento y experiencias.

Finalmente, se elaborarán mapas de remociones en masa a nivel regional, para lo cual se iniciarán las iniciativas presentadas a FNDR en las regiones de Antofagasta y Los Ríos cuyo foco es la generación de cartografía 1:250.000.

a. Unidad de Recursos Geotérmicos:

- Convenio de colaboración entre la Subsecretaría de Energía y SERNAGEOMIN, en 2020 y 2021, para la elaboración de mapas de Favorabilidad Geotérmica a escala regional, en las regiones de Los Ríos y Los Lagos y a escala local, en la ciudad de Valdivia. Se está trabajando en las evaluaciones de los recursos geotérmicos para la construcción de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado vertical, cerrado horizontal y abierto, para producción de calefacción, refrigeración y/o agua caliente sanitaria.
- Convenio de colaboración entre la Subsecretaría de Energía y SERNAGEOMIN, en 2021 y 2022, como continuación en la misma línea de trabajo. Se trabaja en la elaboración de evaluación de los recursos geotérmicos para la construcción de sistemas de climatización con sistemas cerrados verticales y horizontales en la región de La Araucanía. En paralelo se confecciona un mapa del potencial geotérmico disponible para la utilizarlo en un sistema de climatización cerrado horizontal para todo el país.
- Evaluación recursos geotérmicos de muy baja temperatura en la depresión central de región de La Araucanía.
- Estudios de los recursos geotérmicos de media y alta temperatura en áreas de interés o de probables sistemas geotermales existentes en la cordillera principal. Específicamente, en el sistema geotermal Pelehue, región de La Araucanía, con el levantamiento de información de geoquímica de fluidos hidrotermales y la elaboración de su modelo conceptual.
- Estudio geofísico electromagnético ZTEM y magnético. Se pondrá a disposición en un Informe Registrado los resultados del trabajo, incluyendo la interpretación geotérmica.
 - a. Unidad de Asistencia Técnica y Atención de Emergencias Geológicas, los principales desafíos son:
 - Mantener en óptimo funcionamiento la plataforma online para dar respuesta a Asistencias Técnicas Geológicas asociadas a obtención de permisos municipales, la cual se encuentra operativa desde el año 2020.
 - Reforzar con mayor número de profesionales para mejorar los tiempos de respuesta de la atención de emergencias geológicas, para lo cual hasta ahora se han desarrollado protocolos y procedimientos en conjunto con ONEMI y la Oficina de Gestión de Emergencias y Prevención de Riesgos de SERNAGEOMIN.
 - Dar continuidad al programa de trabajo sobre Transferencia de Conocimiento para la Atención de Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas, en los sistemas de monitoreo y metodologías de revisión de proyectos de peligro geológicos y preparación de minutas técnicas.
 - a. Unidad de Geopatrimonio:
 - Publicar el libro de geopatrimonio.
 - Nuevas rutas para el geoparque met.
 - Actualización continua del inventario de geositios.

DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

El Departamento de Laboratorios dará continuidad a la prestación de servicios analítico como soporte de información para la construcción de los diversos productos de los Departamentos y Unidades Geológicas que en sus respectivas disciplinas geología básica, monitoreo volcánico y geología aplicada que cada año comprometen Formularios H y Programas de Mejoramiento de la Gestión (PMG) con DIPRES y también establecen nuevos desafíos de acuerdo con las necesidades del país. Para los años 2022-2023, los desafíos del Departamento de Laboratorio son los siguientes:

- Implementar y consolidar el Sistema de Gestión de información que permite la administración, el almacenamiento seguro y el análisis de datos generados por las unidades analíticas del Laboratorio.

- Asegurar la calidad de la información analítica entregada por el Departamento de Laboratorio, con la implementación de la Norma NCh-ISO 17025 en ensayos específicos y el establecimiento de un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC), según corresponda.
- Elaboración de un proyecto que responda a la necesidad de dar continuidad analítica a la técnica K-Ar, con el objetivo de reincorporar esta técnica a la capacidad de respuesta del Departamento de Laboratorio
- Capacitación de las personas orientada a un cambio cultural y técnico alineado a la implementación de los Sistemas antes señalados.
- Presentación del proyecto de la reincorporación de técnica analítica K-Ar, con el objetivo de identificar medios e instancias que permitan su financiamiento.

DEPARTAMENTO RED NACIONAL DE VIGILANCIA VOLCÁNICA (RNVV)

Los desafíos del Departamento RNVV en el año 2021 fueron:

Monitoreo instrumental y declaración de alertas tempranas:

- Mantener la normal operación del Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS), y la red de monitoreo instrumental de los 45 volcanes más peligrosos del país.
- Elaboración y distribución de Reportes de Actividad Volcánica (RAV) de acuerdo con el protocolo vigente de comunicación entre SENAPRED (anterior ONEMI) y SERNAGEOMIN. La frecuencia está asociada a la alerta técnica definida para cada volcán, es decir alerta verde (mensual), amarilla (quincenal), naranja y roja (diario). Además, eventos volcánicos destacables se informarán a través de Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV).
- Ante un cambio de alerta técnica, se prepara y exponen los antecedentes en las mesas técnicas citadas por el Sistema Nacional de Protección Civil, además de sugerir zonas de potencial impacto.
- La actividad de diseño, instalación, mantenimiento, transmisión y procesamiento de datos, monitoreo y emisión de alertas ante crisis volcánicas es responsabilidad del Observatorio Volcánico de los Andes del Sur (OVDAS), en su calidad de único observatorio volcanológico a nivel nacional.
- Avances en la automatización de sus procesos de análisis para un volcán categoría 1 de riesgo específico, con objeto de enfrentar el monitoreo de múltiples volcanes y elaboración de alertas volcánicas, de manera eficiente.
- Eventuales modificaciones y/o actualizaciones del ranking de riesgo volcánico, y la aparición de nuevas tecnologías aplicables al monitoreo en tiempo real, exigen nuevas formas de organización.
- Se avanza en el acuerdo de coordinación entre la RNVV y el Centro Sismológico Nacional (CSN). En particular, se contará con un sitio de contingencia en la sede central del CSN, además de obtener conocimiento en la herramienta Seiscomp. Por otra parte, el CSN instalará un Centro de Respaldo de Procesamiento Transportable en las dependencias de OVDAS en Temuco, lo que otorgará contingencia y apoyo remoto en caso de un evento sísmico de alto impacto.

Unidad de Geología y Peligros de Sistemas Volcánicos (UGPSV)

Evaluación de peligros volcánicos:

- En materia de cartografía volcánica, la UGPSV realizó la caracterización geológica de los volcanes activos y la confección de mapas de peligrosidad, a cargo de un grupo de

- profesionales geólogos, encargados del levantamiento de información geológica y la producción de mapas de peligro, en la asistencia técnica de peligros volcánicos.
- Se avanzó en completar la elaboración de mapas de peligros de los volcanes categoría I y II del ranking vigente de riesgo específico elaborado en el año 2019, correspondientes a las categorías de muy alto y alto riesgo respectivamente. En particular, se continúa avanzando en la elaboración de cuatro mapas de peligro para su publicación en los años 2022 y 2023. De esta forma, al año 2023 se dispondrá de toda la cartografía de peligros volcánicos para los volcanes categorizados como de mayor riesgo en el territorio nacional.
 - Una vez publicado un mapa de peligro regular se realiza su entrega a las autoridades locales y a la comunidad, en conjunto con SENAPRED.
 - En el caso de detección de una anomalía volcánica donde no se cuenta con una red instrumental, o bien ante un requerimiento específico de SENAPRED, se confecciona una Minuta Excepcional Volcánica (MEV). A través de esta minuta se entrega una caracterización del fenómeno con los datos disponibles para su análisis. Esto implica un mayor alcance de la RNVV hacia áreas que no son cubiertas por la red de monitoreo actual, o bien actividad volcánica fuera del territorio nacional, pero con potencial impacto en el país.
 - La Unidad de Geología y Peligros de Sistemas Volcánicos (UGPSV), comprometió en el Formulario H 2022 la realización de dos nuevos mapas de peligro regular para los volcanes Parinacota y Descabezado Grande, ubicados en la Región de Arica y Parinacota y en la Región del Maule, respectivamente.

Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS)

El OVDAS alberga más de 40 funcionarios, agrupados en las áreas de sismología, geovolcanología, electrónica y sistemas informáticos, además de apoyo administrativo. Por otra parte, se cuenta con una licitación de apoyo para el procesamiento de monitoreo volcánico, a través de la Universidad de la Frontera, que implica la presencia de un grupo de especialistas de monitoreo volcánico que garantizan el monitoreo en un régimen 24/7.

Los desafíos específicos en el año 2022 para el OVDAS, según áreas de trabajo, son:

- a. Área de Electrónica: Se encarga de diseñar, instalar y mantener redes de instrumentación que permitan generar y transmitir información en tiempo real asociada al comportamiento de los volcanes activos a lo largo del territorio nacional.
 - a. Área de Sistemas Informáticos: Es la encargada de integrar las plataformas físicas, lógicas y los distintos softwares de adquisición de datos, almacenamiento y visualización, para el funcionamiento del sistema de monitoreo volcánico, además de la creación y/o actualización de las herramientas de software que apoyen al monitoreo.
- El proyecto de Renovación Tecnológica del OVDAS proporcionará la infraestructura y software necesarios para disponer de una contingencia en la ciudad de Santiago, asegurando la continuidad operacional del monitoreo volcánico y resguardo de la información, alineados con las políticas de seguridad de la información.
- La implementación del Sistema de Procesamiento Primario en su versión Web, entregará una herramienta con las últimas tecnologías al personal encargado del monitoreo 24/7.

- Para el año 2022, está programado el lanzamiento de sitio web de la RNVV, donde se desplegará la información en tiempo real de los 45 volcanes monitoreados, y se pondrá a disposición de la comunidad la información más relevante de los volcanes.
 - a. Área de Sismología: Realiza el monitoreo volcánico en tiempo real, evalúa la actividad volcánica de los volcanes monitoreados y emite los reportes de actividad volcánica. También, se efectúa análisis avanzado con los datos generados por la red de monitoreo, con el fin de aportar al conocimiento del comportamiento volcánico, a través de la investigación.
- Atención de crisis volcánicas en casos de alerta técnica naranja y roja.
- Documentación de los ciclos eruptivos del volcán Copahue y Villarrica.
- Implementar y testear los procesos de automatización de clasificación de señales sísmicas de volcanes Villarrica y Copahue.
- Modernización del procesamiento primario de la información sísmica.
- Mejoramiento y revisión de los procesos y procedimientos sala de monitoreo.
 - a. Área de Geovolcanología: Realiza el monitoreo volcánico a través de técnicas de geoquímica de fluidos, geodesia, sensores remotos y geología, sobre la base en el análisis de datos obtenidos a través de la red instrumental y metodologías desarrolladas por cada una de las disciplinas. Se evalúa la actividad superficial y productos emitidos, así como también el marco geológico de cada uno de los sistemas volcánicos monitoreados.
- Trabajos complementarios al monitoreo volcánico: Procesamiento de imágenes para obtención de DEM con imágenes de sobrevuelo, nivelación y GNSS, inclinometría, reproceso- trabajo con GNSS históricos GAMIT, avances publicación volcán Copahue, estimación de volúmenes de magma a partir de emisión de SO₂, metodología DInSAR e intensidad radar para complementar monitoreo volcánico, análisis de material emitido, Ranking de volcanes activos, proyecto cenizómetro, aplicativo CitiAps, trabajo con colaboradores, procesamiento de datos GNSS portátiles.
- Trabajos en terreno: Muestreo de fluidos volcánicos, instalación y desinstalación de red portátil GNSS, levantamiento fotogramétrico con dron, mediciones temporales nivelación y GNSS, muestreo de productos volcánicos, instalación de cenizómetros según necesidad y participación en sobrevuelos de emergencia.
- Desarrollo de trabajo en el marco de los convenios de Alta Dirección Pública (ADP) del Director Nacional y Subdirector Nacional de Geología, sobre el uso de metodologías de sensores remotos para el monitoreo volcánico.
- Elaboración de informe técnico sobre el diseño de monitoreo volcánico para los volcanes correspondientes a categorías 3 y 4 del ranking (2019), definiendo volcanes y metodologías a aplicar a través de sensores remotos, generación de reportes cuatrimestrales.

Departamento Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV)

En el año 2022, se dará continuidad respecto de la Ley de Presupuestos 2021. Para los años 2021-2022, los desafíos del Departamento RNVV son los siguientes:

- Generar información multidisciplinaria sobre actividad volcánica y sus potenciales impactos, así como su oportuna comunicación al Sistema Nacional de Prevención y Respuestas ante Desastres (SINAPRED).
- Fortalecimiento de la red volcanológica y de su capacidad operativa para la instalación y mantenimiento de equipo, además de transmisión - recepción de datos en línea,

mediante el mejoramiento de las horas de disponibilidad efectiva de las estaciones sismológicas instaladas en los volcanes monitoreados por la RNVV.

- Transformar la red de vigilancia volcánica en una red multi paramétrica, con aportes significativos de las áreas de geoquímica de fluidos, geodesia y sensores satelitales. La consolidación de una base datos multiparamétrica del procesamiento primario de la información, es un insumo fundamental para diagnosticar y modelar continuamente la actividad de los volcanes vigilados.
- Implementar la automatización de algunas rutinas de procesamiento de la información sismológica, con el fin de optimizar los procedimientos involucrados en el monitoreo continuo de los volcanes.
- Continuar con el robustecimiento de los sistemas informáticos; actualización constante de herramientas para el uso en el monitoreo volcánico,
- Explorar una alianza en conjunto con el Centro Sismológico Nacional para fortalecer una red de monitoreo instrumental de actividad sísmica y volcánica en los Andes Australes (Región de Magallanes).
- Avances en la elaboración de la cartografía geológica y de peligros volcánicos para los 30 volcanes más peligrosos del país, a completarse el año 2023.
- Generar un nuevo indicador en la cartografía de peligros volcánicos a escala de mayor detalle (1:25.000), que permita su utilización en la planificación territorial.
- Avanzar en el segundo mapa de peligro a escala regional, que permita visualizar zonas de peligro de varios volcanes de manera simultánea en una misma hoja, como insumo para la planificación a escala regional. Esta evaluación regional entrega indicios de las zonas donde es necesario profundizar el análisis de peligros volcánicos a escalas de mayor detalle.
- Colaborar en el estudio y vigilancia de volcanes con países vecinos, en particular Argentina y Perú.
- Realización periódica de "Ferias de Divulgación Volcánica" en localidades expuestas a la actividad volcánica.

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA GENERAL

El Departamento de Geología General ejecuta el Plan Nacional de Geología (PNG). El PNG es el único Programa estatal para la generación de conocimiento geológico básico, y su objetivo principal es dotar al país de cartografía geológica del territorio nacional, a diferentes escalas, mediante tres programas científicos: geología básica, geoquímica y geofísica.

En 2019 se alcanzó un hito importante de este Programa, al completarse el levantamiento geológico básico del 82% de la superficie comprendida entre los paralelos 18°S y 30°S, correspondientes a las latitudes de las ciudades de Arica y La Serena, respectivamente. Se alcanzó un total de 108 publicaciones de mapas geológicos, a escala 1:100.000, en toda esa zona. En paralelo, se ha avanzado en las líneas de geoquímica (de sedimentos de drenaje) y geofísica (gravimetría, magnetometría y espectrometría), para la misma zona.

Durante el año 2022, se continuará con el levantamiento de información de geología básica, geofísica y geoquímica al norte del paralelo 30°S (La Serena), y se continuará el trabajo iniciado a partir del año 2020 en la zona al sur de esa latitud. Actualmente, el PNG está desarrollando proyectos de cartografía geológica en las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, O'Higgins, Maule, Biobío, Los Ríos, Los Lagos, y Magallanes y Antártica Chilena.

Plan estratégico 2020-2024

Tras completarse la Primera Etapa del PNG a fines de 2019, se enfrentan nuevos desafíos en cuanto al levantamiento de información geológica a lo largo del territorio nacional, siendo reconocido que la demanda de esta información es más amplia que hace diez años, cuando se inició este Programa.

Considerando que una parte importante de la futura minería del país se desarrollará en la zona central (IV-VI Región), cuyos recursos mineros disponibles equivalen al 16% de las reservas mundiales de cobre y al 50% del potencial minero nacional, pero donde habita casi el 60% de la población y se desarrollan múltiples actividades productivas, resulta prioritario contar con la información geológica de base, y que a la vez permita construir líneas de base geológicas públicas, para la gestión del territorio y sostenibilidad ambiental y económica de las actividades productivas. Por otra parte, el desafío del Gobierno de alcanzar la carbono-neutralidad al año 2050, requerirá de estas líneas de bases geológicas para la exploración de los minerales que permitirán el desarrollo de fuentes energéticas no contaminantes, tales como geotermia, energía eólica y solar.

La disponibilidad de agua, tanto para consumo humano como para uso productivo, es un desafío apremiante, clave para el futuro. Una minería sostenible debe integrar en el diseño de sus operaciones la afectación a los recursos hídricos, tanto en su extracción como en su calidad. Este tema tiene, además, alto impacto en la comunidad. La cartografía de geología básica, geofísica y geoquímica desarrollada por el PNG es la base de cualquier estudio hidrogeológico de prospección, vulnerabilidad o contaminación de aguas subterráneas. De acuerdo con un informe de COCHILCO (2016), las regiones de Coquimbo, Maule, y Los Ríos se encuentran muy atrasadas en cuanto a la actualización de información geocientífica oficial con respecto a otras regiones del país y, al menos las dos primeras, son las más afectadas por la crisis hídrica que ha afectado a nuestro territorio en los últimos años.

Por ello, es necesario impulsar un programa de levantamiento geológico en el centro sur de Chile. En respuesta a esta necesidad, el PNG (2020-2024) abordará la zona centro-sur del territorio nacional. Esta información será la base para el desarrollo del potencial minero y energético del sector; también, aportará a la definición de líneas ambientales (a través del programa de geoquímica de sedimentos del PNG) y el desarrollo de proyectos de geología para el ordenamiento territorial (ejecutados por otras unidades técnicas de la institución).

Durante esta etapa, se ha consolidado el Programa de Geología y Geofísica Marina como un importante eje de desarrollo para el PNG, y que en los próximos años publicará la cartografía de geología básica de los principales territorios insulares del país, a una escala de detalle (1:50.000 o superior). Estos estudios incluyen un reconocimiento del fondo marino alrededor, que generalmente considera montes submarinos, cuya relevancia es amplia en términos de constituir áreas marinas protegidas por su valor en biodiversidad, pero también como laboratorios para la exploración de recursos minerales críticos. El estudio de los fondos marinos, y de la plataforma continental en específico, corresponde también a un desafío país de futuro y es una temática de alcance planetario, con importantes inversiones en investigación básica y aplicada que está siendo coordinada por organismos internacionales como la Organización de Naciones Unidas - ONU. A nivel nacional, y desde hace ya un tiempo, diversas instituciones de investigación agrupadas en el Comité Oceanográfico Nacional (CONA), a la que este Servicio pertenece, coordinan esfuerzos para avanzar en esta temática. En Sernageomin, estamos invirtiendo actualmente en el diseño y construcción de herramientas de alta tecnología que permitirán la extracción de muestras de roca del fondo marino para su estudio.

A partir de 2020, el PNG amplía su cartera de productos incluyendo, además de la cartografía regular en sus tres programas científicos (geología básica, geofísica y geoquímica), diversos tipos de informes técnicos, bases de datos digitales, cartografía a distintas escalas, y artículos en la Revista Andean Geology (editada por Sernageomin). La publicación de estos nuevos productos ha permitido

diversificar la manera en que la información geológica es comunicada y se facilita el acceso a ella; además de ampliar el espectro de usuarios potenciales. Con esto se busca no sólo aumentar el impacto en la exploración de recursos geológicos, sino también el uso de esta información en aplicaciones para la protección civil y la seguridad alimentaria y la gestión del territorio, como en cualquier otro tema de interés para la sociedad que tenga un componente territorial.

Eso se materializó en 2020 con la modificación de su indicador de gestión (KPI), que es ahora un indicador flexible, multiproducto, con un horizonte quinquenal renovable, adecuado para satisfacer las variables demandas de la sociedad moderna.

Productos 2022 y proyectos en Desarrollo

a. Durante 2022, el Programa culminará los siguientes proyectos, los que serán publicados por la institución:

- Mapa: Carta Cupo-Toconce (*), escala 1:100.000, Región de Antofagasta
- Mapa: Carta Pichibelco, escala 1:100.000, Región del Maule
- Mapa: Carta sobre la Geología de la Isla Robinson Crusoe, escala 1:25.000, Región de Valparaíso
- Informe Registrado multi regional sobre Génesis de los Salares del Norte de Chile desde una perspectiva Volcanológica Regional.
- Informe Registrado sobre Caracterización mediante Gravimetría de la estructura geológica Concepción-Talcahuano, Región del Biobío.
- Base de Datos Digital, Geoquímica de Sedimentos de la Hoja Taltal, escala 1:250.000, Región de Antofagasta
- Informe Registrado sobre Geoquímica de Sedimentos de la Cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos.

(*) Proyectos licitados a consultores especializados en levantamiento geológico.

a. En el Programa de Geología Básica, se continuará con el levantamiento de información geológica en los siguientes proyectos de cartografía de geología básica, a escala 1:100.000, a lo largo del territorio nacional, en los próximos años:

- Carta Codpa, Región de Arica y Parinacota
- Carta Surire, Región de Arica y Parinacota (*)
- Carta Cerro Jaspe, Región de Antofagasta
- Carta Illapel-Los Vilos, Región de Coquimbo
- Carta San Clemente-El Melado, Región del Maule
- Carta Río Claro-Paso Pehuenche, Región del Maule
- Carta Concepción-Talcahuano, Región del Biobío
- Carta La Unión, Región de Los Ríos
- Carta Isla de Pascua, Región de Valparaíso
- Carta San Félix San Ambrosio

(*) Proyectos licitados a consultores especializados en levantamiento geológico.

Además, se está trabajando, entre otros, proyectos para ser publicados como Informes Registrados en los próximos años:

- Localidades tipo de unidades estratigráficas de Chile central.

- Estructura de la Sierra de Moreno en el cuadrángulo homónimo, región de Antofagasta.
- a. En el Programa de Gravimetría, el año 2022, se iniciará el levantamiento de datos para un nuevo proyecto de cartografía en la región de Coquimbo (Carta Gravimétrica Hoja Illapel, escala 1:250.000). Por su parte, para el Programa de Aerogeofísica, se adjudicó a una compañía canadiense el levantamiento de la Etapa 7 (en ejecución durante 2021 y 2022), en la región de Tarapacá. Este último proyecto viene a completar con cartografía de magnetometría y espectrometría de radiación gamma (U, Th, K) el área comprendida entre Arica y la Serena (18°-30° Lat. Sur; aprox. 166.500 km²), donde resta una zona de aproximadamente 20.000 km² al sur de la región de Tarapacá. La culminación de este levantamiento en la zona norte representa otro hito clave en el desarrollo del PNG, complementando lo logrado en 2019 por el Programa de geología básica. Otros proyectos en desarrollo por esta Unidad son:
- Perfiles gravimétricos en el sector La Unión-Río Bueno, región de los Ríos.
 - Asistencia técnica especialista para proyectos de Geotermia, Hidrogeología y Salares (desarrollados por el Departamento de Geología Aplicada).
- a. El Programa de Geoquímica continuará con el levantamiento de muestras y datos en los siguientes proyectos:
- Informe Registrado: Geoquímica de sedimentos de drenaje de la cuenca del río Mataquito, Región del Maule.
 - Informe Registrado: Anomalías de Tierras Raras en la Región de Los Ríos.
 - Informe Registrado: Línea de base geoquímica de Tierra del Fuego, Región de Magallanes.
 - Mapa geoquímico de la Hoja Vallenar, escala 1:250.000, Región de Atacama.
 - Atlas geoquímico del norte de Chile: Hojas Arica-Pisagua-Iquique-Visviri-Pisiga Chile-Collacagua.

Desafíos del Plan Nacional de Geología

- Estandarizar las metodologías para la selección de áreas de trabajo mediante “criterios multivariable de decisión”.
- Priorizar el levantamiento de información en lugares donde se concentra la población y donde resulta clave el desarrollo de estudios específicos sobre peligros geológicos, hidrogeología, planificación territorial, obras civiles, medio ambiente, entre otros.
- Preparar los documentos base (definiciones, objetivos, metodologías, productos, programación preliminar) de los Programas técnicos del PNG (geología básica, gravimetría, aerogeofísica, geoquímica, geología marina, zonas estratégicas)
- Reforzar las unidades técnicas (y de apoyo) que han visto disminuidos sus equipos de trabajo.
- Evaluar para mitigar el impacto de la crisis sanitaria por COVID-19 en el programa, particularmente en el normal desarrollo de los proyectos y en los equipos de trabajo.
- Ampliar el Plan Comunicacional del Programa, incorporando nuevos contenidos, mejorando la focalización de entrega de información, estudiando la audiencia y la información estadística de visitas/consultas de la página web, entre otros.
- Desarrollar una herramienta para la difusión, visualización y entrega de la información generada por el Programa, a través de una aplicación para teléfonos móviles (smartphones).
- Darle continuidad a la cartografía aerogeofísica al sur de la latitud de 30°.
- Reto tecnológico: actualización de software y hardware para el desarrollo de proyectos geológicos, geoquímicos y geofísicos.

DEPARTAMENTO DE GEOMÁTICA

Durante el período 2018-2021 el Departamento de Geomática ha estado desarrollando un trabajo continuo en la modernización de la infraestructura corporativa de datos geológicos, a través de estructurar el modelamiento de base de datos geoespacial, para las distintas temáticas de la Subdirección Nacional de Geología (SDNG), protocolizando metodologías y herramientas para garantizar la calidad de la cartografía digital publicada, con el fin de robustecer el SIG corporativo, lo que permite tener una proyección de desarrollo y crecimiento de información de cara al 2030. En el año 2022, se realizará el lanzamiento de la nueva tienda digital y del nuevo Portal Geomin, completando con esto el proceso del proyecto IDE-Geología institucional.

En esa línea, los principales desafíos para un nuevo período son: la incorporación y el poblamiento de datos geológicos a la nueva estructura corporativa. Lo que se traduce en poner a disposición a público la información geológica, a través de plataformas web institucionales como PortalGeomin y Tienda e-maps, además de visores territoriales y recursos móviles, para la captura de datos en terreno (herramientas o App). Esto facilitará la fluidez del acceso a la información, pudiendo satisfacer la creciente necesidad de acceder al conocimiento científico nacional siendo beneficiados los distintos organismos públicos y la sociedad en su conjunto.

En la perspectiva de compartir datos y conocimiento, también se está poniendo en operación un servidor propio de imágenes satelitales (Image Server) para el uso interno de las unidades técnicas y para disponerlo con otros servicios públicos, este tipo de datos son la base que permite apoyar la generación de la información. En esa misma línea, la estrategia es dirigir los esfuerzos hacia la ciencia de datos; el BIG DATA para procesamiento remoto y la inteligencia artificial como recurso facilitador para los equipos de investigación de Sernageomin, ya que nos permitirá agilizar la gestión del volumen de información en forma simultánea para ser utilizada por múltiples usuarios.

Puesto el foco en esa mirada, el Departamento de Geomática, además de centralizar la información digital geológica, se centrará en mejorar en forma continua las herramientas que permitan ser el puente de comunicación de los distintos programas de las unidades técnicas de la SDNG con la comunidad nacional. Los resultados esperados del período son:

- Publicación y normalización de las publicaciones geológicas digitales realizadas entre el año 2000-2020.
- Poner en producción la nueva Tienda Digital, plataforma WEB que permitirá a los usuarios externos la adquisición y descarga de versiones de publicación geológica en formatos PDF y datos SIG generados por el Sernageomin.
- Disponer los recursos tecnológicos necesarios para la difusión interna y externa de información geológica del territorio generado por las unidades técnicas de la SDNG.
- Ser el equipo tecnológico SIG, para el apoyo en la gestión de la información durante las emergencias geológicas atendidas por la institución.
- Liderar junto al equipo de TI institucional la iniciativa de un centro de modelamiento de datos que permita conectarse remotamente para procesar información de los proyectos institucionales.

La promesa de valor del Departamento de Geomática será la de promover y entregar soluciones geoespaciales a la Subdirección Nacional de Geología.

GESTIÓN DE GEOLOGÍA

El Comité Editor y la Unidad de Edición y Publicaciones ofrece su conocimiento científico-técnico en la revisión de las publicaciones geológicas que anualmente compromete la Subdirección Nacional de Geología, mediante la revisión de pares (editores), el correcto uso del idioma y la aplicación de

estándares de nomenclatura y formato de las publicaciones geológicas, con el fin de garantizar la calidad técnica de fondo y de forma de éstas. Los desafíos 2022 en adelante, incluyen:

- Iniciar la publicación y difusión, para su aplicación interna y por parte de usuarios externos, de las normas y estándares aplicables a la cartografía de geología básica, en términos de nomenclatura y simbología. Para ello, se deben convertir 6 tomos de información en varias publicaciones según distintos tópicos (rocas sedimentarias, metamórficas, ígneas, geología estructural, etc.).
- Publicar la Guía del Geoparque Kütralkura en idioma inglés
- Elaboración de un manual que estandarice y facilite la redacción de los productos de la Subdirección de Geología. Para ello se han de revisar tanto publicaciones nacionales como internacionales correspondientes a la disciplina, además de ejemplos presentes en las publicaciones de la institución.
- Generar un archivo de imágenes de las publicaciones de la Subdirección Nacional de Geología, en una primera etapa, entre los años 2010 y 2020, que están contenidas en las distintas series de la Carta Geológica de Chile, Boletín, Publicación Geológica Multinacional, Base de Datos y de los Informes Registrados, sobre las cuales Sernageomin es titular de derechos.
- Reforzar el equipo de trabajo para optimizar la etapa de revisión científico-técnica de las publicaciones geológicas.

La Biblioteca institucional, proyecta robustecer los servicios de atención al usuario y dar acceso a la información de ciencias de la tierra, utilizando tecnologías de información y de comunicación actualizadas, además de trabajar en la preservación de la documentación institucional. Los desafíos 2022 en adelante, incluye:

- Repositorio digital institucional: Posicionar esta plataforma como una herramienta de información de excelencia. Actualizar periódicamente el ingreso de las publicaciones institucionales e incorporar las colecciones generadas, tanto por el SERNAGEOMIN, como por el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG), y realizar las mantenciones y actualizaciones del sistema.
- Completar la migración del software KNOWLEDGEPro hacia el software de libre acceso KOHA, que permite contar con un Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria (SIGB) que ofrezca una gestión basada en una solución software Web 2.0, utilizando un sistema de RDBMS2 (Relational Database Management System) y tecnologías de software, que faciliten el procesamiento técnico y difusión de las colecciones bibliográficas y colecciones digitales y/o electrónicas. Contar con un catálogo en línea, amigable y eficiente en el acceso y la recuperación de la información.
- Generar servicios innovadores que combinen las nuevas tecnologías con los servicios tradicionales de información, como son los servicios de referencia digital y en lo posible el acceso abierto a la información.

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA

El Servicio Nacional de Minería es responsable de generar, mantener y difundir información de regular y fiscalizar el cumplimiento de normativas mineras de seguridad, propiedad y planes de cierre, para contribuir al desarrollo de la minería nacional.

En lo que respecta a seguridad minera, se continuará con el proceso de fortalecer y mejorar los estándares de seguridad minera a nivel nacional a través del reforzamiento de las actividades de fiscalización y propuestas de innovación. Para cumplir con este propósito se continuará con la

generación e implementación de un Plan de fiscalizaciones para las distintas áreas mineras que defina criterios y estándares para los diversos segmentos fiscalizados. Proponer e implementar la nueva normativa en materias relacionadas con el cierre de faenas mineras.

Como estrategia de la Subdirección de Minería se continuará con la mejora de los actuales Sistemas de Información en el ámbito minero. SERNAGEOMIN instaló, hace algunos años, su plataforma de gestión de procesos sobre la base de softwares de la familia Business Project Management Suite Auraportal que permiten realizar el registro de la totalidad de los proyectos mineros, además de procesos de Planes de Cierre, Depósitos de Relaves, trámites digitalizados de Propiedad Minera, solicitudes de sanción, seguimiento de multas, investigación de accidentes y postulaciones a curso del Centro de Capacitaciones ingresados al Servicio; este software permite la trazabilidad, evaluación, entrega de información, entre otras funcionalidades, que favorecen la gestión de los distintos procesos de la Subdirección de Minería. También importante, se continuará con la actualización de los métodos de recolección de datos estadísticos desde las empresas mineras y entrega de información a usuarios internos y externos, permitiendo mejorar los procesos para la toma de decisiones a través de los datos y así poder predecir las situaciones de riesgo existentes en las faenas mineras.

La Transformación Digital en la Subdirección de Minería es ya una realidad, una tendencia acelerada por la pandemia de COVID-19.

La aceleración del proceso de transformación digital ha permitido compilar la información de los documentos físicos en un solo lugar. En este contexto, las bases de datos se hacen indispensables tanto para el almacenamiento de la información como para la expansión del conocimiento, permitiendo optimizar los tiempos de respuesta a usuarios internos como externos, además de automatizar las tareas manuales repetitivas y optimizar el trabajo a distancia. Es importante destacar cuando se trata de la transformación digital, la gestión del conocimiento consiste en aprovechar los datos de los distintos procesos y las tecnologías disruptivas para obtener insights que añadan valor a los productos que la Subdirección de Minería pueda generar. Se debe considerar también que este tipo de cambios permiten tener una imagen completa del rendimiento de cada proceso interno. Además de facilitar las comunicaciones internas como con los usuarios externos.

Con hechos concretos la importancia de continuar con los procesos de digitalización en la Subdirección de Minería permite la optimización de las tareas, mayor enfoque estratégico y seguridad en los datos. Este proceso debe ser continuo tanto para el aprendizaje como para la adaptación.

A continuación, se presentan por cada Departamento la descripción del Proyecto o Actividad:

DEPARTAMENTO DE FISCALIZACION

Los desafíos y metas del Programa Seguridad Minera, para el año 2022, son los siguientes:

- Durante el 2022, se continuará con el programa de fiscalización de Depósitos de Relaves, los criterios de relevancia, definidos en el Ranking de Relaves para el año 2022. Para este año, se contempla la fiscalización del 85% de la totalidad de los depósitos de relaves existentes relevantes, considerando un universo de 111 depósitos.
- Para el año 2022, se programaron fiscalizaciones de planes de cierre a faenas mineras bajo el régimen de Procedimiento Simplificado, para faenas con menor a 5.000 tpm, se realizarán 100 fiscalizaciones a nivel nacional.
- Al término del año, estabilizar y cerrar la marcha blanca del módulo E-700 en SIMIN (encargado de recibir desde las empresas mineras las variables de operación de los depósitos de relaves) que contempla cuatro nuevos tipos de formularios.

- Al término del año, incorporar las mejoras solicitadas por el departamento de Evaluación de Proyectos, tales como Métodos de Explotación y Planes de Cierre, así también los de Propiedad Minera para los procesos digitalizados años anteriores
- Al término del año, incorporar un dashboard en el Portal BI para mejorar el control y gestión de dos variables críticas en la primera etapa del proceso de fiscalización, vida útil de un proyecto y la producción proyectada vs la generada en la etapa operativa.
- Para este año, se incorporará en la aplicación Ficha de Faena Minera la integración automática de los proyectos aprobados por el Servicio. Desde la plataforma Auraportal, información relevante para la preparación y priorización de la fiscalización.
- Al término del año, incorporar nuevas reglas de negocio y ajustes necesarios para fortalecer la aplicación Priorización de Faenas Mineras (permite proponer las faenas e instalaciones que deben ser fiscalizadas a nivel país), considerando los resultados del informe de evaluación de la implementación de la nueva metodología y del modelo establecido en el primer año.
- El Programa de Seguridad Minera compromete a realizar 10.000 fiscalizaciones a instalaciones mineras, con el objetivo de mejorar la acción fiscalizadora en seguridad minera, mediante la priorización de la fiscalización.
- En términos de cobertura de fiscalización a faenas operativas, se ha establecido como meta fiscalizar 1.602 faenas operativas durante el presente año, de un universo de 2.711 faenas mineras operativas catastradas al 31 de diciembre de 2021. Este indicador está comprometido bajo el Objetivo 1 de Gestión Eficaz del Programa de Mejoramiento de la Gestión (PMG) 2022.
- El foco de las fiscalizaciones seguirá siendo la reducción de los índices de accidentabilidad, mediante la investigación y análisis de las causas de dichos accidentes, para lo cual se compromete como indicadores asociados del Formulario H 2022
 - "Tasa de frecuencia de accidentes incapacitantes durante el periodo t, por mil, respecto del promedio de fiscalizaciones realizadas en el período t-1, t-2 y t-a. cuyo resultado comprometido es de 0,1 para el año 2022.
- Además, en el ámbito del cumplimiento de la Ley 20.551 que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras se ha comprometido, a través del indicador del Formulario H 2021 "Porcentaje de faenas mineras, sometidas al procedimiento de aplicación general de la Ley 20.551 fiscalizadas en el año t respecto del total de faenas mineras sometidas al procedimiento de aplicación general registradas en el año t-1", la fiscalización de al menos 70 faenas mineras que estén sometidas al procedimiento de aplicación general de la Ley 20.551, del universo de 174 existentes al 31/12/2021.
- Respecto a las fiscalizaciones ambientales con la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en el que SERNAGEOMIN desarrolla fiscalizaciones a compromisos establecidos en las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA's) de Proyectos Mineros. La SMA entregó para el año 2021, el programa con 31 fiscalizaciones a ejecutar, además de las fiscalizaciones no programadas que puede solicitar por otros motivos, entre ellos, denuncias.

DEPARTAMENTO EVALUACIÓN DE PROYECTOS MINEROS

- El desarrollo del Sistema Global de Monitoreo (SGM), el cual permite la evaluación de la estabilidad física de los depósitos de relaves por medio del monitoreo de parámetros críticos y escenarios de falla (Índice de Estabilidad Física, IEF), la centralización de la información de los depósitos de relaves a nivel nacional en un Dashboard País, y la comunicación del estado de los depósitos de relaves hacia las comunidades a través de un Sitio Público. Al finalizar el año 2022, se espera contar con la conexión de un depósito piloto para el monitoreo y evaluación del desempeño del SGM.

- La marcha blanca de nuevos formularios E-700. Los nuevos formularios se generaron para poder abarcar las nuevas formas de producción y almacenamiento de relaves, generándose cuatro nuevos, además del existente. Asimismo, se habilitará la producción de una plataforma SIMIN que servirá para la recepción, centralización y extracción de los datos a ingresar según cada formulario. Se está a la espera de la oficialización del paso a producción de esta, para informar a los productores mineros sobre los cambios descritos, para que así puedan comenzar el ingreso de datos.
- El resultado de la gestión realizada en grandes proyectos (mayores a 5.000 TPM) nos permitió al cierre del año 2021 terminar con 179 proyectos resueltos, independiente de su año de ingreso, 11 proyectos más que al cierre de 2020. Esto se logró reduciendo los tiempos de evaluación con respecto al año anterior. Al cierre de 2020 los proyectos que ingresaban, se resolvían en al menos 60 días más rápido que el año 2019. Al cierre de 2021 los proyectos que ingresaban se resolvían en al menos 68 días más rápido que el 2020. Sin embargo, los últimos tres meses del año se produjo un incremento significativo en la cantidad de proyectos ingresados y en vez de terminar con 160 o menos proyectos en curso como el año 2020, al cierre del año 2021 terminamos con 198 proyectos en curso. Esta carga no resuelta significará un aumento perceptible en el tiempo de evaluación que esperamos se haga visible en abril de 2022. El desafío para el 2022 es buscar soluciones a la capacidad de procesamiento de proyectos, que ante un alza de la carga laboral, genera cuellos de botella. Las soluciones visualizadas vienen por la vía un aumento de la dotación y la estandarización de procesos como la evaluación de botaderos de estériles que permitirán seguir reduciendo la variabilidad en este tipo de evaluaciones.
- En cuanto al nuevo decreto supremo N° 35, que reemplaza al DS N° 248, en caso de ser aprobado durante el año 2022, se comenzará con la elaboración de guías que servirán de complemento para dicho decreto.
- Desarrollar proyecto de Evaluación de metodologías experimentales y de normativa para pruebas de uso de Hidrogeno verde en minería financiado por el Banco Mundial.

OFICINA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y CIERRE DE FAENAS

- Desarrollar un Sistema Integral de Control y Calificación de Garantías Financieras de Planes de Cierre de Faenas Mineras.
- Elaborar una guía de Valorización de Planes de Cierre
- Elaborar una Guía interna de Evaluación de las materias de competencias de Sernageomin para los proyectos que ingresan al SEIA
- Actualizar guía de evaluación de riesgos, incorporando la variable de adaptación al Cambio Climático para las faenas minera
- Realizar mayor capacitación respecto a la aplicación de la Ley de Cierre para la pequeña minería
- Desarrollar guía para la determinación de la Vida útil de una faena minera en función de la Ley de Cierre.

En caso de implementar los proyectos relacionados con esta Oficina de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas, se obtienen beneficios directos tanto para el Sernageomin como para la industria minera en general, por ende, para el país. Cabe señalar que la ley de cierre permite tiene por objetivo resguardar la vida salud y seguridad de las personas, así como el resguardo del medio ambiente, mediante la regulación de medidas de cierre que permiten que los lugares donde se desarrolla una faena minera queden estables física y químicamente, a perpetuidad.

En términos generales, con la implementación de estos proyectos se robustece el rol del Servicio como autoridad competente de la Ley de Cierre, dado que corresponden herramientas que permiten

una mejor gestión, generan lineamientos y criterios metodológicos de carácter técnico jurídico y financiero, con lo cual se permite mejorar los planes de cierre a cargo de las empresas mineras, cuya obligación se establece por Ley.

En términos específicos:

- Se requiere con suma urgencia un sistema integrado de control y gestión para la garantía financieras, las cuales actualmente superan los 4000 millones de dólares, con el objetivo de mantener en línea la información y generar una comunicación en línea entre el ente fiscalizador y el fiscalizado, lo cual permitirá asegurar el debido cumplimiento de garantizar los planes de cierre para el estado, asegurar Acciones correctivas y considerar medidas de forma oportuna, según corresponda.
- En cuanto a las guías metodológicas, cuyo objetivo es entregar lineamientos y criterios al sector minero y profesionales del servicio, permite mayor certeza técnica y jurídica con lo cual se mejoran los planes de cierre que exige la Ley, además permitirán agilizar y simplificar los procesos haciendo más moderno el estado y más eficiente. Lo anterior, complementa las actuales guías que ha publicado y actualizado Sernageomin.
- Es importante el traspaso de conocimientos y la experiencia de la oficina de gestión ambiental y cierre de faenas, a los equipos territoriales tanto de evaluación como fiscalización de del servicio, con lo cual se logrará homogeneizar criterios técnicos para el desarrollo e implementación de la ley de cierre, relevando el desarrollo de la pequeña minería. permitirá además el debido resguardo del rol la autoridad competente de la ley de cierre en específico la obligación de supervigilar el cumplimiento y adecuación de los planes de cierre, de las faenas mineras del país.

DEPARTAMENTO DE PROPIEDAD MINERA

- Continuar con el estudio de prefactibilidad de Datum geodésico de las concesiones mineras para abarcar todo el país y obtener los parámetros que sirvan para el cálculo de la transformación de coordenadas, lo anterior permitirá actualizar la Red Geomin que es la red Geodésica que cubre todo el país. Para poder dar continuidad al estudio, se requerirá la presentación de un proyecto para la asignación de recursos que nos permitan ejecutar la tercera etapa del estudio (abarcar desde la región del Libertador General Bernardo O'Higgins hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena). Una de las conclusiones más importantes que se obtiene del estudio es que técnicamente es posible realizar un cambio de Datum para las concesiones mineras, con una precisión de 70 cm, manteniendo su orientación y forma.
- Avanzar en la modernización de los Sistemas de información, que permitirá establecer mejoras y/o actualización de los programas e incorporación de nuevas metodologías a los sistemas actuales de Propiedad minera (Selmin - Syspmin - Entre otros). Durante el 2021 se ejecutó un trabajo que consideraba efectuar el diagnóstico, levantamiento y estimación de los sistemas que actualmente posee el Departamento de Propiedad Minera, para poder realizar un roadmap que permita definir el camino a seguir para realizar una futura migración y actualización de los sistemas. Para este año 2022 se definirá la estrategia de migración y se realizará el diseño de los sistemas prioritarios que se deben actualizar, en base al levantamiento efectuado el año 2021. Todo lo anterior, en base a la disponibilidad presupuestaria que exista para los eventos. No obstante a lo anterior, continuaremos con la digitalización de tareas que se encuentren pendientes de incluir en tramitaciones electrónicas, para lograr facilitar y mejorar las etapas que se desarrollan en el proceso de Constitución de Concesiones Mineras en el país.

- Actualizar del Catastro Minero mediante el trabajo en conjunto desarrollado con la Tesorería General de la República y la revisión de antecedentes emitidos en el boletín oficial.

Anexo 1: Identificación de la Institución

a) Definiciones Estratégicas 2018-2022

Leyes y Normativas que rigen el funcionamiento de la Institución

D.L. N°3.525 de 1980, que Crea el Servicio Nacional de Geología y Minería; Ley N° 18.248 de 1983, Código de Minería; Ley N°18.097 de 1982, Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras; Ley N°19.719 de 2001, Establece una patente minera especial para pequeños mineros y mineros artesanales; Decreto N°132 de 2004, que Aprueba el Reglamento de Seguridad Minera; D.S. N° 34 de 2012 que modifica el D.S. N°72 de 1985, ambos sobre reglamento de seguridad minera, incorporando a su texto un nuevo Título XV; Ley 20.228, de 2007, Otorga el carácter de permanente a la patente especial para pequeños mineros y mineros artesanales, regulada por el art. 142 del Código de Minería; Ley N° 19.300 de 1994, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Decreto N° 114 de 2013, que aprueba nuevo reglamento para la aplicación de la Ley N° 19.657 de 2000, sobre concesiones de energía geotérmica; Ley N° 20.551 de 2011, que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones mineras y reglamentación respectiva; D.S. N° 248 de 2006; que Aprueba Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de los Depósitos de Relaves; Decreto N°41, de 2012, que aprueba el Reglamento Ley de Cierre e Instalaciones Mineras; Ley N° 20.819 de 2015, que modifica la Ley N° 20.551 que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras e introduce otras modificaciones legales.

Misión Institucional

El Servicio Nacional de Geología y Minería es el organismo técnico responsable de generar, mantener y divulgar información de geología básica y de recursos y peligros geológicos del territorio nacional, para el bienestar de la comunidad y al servicio del país, y de regular y/o fiscalizar el cumplimiento de normativas mineras en materia de seguridad, propiedad y planes de cierre, para contribuir al desarrollo de la minería nacional.

Objetivos Ministeriales

Nro.	Descripción
1	Posicionar al sector minero como un motor de recuperación del crecimiento y generación de empleo.

Nro.	Descripción
2	Reducir la incertidumbre regulatoria mediante reglas claras y estables.
3	Abordar desafíos futuros en desarrollo, innovación, competitividad y potenciar a los proveedores.
4	Desarrollar una minería más sustentable ambientalmente e inclusiva socialmente.
5	Modernizar y fortalecer la institucionalidad minera (Codelco, Enami, Cochilco, Sernageomin y Subsecretaría de Minería)
6	Fortalecer la generación y disposición de información de geología básica, recursos y peligros geológicos.

Objetivos Estratégicos

Nro.	Descripción
1	Mejorar la acción fiscalizadora a través de la criticidad de las faenas, con énfasis en la calidad de las fiscalizaciones, para fortalecer la seguridad de los trabajadores, disminuir la accidentabilidad y los riesgos en la industria extractiva minera, según la normativa vigente.
2	Mejorar los procesos de revisión de proyectos de métodos de explotación y/o plantas de tratamiento de minerales, depósitos de relaves, evaluaciones de impacto ambiental, permisos sectoriales y de cierre de instalaciones y faenas mineras, para contribuir a la actualización y regularización de la industria extractiva minera.
3	Mantener, actualizar y entregar información técnica, de manera correcta y oportuna para el proceso de constitución de concesiones mineras de exploración y explotación, y para fines del catastro y registro de concesiones geotérmicas de exploración y explotación.
4	Generar, mantener y divulgar el conocimiento geológico del territorio nacional, mediante estudios de geología básica, geofísica y geoquímica, para proveer información geo-científica de base y estratégica que contribuya a la definición de políticas de Estado, a la promoción de la exploración de los recursos geológicos y al desarrollo de estudios específicos.
5	Generar, mantener y divulgar conocimiento geológico aplicado del territorio nacional, mediante estudios específicos de los recursos minerales, energéticos, hídricos y geo-patrimoniales, su uso sustentable y el ordenamiento territorial.
6	Generar, mantener y divulgar conocimiento de los fenómenos geológicos y sus peligros (sistemas volcánicos, remociones en masa y fallas activas), mediante la realización de estudios, la evaluación de sus peligros y el monitoreo instrumental, de su ocurrencia en el territorio nacional, para el ordenamiento territorial, la reducción del riesgo de desastres y la entrega de información oportuna a las autoridades y a la comunidad.
7	Incrementar la capacitación y conocimiento a los trabajadores de la Minería, mediante formación continua de expertos y monitores en seguridad minera, para el desarrollo de una actividad segura.

Productos Estratégicos vinculados a Objetivos Estratégicos

Nro.	Nombre	Descripción	Objetivos Estratégicos a los cuales se vincula
1	Fiscalización	Instrumento que tiene por objeto revisar el cumplimiento de la normativa y de las resoluciones en materia de seguridad minera, depósitos de relaves, planes de cierre e investigación de accidentes incorporando, en los casos que corresponda, la acción correctiva o sancionatoria.	1
2	Revisión de proyectos	Evaluación y pronunciamiento respecto del método de explotación, plantas de tratamiento, depósitos de relaves y sus modificaciones, en materia de seguridad minera, ley de cierre y evaluaciones de impacto ambiental.	1, 2

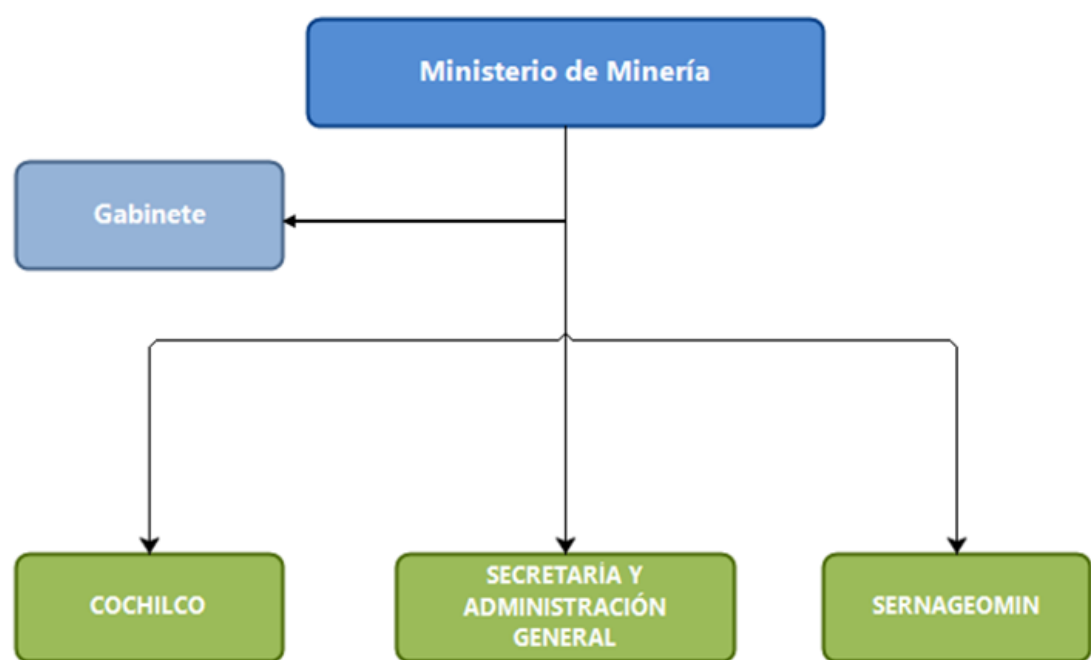
Nro.	Nombre	Descripción	Objetivos Estratégicos a los cuales se vincula
3	Asistencia/Asesoría técnica minera y geológica	Asistencia a los Tribunales para el otorgamiento de concesiones de explotación y solicitudes para la sentencia constitutiva de concesiones mineras de exploración, además de mantener el catastro actualizado de concesiones mineras. Asesoría a las fiscalizaciones mandatadas por la Superintendencia de Medio Ambiente para dar cumplimiento a su programa de fiscalización ambiental y responder a las denuncias realizadas por la autoridad competente. Asistencia técnica a solicitud de autoridades nacionales, regionales y comunales en materias de peligros geológicos, peligros volcánicos, recursos minerales, energéticos, hídricos y geo-patrimoniales, aspectos medioambientales, entre otros. Asesoría requerida en materias de aguas subterráneas y zonas de peligros, para verificar el cumplimiento normativo en planes reguladores comunales. Asesoría técnica al Ministerio de Energía respecto de las solicitudes de concesión de exploración y explotación de energía geotérmica, además de mantener un catastro actualizado de las concesiones geotérmicas.	6, 3, 4, 5
4	Monitoreo volcánico y de procesos geológicos y mineros	Comprende el monitoreo continuo y en tiempo real de los sistemas volcánicos más activos del país, mediante el seguimiento de parámetros técnicos específicos y el diseño e implementación de sistemas de monitoreo de otros procesos geológicos y mineros, y la reportabilidad y divulgación de la información generada a la comunidad.	6
5	Publicaciones geológicas y mineras	Es el resultado del proceso de generación del conocimiento geológico del territorio nacional mediante la publicación de informes/estudios técnicos, mapas, documentos y/o bases de datos digitales, revistas y similares. En el ámbito minero, corresponde a la generación de la información minera del país, mantenerlos actualizados y difundirla por los canales oficiales.	6, 4, 5
6	Capacitación y divulgación	Conjunto de actividades para formar/reforzar el conocimiento sobre materias mineras para los trabajadores del sector, preparándolos para ejecutar con mayor eficiencia sus funciones en la explotación. También, comprende el conjunto de actividades para divulgar el conocimiento geológico, el quehacer institucional y capacitar en temáticas específicas a autoridades y a la comunidad	6, 4, 5, 7

Cientes / Beneficiarios / Usuarios

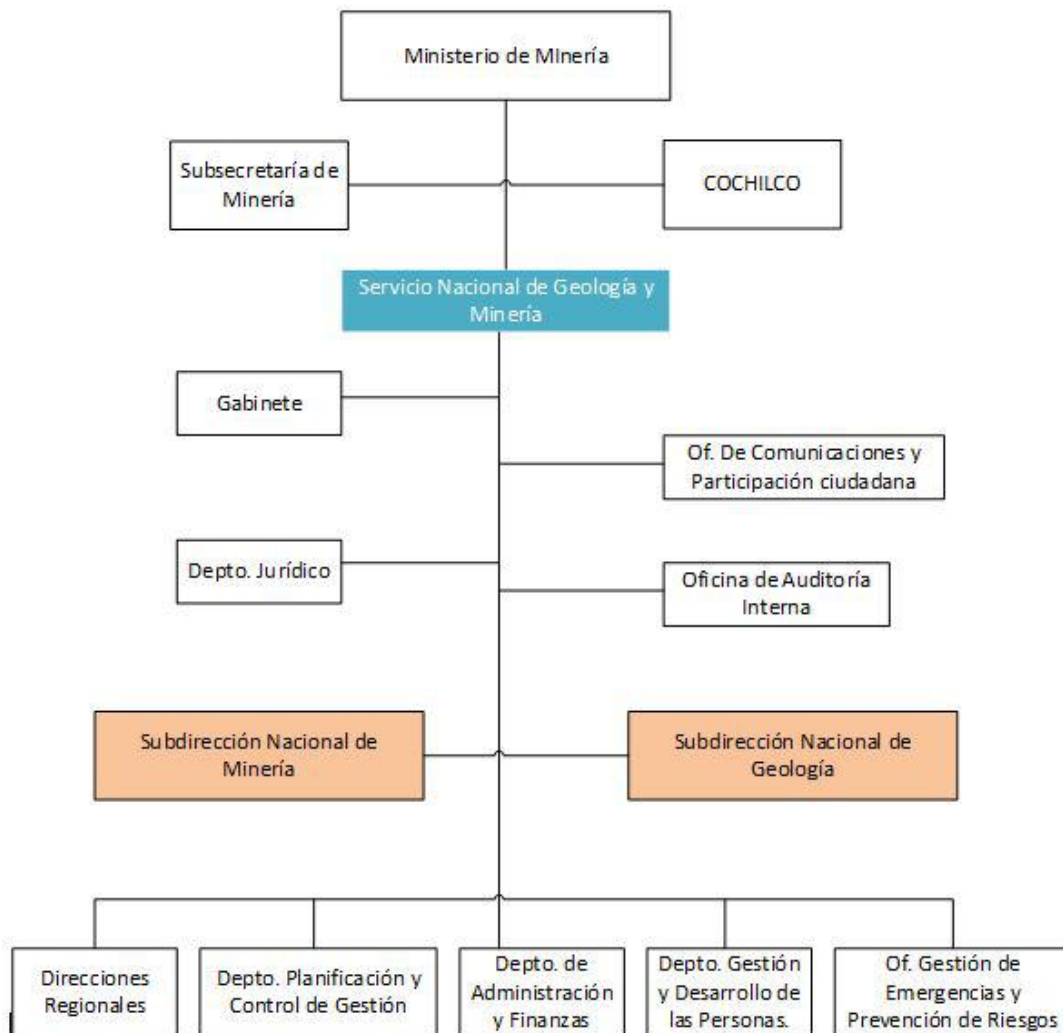
Nro.	Descripción	Cantidad
1	Autoridades de Gobierno, Regionales, Provinciales y Comunales, Congreso y Tribunales.	3.590

Nro.	Descripción	Cantidad
2	Empresas de exploración y explotación minera, hídrica y energética y potenciales inversionistas en estos rubros	5.520
3	Empresas mandantes y contratistas del sector minero.	18.657
4	Trabajadores del sector minero.	242.700
5	Empresas y profesionales del sector construcción que desarrollan actividades de construcción de viviendas, obras públicas y similares.	67.630
6	Investigadores, docentes y estudiantes del área geológica, minera, hídrica, energética y ambiental y carreras similares.	233.900
7	Organismos técnicos y de cooperación internacional que desarrollan actividades geológicas y mineras.	30
8	Asociaciones gremiales del sector minero.	300
9	Peritos Mensuradores.	140
10	Empresas y Profesionales que desarrollan actividades relacionadas con residuos y tratamiento de aguas.	2.650
11	Instituciones públicas a nivel nacional, regional, provincial y comunal.	880
12	Instituciones de Educación Superior	140

b) Organigrama y ubicación en la Estructura del Ministerio



Organigrama y ubicación en la Estructura del Servicio



c) Principales Autoridades

Cargo	Nombre
Director Nacional	Alfonso Domeyko Letelier
Subdirector Nacional de Geología	Alejandro Cecioni Raspi
Subdirector Nacional de Minería	David Montenegro Cabrera
Jefe Departamento Jurídico	José Manuel Correa Grez
Jefe Depto. Planificación y Control de Gestión	Alberto Bengoechea Zabala
Jefe Oficina Comunicaciones y Participación Ciudadana	Carlos Del Solar Eyzaguirre

Cargo	Nombre
Jefe Oficina de Auditoría Interna	Claudia Solís Vargas
Jefe Depto. de Administración y Finanzas	Ricardo Castillo Yanes
Jefa Depto. Gestión y Desarrollo de las Personas	Andrea Astudillo Acuña

Anexo 5: Compromisos de Gobierno 2018 - 2022

Año	Iniciativa	Estado de Avance
	Creación de una plataforma online sistematizada con la información geológica básica de las empresas mineras y el Estado a disposición del público	Terminado
	Evaluar la creación del Servicio Geológico de Chile y de un Servicio Nacional de Minería	Terminado
	Creación normativa especial para la Pequeña Minería en temas de seguridad, revisión de proyectos, planes de cierre y capacitación	Terminado
	Incentivar la exploración minera modernizando la regulación vigente	En Proceso
	Proyecto de Ley larga que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras	En Proceso
	Actualizar el levantamiento de los permisos que requiere un proyecto minero a fin de simplificarlos y eliminar duplicidades de competencias entre servicios	En Proceso
	Proyecto de Ley corta que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras (Boletín N° 12324-08)	Terminado

Anexo 6A: Informe Programas / Instituciones Evaluadas

Anexo 6B: Informe Preliminar de Cumplimiento de los Compromisos de los Programas/Instituciones Evaluadas

No aplica

Anexo 10a: Proyectos de Ley en tramitación en el Congreso Nacional 2018-2021

Boletín: 12324-08

Descripción Modificación a la Ley 20.551 para efectos de introducir las pólizas de seguro como instrumento idóneo para efectos de garantizar los planes de cierre de faenas mineras. Ello concluyó con la dictación de la Ley 21.169

Objetivo Propone un mecanismo que permitirá aliviar la carga financiera que los titulares de proyectos mineros deben asumir con el fin de cumplir con la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, dada la dificultad que ello genera, lo que en algunos casos incluso ha significado no poder llevar adelante su proyecto minero. Se propuso modificar dos disposiciones de la ley N° 20.551: 1) Incorporar las pólizas de garantía a primer requerimiento como instrumentos categoría A.1., cuyos requisitos y condiciones deberán regularse en el respectivo reglamento. 2) La renovación, sustitución o reemplazo de los instrumentos financieros mantenidos en custodia deben ser previamente aprobados por el Servicio Nacional de Geología y Minería (en adelante, el "Servicio"), no bastando ser simplemente informados, como lo establece actualmente la Ley. 3) Ajustar la actualización de proyectos sujetos al régimen transitorio.

Fecha de ingreso:	2018-12-19
Estado de tramitación:	Promulgado y vigente
Beneficiarios directos:	Empresas mineras sujetas al régimen de aplicación general de la Ley

Anexo 10b: Leyes Promulgadas durante 2018-2021

N° Ley: 21.169

Fecha de promulgación:	2019-07-02
------------------------	------------

Fecha de entrada en Vigencia:	2019-07-18
-------------------------------	------------

Materia: MODIFICA LA LEY N° 20.551, QUE REGULA EL CIERRE DE FAENAS E INSTALACIONES MINERAS. Faenas Mineras, Instalaciones Mineras, Industria Minera, Reglamento de Seguridad Minera, Ministerio de Minería, Cierre de Faenas Mineras, Cierre de Instalaciones Mineras

Anexo 11: Premios o Reconocimientos Institucionales 2018-2021

Año 2018:

- El Colegio de Geólogos de Chile otorgó la Medalla al Mérito “Juan Bruggen” al Sr. Anibal Gajardo Cubillos quien reunió los requisitos de (1) Ser miembro de la orden; (2) Estar patrocinado por alguna institución; (3) Ser profesional integral con aportes profesionales en geología y en educación e investigación y (4) Tener calidad humana, integridad y consecuencia profesional y es un modelo para las generaciones futuras.
- En el marco de la campaña “Mujeres que dejan Huella 2018”, organizada por el Mall Alto Las Condes, en conjunto con Comunidad Mujer, Millarca Valenzuela, geóloga del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), del Departamento de Geología Aplicada, y curadora del Repositorio de Meteoritos ubicado en dependencias del Laboratorio y Museo Geológico de la misma institución, fue reconocida junto a otras cinco mujeres que se han destacado en diversos ámbitos de la ciencia, el arte, carreras técnicas y el deporte en nuestro país. El aporte es la dedicación al estudio de rocas extraterrestres (meteoritos) en el desierto de Atacama, se debe que los meteoritos son un material muy preciado para complementar el análisis de la formación planetaria, del origen de la vida y de la constitución química de planeta Tierra.

Año 2020:

- El Consejo Nacional de Seguridad otorgó al Servicio Nacional de Geología y Minería el premio “Rosalino Fuentes Silva” en la categoría “Institución, Jorge Ardiles Galdames” por desarrollar cambios profundos para acercar al cero accidente en la actividad minera y hacer visible el esfuerzo y compromiso en este actuar preventivo, cuyos buenos indicadores de la minería también obedecen al rol formativo y fiscalizador que ejerce el Servicio.