

Informe Final

"ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO NACIONAL DE SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES"

15 de diciembre 2022

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO	6
2	INTRODUCCIÓN	7
3	OBJETIVOS	10
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4	PLAN DE TRABAJO - METODOLOGIA	11
4.1	ACTIVIDAD 1. REUNIÓN DE INICIO Y PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.....	12
4.2	ACTIVIDAD 2. IDENTIFICAR LOS SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SPPC) EXISTENTES EN EL PAÍS.....	12
4.2.1	<i>Recopilar, revisar y sistematizar estudios y/o trabajos que aborden SPPC a nivel nacional, así como de actividades que dejaron de funcionar sin un adecuado plan de cierre.....</i>	<i>12</i>
4.2.2	<i>Definir criterios y/o actividades potencialmente contaminantes que pueden generar SPPC.</i>	<i>14</i>
4.2.3	<i>Identificar los suelos que cumplan las condiciones y/o criterios para ser definidos como SPPC (abandonados, activos e inactivos).....</i>	<i>15</i>
4.2.4	<i>Elaborar base de datos de los suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes</i>	<i>15</i>
4.2.5	<i>Coordinar y ejecutar reuniones con contrapartes regionales y/o servicios públicos regionales</i>	<i>16</i>
4.2.6	<i>Realizar una reunión para presentación de resultados.....</i>	<i>16</i>
4.3	ACTIVIDAD 3. REFERENCIAR GEOGRÁFICAMENTE Y PRIORIZAR PRELIMINARMENTE LOS SUELOS IDENTIFICADOS.....	16
4.3.1	<i>Completar la base de datos obtenida de la actividad 2 con las referencias geográficas de cada SPPC</i>	<i>17</i>
4.3.2	<i>Realizar una priorización preliminar de los suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes, con la información en SIG.....</i>	<i>17</i>
4.3.3	<i>Socializar la priorización realizada y sus resultados con la contraparte técnica y las contrapartes regionales.....</i>	<i>21</i>
4.4	ACTIVIDAD 4: CONFECCIONAR EL CATASTRO NACIONAL DE SPPC Y LOS LISTADOS REGIONALES.....	22
4.4.1	<i>Confeccionar el listado regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes para cada región del país, salvo la región Metropolitana.....</i>	<i>22</i>
4.4.2	<i>Confeccionar el catastro nacional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes.....</i>	<i>22</i>
4.5	ACTIVIDAD 5: CARGAR EL CATASTRO Y LISTADOS REGIONALES EN LA PLATAFORMA INFORMÁTICA DE SPPC.....	22
4.5.1	<i>Cargar el catastro y listados regionales de SPPC en la plataforma informática para la gestión de SPPC.....</i>	<i>22</i>
4.5.2	<i>Realizar una presentación a la contraparte técnica y a las contrapartes regionales de los resultados del estudio.....</i>	<i>23</i>
		2

5	RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES.....	24
5.1	ACTIVIDAD 1. REUNIÓN DE INICIO Y PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO	24
5.2	ACTIVIDAD 2. IDENTIFICAR LOS SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SPPC) EXISTENTES EN EL PAÍS.....	24
5.2.1	<i>Recopilar, revisar y sistematizar estudios y/o trabajos que aborden SPPC a nivel nacional, así como de actividades que dejaron de funcionar sin un adecuado plan de cierre.....</i>	24
5.2.2	<i>Definir criterios y/o actividades potencialmente contaminantes que pueden generar SPPC.</i>	31
5.2.3	<i>Identificar los suelos que cumplan las condiciones y/o criterios para ser definidos como SPPC (abandonados, activos e inactivos).....</i>	46
5.2.4	<i>Elaborar base de datos de los suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes</i>	55
5.2.5	<i>COORDINAR Y EJECUTAR REUNIONES CON CONTRAPARTES REGIONALES Y/O SERVICIOS PÚBLICOS REGIONALES.....</i>	57
5.2.6	<i>REUNIÓN PARA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</i>	58
5.3	ACTIVIDAD 3. REFERENCIAR GEOGRÁFICAMENTE Y PRIORIZAR PRELIMINARMENTE LOS SUELOS IDENTIFICADOS.....	58
5.3.1	<i>Completar la base de datos obtenida de la actividad 2 con las referencias geográficas de cada SPPC</i>	58
5.3.2	<i>Realizar una priorización preliminar de los suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes, con la información en SIG.....</i>	59
5.3.3	<i>Clasificar los SAPPCC de acuerdo a las siguientes prioridades: "alta", "mediana", "moderada", "baja", o "no priorizado".....</i>	59
5.3.4	<i>Socializar la priorización realizada y sus resultados con la contraparte técnica y las contrapartes regionales.....</i>	62
5.4	ACTIVIDAD 4: CONFECCIONAR EL CATASTRO NACIONAL DE SPPC Y LOS LISTADOS REGIONALES	63
5.4.1	<i>Confeccionar el listado regional de suelos con potencial presencia de contaminantes para cada región del país, salvo la región Metropolitana.....</i>	63
5.4.2	<i>Confeccionar el catastro nacional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes.....</i>	63
5.5	ACTIVIDAD 5: CARGAR EL CATASTRO Y LISTADOS REGIONALES EN LA PLATAFORMA INFORMÁTICA DE SPPC.....	66
5.5.1	<i>Cargar el catastro y listados regionales de SAPPCC en la plataforma informática para la gestión de SPPC.....</i>	66
5.5.2	<i>Realizar una presentación a la contraparte técnica y a las contrapartes regionales de los resultados del estudio.....</i>	69
6	CONCLUSIONES.....	70
7	ANEXOS	72
7.1	ANEXO 1. CATASTRO NACIONAL DE SPPC (DIGITAL).....	72
7.2	ANEXO 2. INFORMACIÓN REVISADA NACIONAL.....	72
7.3	ANEXO 3. PROYECTO PRIORIZACIÓN (DIGITAL).....	72
7.4	ANEXO 4. PRODUCTOS REGIONALES (DIGITAL)	72
7.5	ANEXO 5. REUNIONES (DIGITAL)	72

7.6	ANEXO 6. PLANILLA UTILIZADA PARA LA CARGA DE LA PLATAFORMA (DIGITAL).....	72
8	BIBLIOGRAFÍA.....	72

FIGURAS

Figura 1.	Metodología y Plan de Trabajo	11
Figura 2.	Análisis de Operaciones de Vecindad	18
Figura 3.	SAPPC dentro de la cuenca del río Huasco y cercanía a APR	19
Figura 4.	SAPPC dentro de una Reserva Nacional.....	21
Figura 5.	SPPC Identificados en el catastro nacional	47
Figura 6.	Distribución de los SPPC por regiones	47
Figura 7.	Cantidad de SPPC clasificados según las APC.....	48
Figura 8.	Distribución de los SPPC por provincias en macrozona norte	49
Figura 9.	Distribución de los SPPC por provincias en macrozona centro.....	50
Figura 10.	Distribución de los SPPC por provincias en macrozona centro sur.....	50
Figura 11.	Distribución de los SPPC por provincias en macrozona sur	52
Figura 12.	Distribución de los SPPC por provincias en macrozona austral	53
Figura 13.	Distribución de los SPPC según categoría	54
Figura 14.	SPPC categorizados y distribuidos por regiones	55
Figura 15.	SPPC Abandonados (SAPPC).....	56
Figura 16.	Distribución de los SPPC categorizados a nivel nacional	61
Figura 17.	Priorización de SPPC distribuidos en porcentajes.....	61
Figura 18.	SPPC categorizados y distribuidos por regiones	62
Figura 19.	Imágenes de cómo se entrega la información de los SPPC.....	63
Figura 20.	Imágenes de la migración de los SPPC	67

TABLAS

Tabla 1.	Fechas de los entregables	24
Tabla 2.	Estudios revisados de la plataforma de información del mma, regiones XV, I, II, III, IV, V, VI y Nivel Central.....	25
Tabla 3.	Estudios revisados de la plataforma de información del MMA, regiones VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIV, XV	28
Tabla 4.	Tipo de información puesta a disposición en plataforma del MMA	30
Tabla 5.	Listado de Actividades Potencialmente Contaminantes.....	34
Tabla 6.	Análisis de los APC contenidos en anexo 1 de la guía mma y la propuesta de apc	42
Tabla 7.	Nuevas APC incluídas en el listado propuesto por IDEAMBIENTE	46
Tabla 8.	Distribución de los SPPC según Categorías	53

Tabla 9. Reuniones realizadas con las contrapartes regionales	57
Tabla 10. Variables utilizadas para priorización de SPPC.....	59
Tabla 11. SPPC clasificados según sus prioridades	60
Tabla 12. Reuniones realizadas con la contrapartes regionales	69

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al Informe Final del proyecto “Actualización del Catastro Nacional de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, desarrollado por IDEAMBIENTE para el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), de acuerdo a los requerimientos planteados en la licitación de Mercado Público ID: 608897-23-LE22 y en la Resolución Exenta N° 0359 del 12 de abril del 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba las bases administrativas, técnicas y documentos anexos.

El estudio tiene como objetivo principal actualizar el Catastro Nacional y los Listados Regionales de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC) en función de la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, aprobada mediante la Resolución Exenta N°406/2013.

En la primera parte de este informe se revisan, analizan y sistematizan todos los antecedentes puestos a disposición por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), como el Catastro Nacional de SPPC vigente, catastros sectoriales, estudios, informes, instrumentos normativos, oficios, memorándum, respuestas de correos con información de los diferentes sectores, entre otros. Al respecto, se hizo un resumen de toda la información revisada, a través de un consolidado por región, y resumen a nivel nacional, indicándose si esa información aportaba al presente catastro. En el marco de este trabajo, se definieron las Actividades Potencialmente Contaminantes (APC), para lo cual se realizó una comparación con las APC actuales definidas en el Anexo 1 de la Guía Metodológica del MMA. Se entrega un listado con 25 APC.

En forma paralela, y como una forma de robustecer la definición de las APC, se realizaron reuniones con 13 contrapartes regionales de las Seremías del Medio Ambiente, y con dos servicios públicos (SERNAGEMIN y SAG). Con ambas instituciones, y desde su foco de trabajo, se discutió respecto a cómo se abordarían las Actividades Potencialmente Contaminantes, y cuáles sería el enfoque para identificarlas. El involucramiento de las regiones en estas discusiones es relevante, por cuando servirá para su gestión de SPPC en cada región.

Tras la sistematización de la información existente y la posterior identificación de aquellos suelos que cumplían con las condiciones/criterios para ser definidos como suelos con potencial presencia de contaminantes, se generó una base de datos nacional de SPPC, identificándose los suelos abandonados, activos e inactivos.

Las coordenadas geográficas de los SPPC definida en la base de datos, se homogenizaron al sistema geográfico decimal. Esto para disminuir las posibilidades de error, ya que el sistema UTM usa 2 husos

geográficos para Chile (18 y 19), lo que generaba inconsistencias en la ubicación de los SPPC. Para el caso de la carga a la plataforma, se colocan las coordenadas en UTM.

El Catastro Nacional de SPPC finalmente cuenta con 9.261 SPPC, de los cuales 5.210 son SPPC activos, 958 son Inactivos, 2.786 son Abandonados y 307 SPPC aun no son clasificados ya que se debe hacer un trabajo en terreno para identificar su categoría, para lo cual se identificaron como “Sin Información”.

Respecto a su priorización, se priorizaron en base a los siguientes criterios: Población residente a \leq 2 km y Ecosistemas Hídricos utilizados para agua potable (Alta Prioridad); Población residente a $>$ 2 km y $<$ 3 km y Ecosistemas Hídricos para otros usos (Mediana Prioridad); Uso de Suelo: agrícola, recreacional o industrial (Moderada Prioridad); Ecosistemas Sensibles (Baja Prioridad). El resultado final de su priorización es el siguiente:

- 4.796 SPPC Alta Prioridad
- 3.978 SPPC Mediana Prioridad
- 92 Moderada Prioridad
- 41 Baja Prioridad
- 354 No Priorizado.

Como producto final, se entrega un Catastro Nacional de SPPC (en SIG/KMZ), Listado de la Información revisada a nivel nacional y regional, 15 listados regionales, Informes de Diagnósticos regionales y carga de la Plataforma de los 9.261 SPPC.

2 INTRODUCCIÓN

El suelo constituye uno de los medios receptores de la contaminación más sensibles y vulnerables. Desde el año 1992, en la Cumbre de Río, se reconoció la importancia de la protección de los suelos y de sus usos potenciales en el contexto de un desarrollo sostenible, en particular contra la contaminación procedente de acciones o actividades de origen antrópico.

El MMA es la Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como, en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. Así también, se encarga de “proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, como la evaluación del riesgo de productos

químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente”. Estas competencias legales, reconocidas en el artículo 70, letra g, se introducen al MMA con la promulgación de la Ley N° 20.417, que modificó la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, en enero del 2010.

La “Guía metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes” aprobada mediante Resolución Exenta N°406 de fecha 15.05.2013, es el instrumento por el cual actualmente el MMA realiza la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes. La Guía Metodológica considera las siguientes fases consecutivas de implementación:

- **Fase 1:** Identificación, priorización y jerarquización de los Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (en adelante SPPC) a escala regional.
- **Fase 2:** Evaluación preliminar del riesgo sitio-específica (los suelos jerarquizados se estudian detalladamente, de tal forma de evaluar preliminarmente el riesgo de cada uno).
- **Fase 3:** Evaluación del Riesgo y Plan de Acción para su gestión (en caso de que se determine un nivel de riesgo relevante).

En la **Fase 1** se realiza la identificación, priorización y jerarquización de SPPC a escala regional, de manera de determinar los sitios relevantes dónde concentrar los esfuerzos de investigación. En la **Fase 2**, se aborda el estudio de aquellos suelos jerarquizados en la **Fase 1**, donde se efectúa una evaluación preliminar y confirmatoria del riesgo ambiental. Finalmente, la **Fase 3** considera la realización de una evaluación de riesgo, consistente en un estudio más detallado y un plan de acción en caso que se determine un nivel de riesgo no aceptable.

El procedimiento para identificar suelos con potencial presencia de contaminantes en la **Fase 1**, se enfoca en determinar los lugares donde exista o se haya desarrollado alguna actividad productiva definida como potencialmente contaminantes. Lo anterior, se realiza considerando como actividad potencialmente contaminante aquellas que producen, utilizan, manipulan, almacenan o disponen sustancias o elementos que por sus características físico-químicas, biológicas y toxicológicas, produce o puede producir efectos adversos momentáneos o permanentes a la salud humana y al medio ambiente. Entre las actividades, sectores y/o rubros que pudieron derivar en la generación de suelos con potencial presencia de contaminantes se pueden mencionar, por ejemplo, actividades mineras, refinerías de petróleo, fundiciones, termoeléctricas y metalúrgicas, almacenamiento de plaguicidas, industrias manufactureras donde exista manejo de productos potencialmente tóxicos, rellenos y/o vertederos, botaderos clandestinos y confinamiento de residuos industriales, zonas de derrames o accidentes químicos ambientales, almacenamiento transitorio de residuos peligrosos, aserraderos y cepilladura de madera, entre otras.

La **Fase 1** ha sido implementada por las respectivas Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente. En cuanto a la realización de las **Fases 2 y 3**, estas se han implementado por medio de estudios en SPPC específicos y/o mediante el análisis regional de implementación de la Guía metodológica. En el caso de estudios específicos en suelos contaminados se pueden mencionar los siguientes:

- Estudios de suelo en el marco de la Ley de Polimetales de Arica.
- 2011: Investigación Preliminar y Confirmatoria de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC). Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla; Evaluación de sitios contaminados por mercurio. Un caso de estudio: Andacollo; Investigación Preliminar y Confirmatoria de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC). Comuna de Illapel.
- 2012: Evaluación preliminar de riesgos a la salud de la población de la cuenca del estero del cobre asociados con contaminantes ambientales originados por actividad minera, en relación con la exposición hídrica y agroalimentaria.
- 2014: Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes región de Antofagasta; Diagnóstico regional de suelos abandonados, región de Tarapacá; Evaluación y Gestión del Riesgo a la Salud Humana en áreas de los relaves Pabellón y Totoralillo, Comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama.
- 2015: Evaluación y caracterización del polvo negro en la comuna de Huasco e implementación de medidas de mitigación; Diagnóstico y evaluación de potenciales riesgos en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla; Diagnóstico y evaluación de potenciales riesgos en las comunas de Chañaral y Diego de Almagro; Muestreo de Suelos para las comunas de Quintero y Puchuncaví, región de Valparaíso.
- 2016: Estudio de riesgo ambiental tranque de relave Las Palmas, comuna de Penciahue, región del Maule; Identificación de fuentes contaminantes y caracterización de suelos en la comuna de Coronel; Estudio de riesgo ambiental de suelos de la región de La Araucanía: investigación preliminar y análisis confirmatorio; Evaluación confirmatoria sitio específico del riesgo en sectores relacionados con disposición de RSD y asimilables: Vertedero Lepún – (Lago Ranco) y Vertedero Asquee - (Mariquina), región de Los Ríos; Evaluación confirmatoria sitio específica del riesgo en sectores del Volcán Calbuco - región de Los Lagos; Diagnóstico, evaluación de potenciales riesgos y plan de gestión de los sitios de Nantoco, Pabellón y Totoralillo.
- 2017: Evaluación confirmatoria sitio-específico del riesgo ambiental en sitios con potencial presencia de contaminantes; Evaluación confirmatoria sitio-específico del riesgo ambiental en sitios con potencial presencia de contaminantes en la región de Arica y Parinacota.
- 2018: Evaluación confirmatoria sitio-específico del riesgo ambiental en sitios con potencial presencia de contaminantes de la región del Maule; Evaluación del riesgo ambiental en un sitio

de la comuna de Freire y determinación de presencia de contaminantes en sitios con potencial presencia de contaminantes de la región de La Araucanía; Evaluación de potenciales riesgos y plan de gestión de los sitios Llaucavén y Tania de la comuna de Copiapó, en la región de Atacama.

- 2019: Diagnóstico suelos con potencial presencia de contaminantes en las regiones de Biobío y Ñuble; Diagnóstico y muestreo de suelos para la comuna de Huasco, región de Atacama; Diagnóstico de Riesgo ambiental, Región de Antofagasta Componente b) Estudio de Riesgo Ambiental en suelos abandonados.

El Catastro nacional de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC) es la base de la Guía Metodológica, en su implementación se priorizan los suelos que requerirán un estudio posterior y eventualmente una gestión de los riesgos identificados. En este contexto, y considerando el trabajo señalado anteriormente, se hace necesario para efectos de la gestión de suelos, actualizar y validar información existente con el propósito de completar, complementar y/o corregir la Fase I (Identificación, Priorización, Jerarquización de SPPC) y cargar la información en la plataforma informática para la gestión de SPPC.

El presente Informe de Avance corresponde al desarrollo de las 3 primeras actividades de esta consultoría, consistentes en: reunión de inicio; identificación de SPPC existentes y referenciación geográfica y, priorización preliminar de los suelos identificados. Como entregables se incluye: minuta de la reunión de Inicio, base de datos nacional de SPCC y listados regionales spcc (Georreferenciada), y base de datos con los SPCC priorizados.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Actualizar el catastro nacional y los listados regionales de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC) en función de la Guía Metodológica MMA mediante la Resolución Exenta N°406/2013.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

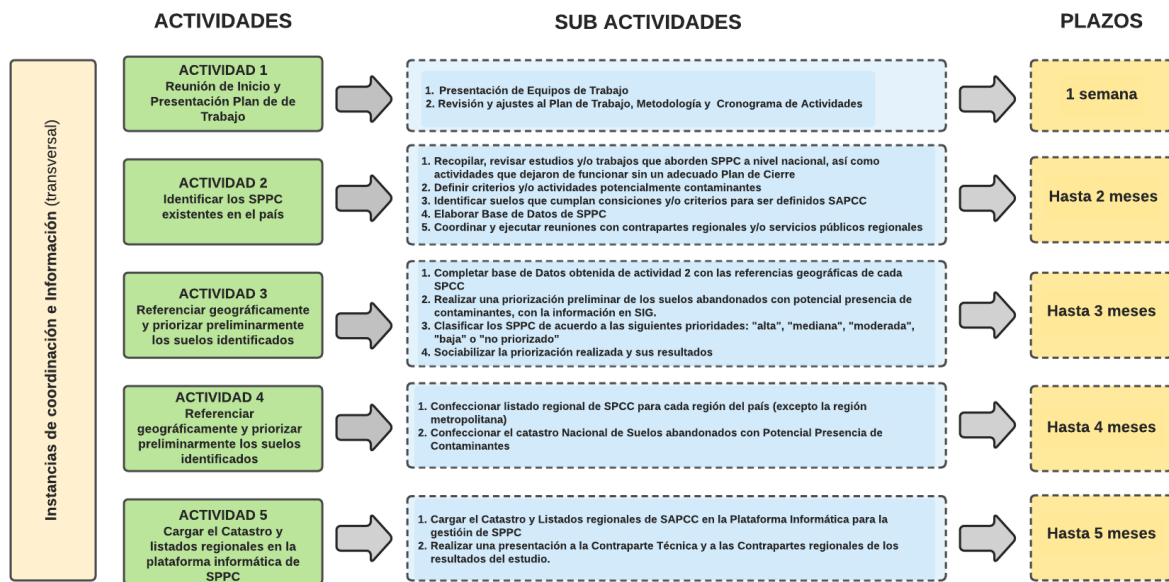
- a) Identificar los suelos con potencial presencia de contaminantes existentes en el país.
- b) Referenciar geográficamente y priorizar preliminarmente los suelos identificados.

- c) Confeccionar el catastro nacional de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC) y los listados regionales.
- d) Cargar el catastro y listados regionales en la "PLATAFORMA WEB SPPC", que el Ministerio del Medio Ambiente tiene disponible.

4 PLAN DE TRABAJO - METODOLOGIA

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados se propone un plan de trabajo constituido por cinco (5) actividades principales, las que se indican en el diagrama a continuación:

FIGURA 1. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO



Para este Informe Final se presenta el desarrollo de las 5 actividades y sus respectivas sub actividades.

A continuación, se describen cada una de las actividades antes indicadas.

4.1 ACTIVIDAD 1. REUNIÓN DE INICIO Y PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

Se coordinó la reunión de inicio de ejecución del proyecto, con la contraparte Técnica del MMA para el día 15 de junio del presente año. En dicha reunión se presentaron los profesionales que forman parte de la contraparte técnica del Ministerio del Medio Ambiente y el equipo de trabajo de IDEAMBIENTE. Asimismo, IDEAMBIENTE presentó el plan de trabajo detallado considerado para llevar a cabo el estudio, la metodología y su respectivo cronograma.

4.2 ACTIVIDAD 2. IDENTIFICAR LOS SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SPPC) EXISTENTES EN EL PAÍS.

Esta actividad está orientada al cumplimiento del objetivo específico a) de la consultoría, y considera las siguientes sub-actividades:

4.2.1 RECOPIRAR, REVISAR Y SISTEMATIZAR ESTUDIOS Y/O TRABAJOS QUE ABORDEN SPPC A NIVEL NACIONAL, ASÍ COMO DE ACTIVIDADES QUE DEJARON DE FUNCIONAR SIN UN ADECUADO PLAN DE CIERRE.

El levantamiento de la información sobre Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC) realizado a nivel regional y nacional, se llevó a cabo ejecutando lo siguiente:

1. Revisión, análisis y sistematización de información y antecedentes entregados tanto por el Ministerio del Medio Ambiente y sus respectivas SEREMIs, los que incluyeron el Catastro Nacional de SPPC levantado hasta este año, estudios mandados tanto por el MMA como por otras instituciones, y respuestas de correos electrónicos u Oficios de las Municipalidades u otros organismos del Estado donde identificaron SPPC.
2. Revisión de otros Catastros sectoriales levantados a nivel nacional.
3. Búsqueda de nuevos SPPC desde otras fuentes de información a nivel nacional.

Respecto al punto 1, se revisó, analizó y sistematizó la información y antecedentes que fueron puestos a disposición por el Ministerio del Medio Ambiente, a través de una plataforma que ellos compartieron. La información detallada y específica mencionada se presenta en el Anexo 2 de este informe.

Es importante mencionar, que algunos documentos presentados estaban en formato pdf, por lo cual la información tuvo que transcribirse y traspasarse a formato excel. Por otro lado, varios SPPC

no contaban con coordenadas geográficas, o las tenían en forma errónea, por lo cual se está consultando con las contrapartes para poder identificar de mejor manera esos SPPC.

Respecto al punto 2, y como una forma de complementar la información levantada en las sub actividades anteriores, y agregar nuevos SPCC, se realizó la revisión de las siguientes bases de datos:

- Mapa Minero Chileno, SONAMI (2022), <https://www.sonami.cl/mapaminero/>
- Base de datos Geoespacial de las Estaciones de Servicio, CNE (2022), solicitada mediante Ley de Transparencia.
- Proyectos ingresados al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que estén aprobados, y asociados a las APC.
- Catastro Minero Online de SERNAGEOMIN (2022), <https://www.sernageomin.cl/catastro-minero/>
- Catastro de Faenas Abandonadas Actualizado a 2019 de SERNAGEOMIN, <https://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>
- Catastro Nacional de Depósitos de Relaves en Chile 2015, SERNAGEOMIN, <https://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>
- Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile, IDE Chile, 2022, <http://www.geoportal.cl/visorgeoportal/>
- Catastro REMA 2020 SPPC_CRP (2020), información disponible en carpeta Nivel central disponible por el MMA para esta consultoría.
- Listado de inmuebles que albergan actividades industriales que podrían generar SPPC, elaborado por Bienes Nacionales (2022), información disponible en carpeta Nivel central disponible por el MMA para esta consultoría.
- Inventario de Sitios con Potencial Presencia de COPs (IDEAMBIENTE, 2017), información disponible en carpeta Nivel central disponible por el MMA para esta consultoría.

Respecto al punto 3, para poder identificar nuevas Actividades Potencialmente Contaminantes, en algunos casos se buscó información en Google y después de identificar las fuentes, sus coordenadas se chequearon a través de Google Earth. Las actividades encontradas a través de esta metodología fueron principalmente los talleres mecánicos. Específicamente, se consultó la página de Las Amarillas EMOL (<https://amarillas.emol.com/talleres-mecanicos>).

Para el caso de otras fuentes que representan actividades potencialmente contaminantes, la información fue recopilada de las siguientes direcciones:

- Plantas de Tratamiento de Aguas servidas: <https://www.ide.cl/index.php/sociedad/item/1750-plantas-de-tratamiento-de-aguas-servidas>.

- Plantas de agua potable, se utilizó información de la base de IDE (Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile: <https://www.ide.cl/index.php/sociedad/item/1750-plantas-de-tratamiento-de-aguas-servidas>), y se complementó con búsquedas por regiones en google.
- Puertos, Cámara Marítima Portuaria de Chile: <https://www.camport.cl/estadisticas/>.

4.2.2 **DEFINIR CRITERIOS Y/O ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES QUE PUEDEN GENERAR SPPC.**

Para poder definir los criterios y/o actividades potencial contaminantes se revisaron algunos enfoques que existen a nivel internacional para determinarlos.

En Chile, las APC están definidas en el Anexo 1 de la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, donde se identifican 104 APC. Al revisar cada una de estas APC, se puede observar que son muy generales y todas están asociadas a los códigos de actividad económica del SII.

De acuerdo a lo revisado, este listado se basó en el Anexo I del Real Decreto 9/20051 de la Comunidad de Madrid, que tiene un enfoque asociado a la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) de España; 101 APC están definidas en este Anexo.

En términos prácticos, uno de los problemas que esto trae, es que el Catastro de suelos podría incluir una lista interminable de actividades, lo que dificulta su gestión, traduciéndose en una pérdida de recursos y problemas de gestión para la autoridad.

Se revisó la legislación de Australia (estado de Queensland)², la cual tiene un enfoque asociado a los tipos de contaminantes de interés relevantes.

De acuerdo a lo anterior, IDEAMBIENTE considera que para guiar la identificación de suelos potencialmente contaminados, en forma más expedita y eficiente, se debe definir una Lista de Actividades Potencialmente Contaminantes, que contenga información asociada a procesos o sub actividades donde se emitan, desprendan o liberen materiales o sustancias peligrosas (por su uso o generación), y puedan generar un riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente.

¹ https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/suelos-contaminados/guia_tecnica_contaminantes_suelo_declaracion_suelos_tcm30-185726.pdf

² <https://www.qld.gov.au/environment/management/environmental/contaminated-land/registers/notifiable-activities>

4.2.3 IDENTIFICAR LOS SUELOS QUE CUMPLAN LAS CONDICIONES Y/O CRITERIOS PARA SER DEFINIDOS COMO SPPC (ABANDONADOS, ACTIVOS E INACTIVOS).

Una vez definido el listado con las APC, y revisada toda la información que el Ministerio del Medio Ambiente dispuso en su plataforma, se desarrolló la base de datos nacional de SPPC donde se definieron los suelos activos, inactivos y abandonados. Asimismo, se generaron los listados regionales de SPPC.

Los criterios que se adoptaron para definir la condición de un SPPC como Activo, Inactivo o Abandonado, se sacaron de la planilla de campos del catastro SPPC, y corresponden a los siguientes:

- **SPPC Activo:** aquel en el cual exista una APC productiva/industrial en operación y exista también un titular definido, responsable de esta, que puede o no ser el propietario del terreno.
- **SPPC Inactivo:** aquel en el que haya existido una APC, cuyo titular está identificado, pero no esté ejecutándose en el momento (pudiendo existir otra actividad no potencialmente contaminante activa).
- **SPPC Abandonado:** aquel en el que se haya desarrollado una APC en el pasado, de la cual no es posible distinguir o individualizar al titular que ejecutó la acción contaminante, independientemente de que sea el propietario del terreno y/o se trate de un privado o del Estado.

Es importante mencionar, que estas definiciones son establecidas en el estudio “Elaboración de propuesta de Instrumento (s) normativo de gestión y descontaminación de suelos contaminados”, finalizado el año 2022, y elaborado por Ensoil para el Ministerio de Medio Ambiente .

4.2.4 ELABORAR BASE DE DATOS DE LOS SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES

Una vez que se concluyeron las actividades de levantamiento y análisis de información, se elaboró la base de datos de los SPPC, que incluye a los SAPCC, los SPPC activos e inactivos. Esta base incluyó los siguientes campos:

- ID SPPC: corresponde al código SPPC correlativo dado al sitio en el catastro nacional
- FID_SPPC: corresponde al código SPPC por región
- Nombre del SPPC
- Región, provincia y comuna
- Coordenadas geográficas del sitio (Este; Norte; Huso y sistema de coordenadas)
- Nombre Empresa o Titular

- Dirección
- Tenencia (Privado o Fiscal)
- Actividades Potencialmente Contaminantes
- Identificación Procesos Industriales Potencialmente Contaminantes
- Potenciales Contaminantes
- Condición del SPPC (Activo, Inactivo o Abandonado, Sin Información)
- Observaciones
- Fuente (nombre de la fuente de información)
- Año_registro (se refiere al año de la fuente de información, del origen de los datos).
- Año cese actividad
- Estado de investigación
- Priorización

Toda la información levantada a partir de esta etapa fue sistematizada en bases de datos regionales y nacionales (archivos formato Excel).

4.2.5 COORDINAR Y EJECUTAR REUNIONES CON CONTRAPARTES REGIONALES Y/O SERVICIOS PÚBLICOS REGIONALES

Se realizaron reuniones con la contraparte técnica de las SEREMIs regionales y/o instituciones sectoriales. Las reuniones se realizaron en forma digital por videoconferencia, en conformidad de las restricciones de distanciamiento físico por la pandemia COVID-19.

4.2.6 REALIZAR UNA REUNIÓN PARA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El día 12 de octubre 2022 se realizó una reunión con las SEREMIs del Medio Ambiente donde se presentaron los resultados parciales de la información recopilada y sistematizada. La reunión se realizó de manera virtual.

4.3 ACTIVIDAD 3. REFERENCIAR GEOGRÁFICAMENTE Y PRIORIZAR PRELIMINARMENTE LOS SUELOS IDENTIFICADOS.

Esta actividad está orientada al cumplimiento del objetivo específico b) de la consultoría. Para su desarrollo, se consideraron las siguientes sub-actividades:

4.3.1 COMPLETAR LA BASE DE DATOS OBTENIDA DE LA ACTIVIDAD 2 CON LAS REFERENCIAS GEOGRÁFICAS DE CADA SPPC

La base de datos obtenida en la Actividad 2, fue completada incorporando y homologando las coordenadas al Sistema Geográfico Decimal, ya que se necesita un solo sistema de coordenadas, y éste es una buena forma de representar masivamente las coordenadas de todas las fuentes del país. En Chile existen dos husos geográficos, en el norte del país y hasta la ciudad de Constitución, se utiliza el huso 19 y desde Constitución (meridiano 72), se utiliza el huso 18. De acuerdo a lo anterior, las coordenadas de un punto podrían quedar mal proyectadas sobre un mapa, al no utilizar el Huso correcto.

Para la carga de los SPPC en la plataforma del Ministerio de Medio Ambiente, se utilizarán las coordenadas en UTM.

4.3.2 REALIZAR UNA PRIORIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES, CON LA INFORMACIÓN EN SIG.

En base a criterios ambientales y demográficos relacionados con el riesgo ambiental, se realizó una priorización de los sitios. Se consideraron cuatro variables relevantes para efectuar el proceso de priorización, de acuerdo a lo señalado por la Guía Metodológica para la gestión de SPPC (MMA, 2013):

- ✓ **POBLACIÓN RESIDENTE:** Es la población humana expuesta a un foco de contaminación en el suelo debido a que reside en él o en sus cercanías, a través de una o más rutas de exposición. Esta variable es la de mayor importancia, y está ponderada por el radio de cobertura de los impactos de un Suelo con Potencial Presencia de Contaminantes.

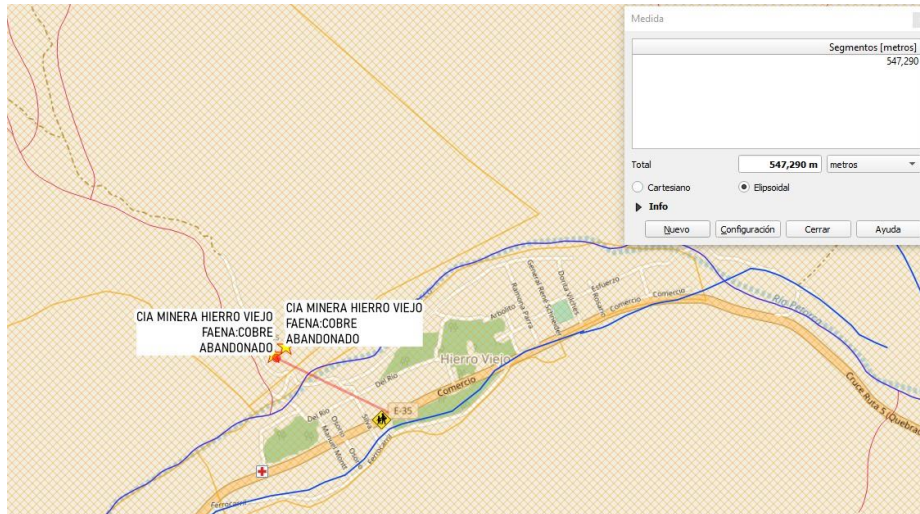
CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN: USO DE SUELO RESIDENCIAL, EN RADIO IGUAL O INFERIOR A 2 KM A PARTIR DEL SUELO EN ESTUDIO, SE CONSIDERARÁ: **ALTA PRIORIDAD**. DESDE 2 A 3 KM: **MEDIANA PRIORIDAD**.

Como base de información, se utilizó el área urbana Consolidada de IDE³. Esta información está actualizada al año 2019, y es entregada por el MINVU. Para identificar las distancias y cercanías, se utilizaron las operaciones de vecindad, que corresponde a un método de análisis de datos en un SIG.

³ Medida física de la extensión urbana de las ciudades del país. La cobertura son las capitales regionales, áreas conurbadas y centros urbanos aledaños (<http://catalogo.geoportal.cl/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7BF955D2EE-D491-482C-86D8-CC0FC0EAF3D6%7D>).

A continuación, se presenta un ejemplo del trabajo realizado, donde dos Faenas abandonas de cobre localizadas en la V región, por estar cercana a la población (≤ 2 km) presentan una **Alta Prioridad**.

FIGURA 2. ANÁLISIS DE OPERACIONES DE VECINDAD



Fuente: elaboración propia

- ✓ **ECOSISTEMAS HÍDRICOS:** Éstos corresponden a las aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales son aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del ser humano y pueden ser corrientes, es decir, que escurren por cauces naturales o artificiales; o detenidas, definidas como aquellas que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, pantanos, charcas, aguadas, ciénagas, estanques o embalses. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran bajo la superficie del terreno en la zona saturada y en contacto directo con el suelo y/o subsuelo.

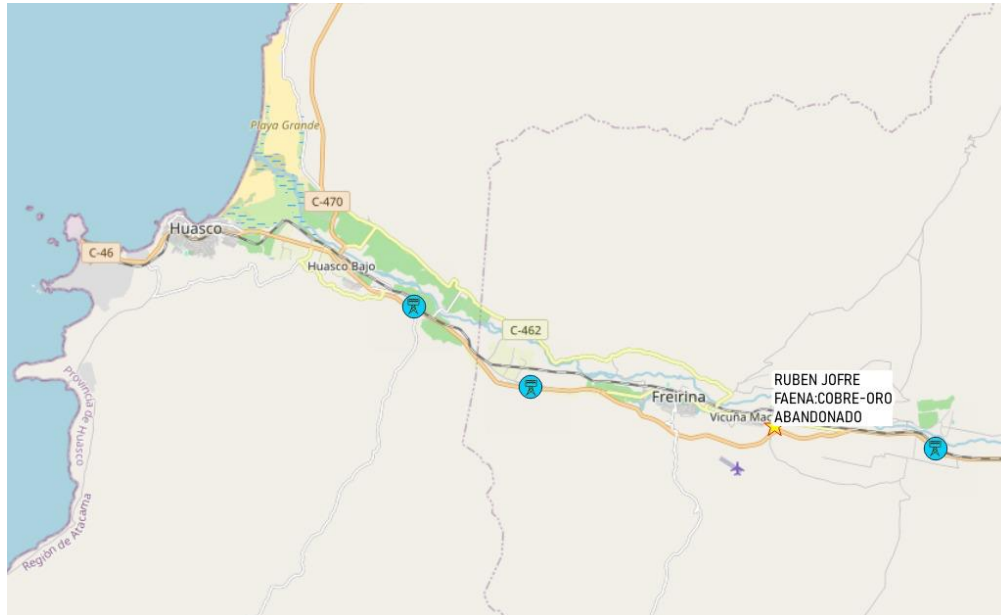
CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN: Si el agua es superficial o subterránea, independiente de la distancia o profundidad, sea una fuente de agua potable para una población: **ALTA PRIORIDAD**. En caso contrario, se asigna una **MEDIANA PRIORIDAD**.

Para analizar esta variable, se utilizó la base de datos de IDE Red Hidrológica actualizada hasta el año 2019⁴. Esta base de datos específicamente se utilizó para identificar todas las aguas superficiales del país. Complementariamente, y para revisar las aguas subterráneas, se utilizó la base de datos de

⁴ <https://www.ide.cl/index.php/s-e-snit/area-de-informacion-y-normas/grupos-de-trabajo/hidrografia>

las Agua Potable Rural, APR de la DGA⁵. A continuación, se presenta un ejemplo de la superposición de las capas de información revisadas, que incluye una Faena de Cobre abandonada cerca de la Cuenca del Río Huasco y cercanía a una APR, la que tendría una **Mediana Prioridad**.

FIGURA 3. SAPPC DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO HUASCO Y CERCANÍA A APR



Fuente: elaboración propia

- ✓ **USO DE SUELO:** Aquella destinación que el ser humano otorga al territorio en el cual se encuentra emplazado. Para efectos de la priorización, esta variable considera tres usos principales: agrícola, recreacional e industrial/comercial. En esta variable no se considera el uso residencial del suelo, debido a que dicho uso es evaluado en la variable población residente.

CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN: El suelo destinado a un uso agrícola, recreacional o industrial tiene asociado una **MODERADA PRIORIDAD**.

Para analizar los distintos usos de suelo identificados: agrícola, recreacional e industrial/comercial, se utilizó la GeoDataBases del Catastro de Bosque Nativo de CONAF, actualizado hasta el año 2021⁶.

⁵ <http://sit.mop.gov.cl/observatorio/Mapa>

⁶ <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/>

A continuación, se presenta un ejemplo de un SPPC que fue categorizado como de **Moderada Prioridad** por corresponder a un sitio localizado en un suelo de uso industrial y a más de 3 kilómetros de la zona residencial.

FIGURA 1. SITUACIÓN DE VERTEDERO Y SITIO LAS SALINAS



Fuente: Elaboración propia

- ✓ **ECOSISTEMAS SENSIBLES O DE ALTA RELEVANCIA:** Aquellos que poseen al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación; áreas protegidas por parte del Estado y/o ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan. Se incluyen los humedales.

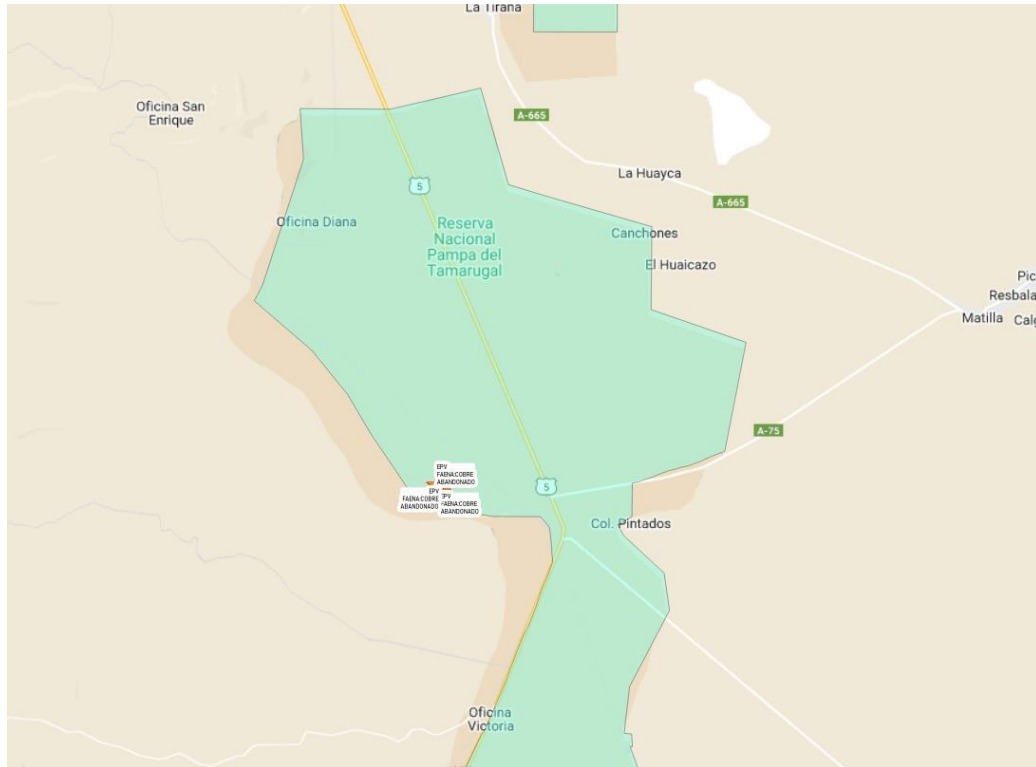
CRITERIOS DE PRIORIZACION: En caso de una posible afectación a los ecosistemas sensibles o de alta relevancia se asigna una **BAJA PRIORIDAD**.

Para analizar esta variable, se utilizó la base de datos del Geoportal SIMBIO del Ministerio de Medio Ambiente, que contiene información de los Humedales⁷, áreas protegidas, ecosistemas terrestre, entre otros.

⁷ <https://arcgis.mma.gob.cl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a79f6b535154991895f2bb2204b83bb&extent=-8007706.1083%2C-4019000.5424%2C-7934326.5611%2C-3982884.0466%2C102100>

A continuación, se presenta un ejemplo de la superposición de diferentes capas, donde se presentan 3 sitios abandonados dentro de la Reserva Nacional de la Pampa del Tamarugal, las cuales tendrían un Prioridad Baja.

FIGURA 4. SAPPC DENTRO DE UNA RESERVA NACIONAL



Fuente: Elaboración propia

En base a la análisis realizado, se actualizó el catastro de SPPC, y se incluyó una columna que indica, para cada SPPC, "Alta Prioridad", "Mediana Prioridad", "Moderada Prioridad", "Baja Prioridad" y "No Priorizado". Esta base de datos se puede revisar en el Anexo 3.

4.3.3 **SOCIALIZAR LA PRIORIZACIÓN REALIZADA Y SUS RESULTADOS CON LA CONTRAPARTE TÉCNICA Y LAS CONTRAPARTES REGIONALES**

Una vez concluidas las actividades anteriores, en reunión sostenida el día 12 de octubre, se socializaron los resultados de la priorización realizada así como sus resultados con la contraparte técnica y las contrapartes regionales. Esta sub actividad tuvo como objetivo revisar y verificar el proceso, así como corregir en base a información o conocimiento regional.

4.4 ACTIVIDAD 4: CONFECCIONAR EL CATASTRO NACIONAL DE SPPC Y LOS LISTADOS REGIONALES

Esta actividad está orientada al cumplimiento del objetivo específico c) de la consultoría. Consiste en la difusión de los resultados del estudio.

4.4.1 CONFECCIONAR EL LISTADO REGIONAL DE SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES PARA CADA REGIÓN DEL PAÍS, SALVO LA REGIÓN METROPOLITANA.

Se elaboraron los listados regionales de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes (SAPPC) para cada región del país, y se colocó una hoja con los SAPPC. La unidad de la división administrativa nacional fue región, provincia y comuna.

Adicionalmente, se elaboró un informe diagnóstico que detalla el proceso y la información analizada para cada región, con una propuesta de selección de SAPPC para continuar la aplicación de la Guía Metodológica.

4.4.2 CONFECCIONAR EL CATASTRO NACIONAL DE SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES.

En base a la información levantada en las actividades y sub actividades precedentes, se elaboró el Catastro Nacional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes. Además, se confeccionó una base de datos geográfica de los SAPPC identificados.

4.5 ACTIVIDAD 5: CARGAR EL CATASTRO Y LISTADOS REGIONALES EN LA PLATAFORMA INFORMÁTICA DE SPPC

Esta actividad está orientada al cumplimiento del objetivo específico d) de la consultoría.

4.5.1 CARGAR EL CATASTRO Y LISTADOS REGIONALES DE SAPPC EN LA PLATAFORMA INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN DE SPPC

El Ministerio de Medio Ambiente entregó acceso a la plataforma, con lo cual el equipo de IDEAMBIENTE, la revisó y evaluó toda la información requerida.

El día 28 de octubre, se realizó una reunión con un representante del departamento de tecnologías de la Información del Ministerio de Medio ambiente, donde se acordó cargar no solo los SAPCC sino todos los SPPC, y en forma masiva.

4.5.2 REALIZAR UNA PRESENTACIÓN A LA CONTRAPARTE TÉCNICA Y A LAS CONTRAPARTES REGIONALES DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO.

Entre los días 15 y 24 de noviembre del presente año, se realizaron reuniones con la contraparte técnica del Nivel Central y de las SEREMIs regionales, con el objetivo de presentar los resultados obtenidos tanto a nivel nacional como en cada región. Las reuniones se realizaron en forma digital por videoconferencia, en conformidad de las restricciones de distanciamiento físico por la pandemia COVID-19.

Adicionalmente, el día 7 de diciembre del presente año, se realizó una presentación general a todas las contrapartes regionales, de los resultados obtenidos en el estudio.

5 RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES

5.1 ACTIVIDAD 1. REUNIÓN DE INICIO Y PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

La reunión de inicio del proyecto, se realizó el día 15 de junio, y participó el equipo de IDEAMBIENTE y la contraparte Técnica del MMA. Se establecieron las siguientes fechas para cada hitos y para cada uno de los entregables:

TABLA 1. FECHAS DE LOS ENTREGABLES

Entregable/Hito	Fecha de Entrega	
Firma de Contrato	10 de junio 2022	
Reunión de Inicio	15 de junio 2022	
Primer Informe	Hasta 3 meses de inicio contrato	12 septiembre 2022
Informe Final	Hasta 5 meses de inicio contrato	10 noviembre 2022

En Anexo 5 se presenta la minuta y la presentación que se realizó en dicha oportunidad.

5.2 ACTIVIDAD 2. IDENTIFICAR LOS SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SPPC) EXISTENTES EN EL PAÍS.

5.2.1 RECOPIRAR, REVISAR Y SISTEMATIZAR ESTUDIOS Y/O TRABAJOS QUE ABORDEN SPPC A NIVEL NACIONAL, ASÍ COMO DE ACTIVIDADES QUE DEJARON DE FUNCIONAR SIN UN ADECUADO PLAN DE CIERRE.

El gran reservorio de información revisada, analizada y sistematizada fue la plataforma de información dispuesta por el MMA, donde se realizó una análisis para cada estudio y listado de SPPC entregados. Asimismo, se revisaron cada una de las respuestas (correos u oficios) enviadas por las diferentes instituciones sectoriales regionales, relacionadas con los diferentes SPPC identificados. En total se revisaron 55 estudios, y para cada uno de ellos, se señalaron sus antecedentes relevantes para el catastro, es decir, si identificaban SPPC o no. Al respecto, se concluye que 36 estudios aportaron información de SPPC en las diferentes regiones. La región que aportó más estudios fue la de Atacama, que presentó 12 estudios.

A continuación, se presenta un resumen de los diferentes estudios analizados por región. En la Tabla 2, se presentan los estudios de las regiones, XV, I, II, III, IV, V y VI, y Nivel Central, y en la Tabla 3, se presentan los estudios de las regiones VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIV y XVI.

Informe Final

Actualización del Catastro Nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

TABLA 2. ESTUDIOS REVISADOS DE LA PLATAFORMA DE INFORMACIÓN DEL MMA, REGIONES XV, I, II, III, IV, V, VI Y NIVEL CENTRAL

Nº	NIVEL CENTRAL	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACA	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O HIGGINS
1	Informe "Inventario nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes Orgánicos Persistentes"	Evaluación Confirmatoria Sitio Específico del Riesgo ambiental en Sitios con Presencia de Contaminantes en la región de Arica y Parinacota	Diagnóstico Evaluación de Riesgo de Suelos Abandonados	Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes	Investigación Preliminar y Confirmatoria de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC).Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla.	Diagnóstico Regional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC)	Informe Evaluación de Exposición Ambiental a Sustancias Potencialmente Contaminantes presentes en el aire, comuna de Concón, Quintero y Puchuncaví	Microbasurales MINVU
2	Informe "Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Chile"	Análisis Evaluación de Riesgos Matrices Copaquilla		Diagnóstico de Riesgo Ambiental Antofagasta	Evaluación y Gestión del Riesgo a la Salud Humana en áreas de los relaves Pabellón y Totoralillo, Comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama	Evaluación de Sitios Contaminados por Mercurio. Un caso de estudio Andacollo	Informe "Metodología de Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes". Aplicación Fase I: Cenizales comuna Quintero y Puchuncaví	
3	Estudio "Elaboración de Lineamientos Estratégicos con miras al desarrollo de Instrumentos Normativos y de Gestión"				Evaluación y Caracterización del polvo negro en la comuna de Huasco e Implementación de Medidas de Mitigación	Compendio de resultado de experimentales. Evaluación de Sitios Contaminados por Mercurio. Un caso de estudio Andacollo	Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes: Evaluación Preliminar Sitio-Específica del Riesgo de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC), Fase II	
4	Estudio "Evaluación Confirmatoria Sitio Específico del Riesgo Ambiental en Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes"				Diagnóstico y evaluación de potenciales riesgos en las comunas de Chañaral y Diego de Almagro	Informe Final Evaluación de Riesgo a la Salud en la comuna de Andacollo	Paper "Remediation of Agricultural Soils with Long-Term Contamination of Arsenic and Copper in Two Chilean Mediterranean Areas"	
5	Paper "Global issues in setting legal limits on soil metal contamination: A case study of Chile"				Diagnóstico, evaluación de potenciales riesgos y plan de gestión de los sitios de Nantoco, Pabellón y Totoralillo	Informe Investigación Preliminar y Confirmación de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC). Comuna de Illapel	Paper "Arsenic concentration in topsoil of central Chile is associated with aberrant methylation of P53 gene in human blood cells: a cross-sectional study"	
6	Paper "Chilean regulations on metal-polluted soils: The need to advance from adapting foreign laws towards developing sovereign legislation"				Diagnóstico y evaluación de potenciales riesgos en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla	Informe Final Evaluación Confirmatoria Sitio Específico del Riesgo Ambiental en Sitios con Potencial	Paper "Trace Element Levels in Native Plant Species around the Industrial Site of Puchuncaví-Ventanas (Central Chile): Evaluation of the Phytoremediation Potential"	

Informe Final

Actualización del Catastro Nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

Nº	NIVEL CENTRAL	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACA	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O HIGGINS
						Presencia de Contaminantes		
7	Paper " Advanced determination of the spatial gradient of human health risk and ecological risk from exposure to As, Cu, Pb, and Zn in soils near the Ventanas Industrial Complex (Puchuncaví,Chile), 2019				Evaluación de Potenciales Riesgos y Plan de Gestión de los Sitios Llaucavén y Tania de la comuna de Copiapó, en la región de Atacama		Paper "Advanced determination of the spatial gradient of human health risk and ecological risk from exposure to As, Cu, Pb, and Zn in soils near the Ventanas Industrial Complex (Puchuncaví, Chile)"	
8					Diagnóstico y Muestreo de Suelos para la comuna de Huasco		Paper "Human Health Risk Assessment from the Consumption of Vegetables Grown near a Copper Smelter in Central Chile".	
9					Informe "Mediciones Radiológicas en Escoriales Zona de Carrizal Alto y Canto del Agua		Paper "Spatial distribution, sources, and risk assessment of major ions ad trace elements in rainwater at Puchuncaví Valley, Chile: The impact of industrial activities"	
10					Evaluación del Suelo con Potencial presencia de contaminantes del Campamento Nueva esperanza de la comuna de Copiapó		Paper "Soil and indoor dust as environmental media of human exposure to As, Cd, Cu, and Pb near a copper smelter in central Chile".	
11					Determinación de Potencial Suelo Contaminado Relave Papapietro		Paper "Mercury and methylmercury levels in soils associated with coal-fired power plants in central-northern Chile".	

Informe Final

Actualización del Catastro Nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

Nº	NIVEL CENTRAL	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACA	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O HIGGINS
12					Análisis de Intervención de relaves urbanos en Copiapó		Informe Final Proyecto Identificación de Sitios Contaminados: Caso Piloto Quinta Región	
13							Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FM/P)	
14							Informe Final Elaboración de un Catastro y Mapa de Riesgos de la Industria Química	
15							Continuación del Catastro Nacional de Instalaciones que Almacenan, Usan y/o Producen Sustancias Químicas Peligrosas: Hacia una Herramienta de Evaluación de Peligros Químicos	
16							Paper denominado "Global issues in setting legal limits on soil metal contamination: A case study of Chile"	
17							Paper denominado "Chilean regulations on metal-polluted soils: The need to advance from adapting foreign laws towards developing sovereign legislation" (desde capeta del nivel central)	
18							Informe Final Muestreo de suelos para las comunas de Quintero y Puchuncaví, Región de Valparaíso	
19							Informe Final Evaluación Confirmatoria Sitio Específico del Riesgo Ambiental en Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes	
TOTAL	7	2	1	2	12	6	19	1

TABLA 3. ESTUDIOS REVISADOS DE LA PLATAFORMA DE INFORMACIÓN DEL MMA, REGIONES VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIV, XV

Nº	MAULE	BIO BIO	ÑUBLE	ARAUCANÍA	LOS LAGOS	LOS RÍOS	AYSEN	MAGALLANES
1	Informe "Evaluación Confirmatoria Sitio-Específico del Riesgo ambiental en Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes de la región del Maule"	"Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región del Biobío y en la región de Ñuble"	"Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región del Biobío y en la región de Ñuble"	Informe "Estudio de Riesgo Ambiental de suelos de la región de la Araucanía: Investigación preliminar y análisis confirmatorio".	Informe Final: Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes	"Evaluación confirmatoria sitio específico del riesgo en sectores relacionados con disposición de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y asimilables: Vertedero Lepún (Lago Ranco) y Vertedero Asquee (Mariquina), región de Los Ríos"		Catastro de Depósitos de Relaves Depósitos de relaves Activos y No Activos
2	Informe "Estudio de Riesgo Ambiental Tranque de Relaves Las Palmas, comuna de Péncahue, región del Maule"	Informe Final Identificación de Fuentes Contaminantes y Caracterización de Suelos en la Comuna de Coronel		Informe "Estudio de Riesgo Ambiental en un sitio de la comuna de Freire y determinación de presencia de contaminantes en sitios con potencial presencia de contaminantes, de la región de la Araucanía".	Informe Final "Evaluación Confirmatoria sitio específica del riesgo en sectores del Volcán Calbuco, región de Los Lagos".			Catastro de faenas mineras abandonadas o paralizadas Análisis preliminar de riesgo
3								Informe "Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes"

Informe Final

Actualización del Catastro Nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

TOTAL	2	2	1	2	2	1	0	3
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

El detalle de cada uno de los Informes y estudios, así como de toda la información revisada en la Plataforma del MMA a nivel nacional se puede revisar en el Anexo 2. Específicamente, respecto a los informes y estudios, se presenta una planilla Excel que incluye lo siguiente:

1. Una hoja con el resumen de todos los estudios por región
2. Una hoja por cada región donde se especifican los estudios analizados, sus años, y su aporte al catastro de SPPC.

A continuación, en Tabla 4 se presenta un resumen de los estudios, listados de información analizados, así como de las respuestas de SPPC enviadas por cada una de las instituciones regionales.

TABLA 4. TIPO DE INFORMACIÓN PUESTA A DISPOSICIÓN EN PLATAFORMA DEL MMA

REGIÓN	ANTECEDENTES		
	Estudios	Listados de SPPC	Respuesta de servicios regionales (oficios, Memorándum, e mail, etc.).
Nivel Central	7	8	8
Arica y Parinacota	2	6	15
Tarapacá	1	5	3
Antofagasta	2	4	5
Atacama	12	2	12
Coquimbo	6	12	20
Valparaíso	19	14	11
O'Higgins	1	11	13
Maule	2	10	15
Biobío	2	20	1
Ñuble	1	11	15
Araucanía	2	12	17
Los Lagos	2	10	3
Los Ríos	1	5	8
Aysén	0	2	5
Magallanes	3	3	6
TOTAL	63	135	159

Fuente: elaboración propia

Es importante mencionar, que el detalle de los listados y respuesta de los servicios regionales enviados respecto a los SPPC, se presenta en el Anexo 4 ordenadas para cada región. Tanto para los Listados como para las respuestas, se presenta una planilla Excel (para cada uno) que incluye lo siguiente:

1. Una hoja con el resumen de todos los listados y respuestas por región
2. Una hoja por cada región donde se especifican los listados y respuestas, sus años, y su aporte al catastro de SPPC.

Respecto a los listados existentes en la plataforma del MMA y que entregan información para agregar más SPPC, son 104 que corresponden al 66% del total, y respecto a las respuestas de los diferentes servicios, 156 entregaron información SPPC, es decir un 99% del total.

Como una forma de complementar la información levantada en las sub actividades anteriores, y agregar nuevos SPCC, se realizó la revisión de las siguientes bases de datos:

- Mapa Minero Chileno, SONAMI (2022), <https://www.sonami.cl/mapaminero/>
- Base de datos Geoespacial de las Estaciones de Servicio, CNE (2022), solicitada mediante Ley de Transparencia.
- Proyectos ingresados al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que están aprobados, y asociados a las APC.
- Catastro Minero Online de SERNAGEOMIN (2022), <https://www.sernageomin.cl/catastro-minero/>
- Catastro de Faenas Abandonadas Actualizado a 2019, <https://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>
- Catastro Depósito de Relave en Chile 2015, <https://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>
- Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile, IDE Chile, 2022, <http://www.geoportal.cl/visorgeoportal/>
- Catastro REMA 2020 SPCC_CRP (2020)
- Minería Abierta Mapas (faenas), <https://www.mineriaabierta.cl/mapa/es>

Por último, se revisaron las siguientes páginas web:

- Talleres Mecánicos: <https://amarillas.emol.com/talleres-mecanicos>
- Plantas de Tratamiento de Aguas servidas: <https://www.ide.cl/index.php/sociedad/item/1750-plantas-de-tratamiento-de-aguas-servidas>.
- Plantas de agua potable, se utilizó información de la base de IDE (Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile: <https://www.ide.cl/index.php/sociedad/item/1750-plantas-de-tratamiento-de-aguas-servidas>), y se complementó con búsquedas por regiones en google.
- Puertos, Cámara Marítima Portuaria de Chile: <https://www.camport.cl/estadisticas/>.
- Google y Google Earth

5.2.2 DEFINIR CRITERIOS Y/O ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES QUE PUEDEN GENERAR SPCC.

Los suelos contaminados se generan por diversas actividades industriales, comerciales o agropecuarias, denominadas Actividades Potencialmente Contaminantes del suelo (APC).

En el caso de las actividades que actualmente están en operación (activas), existe la posibilidad de prevenir la generación de suelos contaminados, como por ejemplo si el responsable declara anualmente los insumos, sustancias peligrosas y procesos que desarrolla. En esta misma situación, si se genera un accidente consistente en derrames o desprendimientos de material peligroso, el responsable (empresa), conforme al marco normativo nacional podrá actuar rápido para caracterizar y contener la situación de riesgo.

El problema es cuando no existe un responsable identificado, como por ejemplo en el caso de los sitios abandonados, donde el Estado debe asumir la responsabilidad de caracterizar el sitio y muchas veces remediarlo. En Chile esta situación es complicada, debido a que no existe un ítem presupuestario específico para esos fines, y solo depende de la priorización que cada gobierno le de al tema. De acuerdo a esto, es relevante definir y acotar el listado de las APC existentes en el país, de manera de poder orientar de forma más efectiva y eficiente los recursos.

En Chile, las APC están definidas en el Anexo 1 de la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, donde se identifican 104 APC. Estas APC, son muy generales y todas están asociadas a los Códigos de Actividad Económica del SII. No especifican los procesos o sub actividades que podrían estar generando condiciones para una potencial contaminación, con lo cual es difícil discernir si el sitio representa realmente un SPPC.

De acuerdo a lo revisado, este listado se basó en el Anexo I del Real Decreto 9/2005⁸ de la Comunidad de Madrid, que tiene un enfoque asociado a la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) de España.

Se revisó la legislación de Australia (estado de Queensland)⁹, la cual tiene un enfoque asociado a los tipos de contaminantes de interés relevantes. Para el caso de Chile este enfoque no es muy apropiado debido a que las APC generan diversos contaminantes y su clasificación sería demasiado engorrosa, ya que se mezclarían actividades con orígenes muy diferentes.

En términos prácticos, uno de los problemas que esto trae, es que el Catastro de suelos podría incluir una lista interminable de actividades, lo que dificultaría su gestión, traduciéndose en una pérdida de recursos y problemas de gestión para la autoridad. Asimismo, existen varias actividades que en la actualidad no se realizan en Chile, por lo cual es relevante orientar la definición a las actividades que se realizan y son de interés en el país.

⁸ https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/suelos-contaminados/guia_tecnica_contaminantes_suelo_declaracion_suelos_tcm30-185726.pdf

⁹ <https://www.qld.gov.au/environment/management/environmental/contaminated-land/registers/notifiable-activities>

En el marco de este estudio, se definieron 25 APC, las que agruparon a diferentes actividades comerciales, procesos/instalaciones y operaciones. Esta lógica, entrega además indicaciones de los tipos de contaminantes que pudiesen estar presentes. En términos específicos, para ordenar este proceso se clasificaron varios códigos de actividades económicas del SII dentro de una APC según correspondiese.

A continuación, en Tabla 5 se presenta una propuesta con un listado de Actividades Potencialmente Contaminantes, denominadas APC :

TABLA 5. LISTADO DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
1	Industria de Cemento (portland, siderúrgicos, y puzolánicos), Hormigón, Asfalto y fibrocemento	Fabricación de Cemento-Clinkerización	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustible - Desprendimientos de combustibles sólidos que pueden contener: Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Ti, Tl, V y Zn - Desprendimiento de cenizas volantes y escorias desde los acopios - Vertido de sustancias peligrosas desde lugar de almacenamiento - Manejo inadecuado de residuos peligrosos y no peligrosos
		Cocineración	<ul style="list-style-type: none"> - Vertido de cenizas con contenido de: partículas finas de aluminosilicatos, metales solubles (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ge, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Th, U, V y Zn), dioxinas - Vertido de escorias de acero con contenido de: Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Se, V y Zn), SO₄⁻², F-, dioxinas - Vertido de escorias de altos hornos con contenido de: As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Tl, Zn, dioxinas - Vertidos de desechos de neumáticos que contienen: Cr, Ni, Pb, Cd, Tl, estireno, benceno, tolueno.
		Fabricación de hormigón, asfalto y fibrocemento	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustible - Desprendimientos de combustibles sólidos que pueden contener: Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Ti, Tl, V y Zn
2	Reciclaje de Baterías de plomo-ácido e industriales	Fundición y refinado	<ul style="list-style-type: none"> - Condensación de los vapores - EPP contaminados desparramados - Vertido de sustancias desde lugar de almacenamiento - Desprendimiento de plomo y otros metales pesados: Hg, Cd, Ni, Li, Mn, Pb, Zn - Vertido de sustancias químicas: hidróxido de sodio, sulfato de sodio, carbonato cálcico - Derrame de electrolito (ácido sulfúrico)
3	Reciclaje de residuos electrónicos y pilas	Desmontaje y trituración	<ul style="list-style-type: none"> - Vertido de sustancias químicas y componentes contaminantes con: aceites, mercurio, amianto, plásticos con PBB o PBBE, sustancias radioactivas, pilas, tubos de rayos catódicos, Condensadores con PCBs. - Desprendimiento de partes que contengan: Cd, Pb, derivados de bromados, cromo hexavalente, baterías de plomo, salinas o alcalinas - Derrame de electrolito - Mala permeabilidad de los lugares de almacenamiento, provocando presencia de metales pesados tóxicos como son el plomo y arsénico, entre otros contaminantes.
		Depósito de residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Vertido de residuos (AZA, 2019) con sustancias peligrosas como: plomo (placas de circuito o de tubos de rayos catódicos), mercurio en pantallas de cristal líquido, cadmio, cromo, materiales ignífugos bromados o bifenilos policlorados, entre otros.
4	Reciclaje y valorización de Residuos	Reciclaje de Aceites Usados de motores	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de sustancias peligrosas: hidrocarburos, insumos - Desprendimiento de residuos peligrosos
		Procesos químicos como: Pirólisis, Gasificación, otros	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de aceites pirolíticos, metales pesados

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
		Reciclaje de partes de autos-desarmaduría (autos y chatarras)	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de fluidos: liquido de frenos, liquido anticongelante, aceite de motor, aceite de caja, etc. - Los principales contaminantes son: Dioxinas y Furanos, fenoles, PCBs, HCT - Elementos y compuestos inorgánicos (metales)
		Otra valorización o reciclaje que implique sustancias químicas en sus acciones y/o proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de sustancias químicas peligrosas, insumos etc.
		Reciclaje de Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> - Desprendimiento de residuos peligrosos
5	Formulación o fabricación de productos químicos	Producción de productos orgánicos básicos: materias primas para plásticos, resinas, cauchos sintéticos y fibras sintéticas, disolventes y materias primas de detergentes, colorantes y pigmentos; Producción de fertilizantes y plaguicidas (incluidos herbicidas, fungicidas e insecticidas); Producción de Plásticos, resinas, cauchos sintéticos, fibras sintéticas y celulósicas; y Productos farmacéuticos (fármacos y medicamentos); y Producción de jabones, detergentes, productos limpiadores, perfumes, cosméticos y otros productos de perfumería	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de aceites y combustibles de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas - Generación de residuos peligrosos
		Producción de pinturas, barnices y lacas	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de aceites y combustibles de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas (fungidas, bactericidas, compuestos orgánicos de mercurio, metales pesados). - Derrames de pigmentos y pinturas - Generación de residuos peligrosos
		Producción de productos químicos como líquidos para abrillantar, explosivos, adhesivos, tintas, películas fotográficas y productos para revelado	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de aceites y combustibles de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas (amoniaco, ácido nítrico) - Generación de residuos peligrosos - Derrames de ácido nítrico
6	Sitios de maniobras militares o campos de tiro	Almacenamiento y uso de sustancias peligrosas	<ul style="list-style-type: none"> - Vertimiento de sustancias peligrosas asociadas a explosivos como, por ejemplo: hexahidro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazina (RDX) y el 2,4,6-trinitrotolueno (TNT), plomo u otros metales pesados.
7	Disposición de Residuos Sólidos	Relleño Sanitario	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de gases como (metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂), así como compuestos orgánicos no metanogénicos - Elementos y compuestos inorgánicos
		Vertederos	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de Lixiviación y/o percolados con alta carga de materia orgánica y elementos químicos con características peligrosas - Derrames de sustancias peligrosas

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
			<ul style="list-style-type: none"> - Generación de gases como (metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂), así como compuestos orgánicos no metanogénicos - Elementos y compuestos inorgánicos
		Basural (sobre terrenos de 1.000 m ²)	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de Lixiviación y/o percolados con alta carga de materia orgánica y elementos químicos con características peligrosas - Derrames de sustancias peligrosas - Generación de gases como (metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂), así como compuestos orgánicos no metanogénicos - Elementos y compuestos inorgánicos
8	Desarrollo Minero de Petróleo y Gas	Exploración y extracción de petróleo	<ul style="list-style-type: none"> - Fosas de combustibles abiertas - Vertimiento de lodos con contenido de hidrocarburos - Derrames de sustancias químicas como: biocidas, compuestos orgánicos nitrogenados, fosfanatos, ésteres fosfatados, antiemulsificantes y antiemulsificantes - Vertimiento de residuos peligrosos por mal mantenimiento mecánico e industrial: skimmer de petróleo, aceites lubricantes, grasas, solventes, agentes desengrasantes, baterías plomo-acido chatarra y envases vacíos de pinturas.
		Depósitos de almacenamiento de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustibles en el transporte y estanques de almacenamiento
		Procesos de almacenamiento y refino en Refinerías	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustibles desde los estacos de almacenamiento - Derrames de lodos del proceso de decantación con contenido de metales pesados, hidrocarburos y sales inorgánicas - Vertimiento de aguas residuales salobre con contenidos de cloruros, sulfuros, bicarbonatos, amoníaco, hidrocarburos, fenoles y sólidos en suspensión, hidrocarburos aromáticos policíclicos, materia disuelta, sólidos en suspensión, fenoles, amoníaco, sulfuros, metales pesados. - Derrames de material de la etapa de neutralización, con contenido de cobalto, molibdeno, níquel, entre otros
		Pacios de estanques con capacidad sobre 1,1 m ³	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames desde estacos superficiales y subterráneos
		Transporte de Petróleo y sus derivados	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames en oleoductos o camiones
9	Industria Forestal	Industria de la Celulosa y/o el Papel	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de sustancias peligrosas desde el sector de lavado y descortezado de la madera, condensación de digestores y evaporadores, filtrado de lavadores de plantas de blanqueo: trementina, dióxido de cloro, peróxido de cloro, agua mezclada con esa sustancia, espumantes, entre otros Depósitos de residuos de celulosa - Derrames de fibras y licores - Vertimiento de cenizas desde las calderas, cuyos principales contaminantes pueden ser dioxinas y furanos y metales.

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
		Aserraderos y remanufacturas de madera	<ul style="list-style-type: none"> - Mala gestión en los almacenamiento de residuos peligrosos: residuos sólidos impregnados con agentes químicos (biocidas o preservantes); los principales contaminantes pueden ser: dioxinas y furanos, y CCA (copper/chromium/arsenate). - Desplazamiento del material desde depósitos de escorias y cenizas de caldera. - Desplazamiento del material desde depósitos de cortezas, aserrín y despuntes. - Vertidos (derrames) de solución con agentes químicos en el sector de baños antimanchas: sales de cobre, cromo, arsénico y pentaclorofenato de sodio - Colapso de los sistemas de riego de la cancha por factores climáticos, envases vacíos. - Derrames desde los estanques del sector anti mancha e Impregnación - Derrames desde los estanques de combustibles
		Elaboración de Tableros	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de CH₂O (formaldehído)
10	Estaciones de Servicio de Combustibles	Estanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames desde los estanques subterráneos y superficiales
		Cambio de combustibles y aceites	<ul style="list-style-type: none"> - Vertido de combustibles y residuos peligrosos
11	Talleres Mecánicos	Cambios de piezas y combustibles	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de productos peligrosos
12	Industria de la Curtiembre	Preparación, curtido y teñido de pieles de peletería	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames desde el almacenamiento de sustancias peligrosas: solventes orgánicos, sulfuros, amoníaco, biocidas, sales de cromo, compuestos nitrogenados, - Derrames desde el almacenamiento de residuos peligrosos: con contenidos de restos salados, residuos sin curtir con colágenos y grasas, residuos de sulfuros que pueden generar gases sulfhídricos, residuos de cuero con contenido de cromo en forma de polvos y virutas. - Principales contaminantes: COV, fenoles formaldehído, TPH
13	Fabricación de Muebles a nivel industrial	Acabado, pintado y barnizado	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de residuos peligrosos: solventes, aceites usados, productos de limpieza, barnices, pegamentos y tintes
		Stockpile concentrado de cobre	<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento del material desde depósito
		Stockpile de sustancias sólidas peligrosas	<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento del material desde depósito
		Almacenamiento de Combustibles	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustibles
14	Puertos	Estaciones de Combustible	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustibles
		Almacenamiento de sustancias peligrosas líquidas (por ejemplo ácido sulfúrico)	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de sustancias peligrosas
		Operaciones de trasvasije de hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de hidrocarburos
		Prospección Minera	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de fluidos de perforación - Pérdida de lodo de perforación de pozos - Desborde la piscina de lodos
15	Extracción y Procesamiento de Mineral cobre, plata, molibdeno y oro	Explotación de Yacimiento mediante Método Subterráneo y Método a Cielo Abierto	<ul style="list-style-type: none"> - Contingencias relacionadas con el manejo del almacén de explosivos, transporte y uso de explosivos en las acciones de tronaduras. - Derrame de aceites y combustibles de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas. - Inundación - Rotura de tanques de almacenamiento de combustible en niveles subterráneos

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
			- Generación de drenajes mineros
		Chancado de Material	- Contingencias de desprendimiento de material
		Concentración de Minerales de Cobre mediante método de flotación	- Derrame de sólidos y líquidos en el galpón. - Rebalse de la piscina de almacenamiento de fluidos.
		Transporte, acondicionamiento y disposición de relaves	- Derrames de relaves desde el relaveducto
		Lixiviación y recuperación de cobre	- Derrames en la unidad de aglomeración - Rotura o daño de la impermeabilización dl terreno de la unidad de lixiviación - Derrame de soluciones en la unidad de extracción por solvente - Derrame de soluciones en la unidad de extracción - Desprendimiento de ripios en el botadero
		Lixiviación y recuperación de oro-plata	- Infiltración de soluciones cianuradas en el suelo en la unidad de lixiviación en pilas - Desprendimiento de material en pilas de lixiviación - Filtraciones o derrames de soluciones cianuradas desde piscinas de almacenamiento durante el proceso de lixiviación - Desprendimiento de ripios en el botadero - Derrame de soluciones mineralizadas en la unidad de Merrill Crowe - Derrame de soluciones mineralizadas en la unidad de absorción con carbón activado
		Stockpile abiertos	- Desprendimiento de material
	Fundición de Cobre	- Generación de residuos peligrosos: arena usada, polvos, lodos, envases contaminados con productos químicos, escoria, entre otros. - Depósitos o botaderos de escorias de fundición	
16	Disposición de Residuos Mineros Masivos	Relaves	- Elementos y compuestos químicos inorgánicos y quizás presencia de en concentraciones traza de compuestos orgánicos (usados en la flotación) - Filtraciones de agua desde el depósito o cubeta - Rebase de aguas claras desde la cubeta - Filtraciones de agua desde piscinas colectoras - Ascenso del agua por encima del nivel freático - Licuación del suelo del depósito o cubeta - Generación de drenajes mineros
		Botaderos de estériles, marinas o minerales de baja ley	- Generación de drenajes mineros - Desplazamiento del material depositado en el botadero - Elementos y compuestos químicos inorgánicos
		Botadero de ripios de lixiviación	- Generación de drenajes mineros (principalmente de tipo ácido, por presencia de ácido sulfúrico) - Desprendimiento de ripios en el botadero - Elementos y compuestos químicos inorgánicos
		Botadero de escorias de fundición	- Elementos y compuestos químicos inorgánicos

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
			- Potencial generación de drenajes mineros
17	Extracción y Procesamiento de Mineral de Hierro y Acero	Producción de Coque de Carbón (Coquificación)	- Desprendimiento de material con contenido de alquitrán mineral, aceites livianos crudos (con contenido de benceno, tolueno, xileno), amoníaco, naftaleno - Desprendimiento de material desde los acopios de combustibles sólidos
		Preparación del mineral (p.ej., sintetizar y formar pelotillas)	- Desprendimiento de residuos peligrosos
		Producción de hierro y acero	- Desprendimiento de escorias desde el depósito - Desprendimiento de material sólido pequeño y peligroso que contienen fenoles, cresoles, amoníaco, compuestos de arsénico y sulfuros - Desprendimiento de concentrados de mineral en suelo, por transporte de ferrocarril o barcos - Los principales contaminantes son: Dioxinas y Furanos, fenoles, PCBs, HCT, metales pesados
		Fundición, laminación y acabado	- Vertimiento desde el almacenamiento de aceites y lubricantes - Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos ácidos, alcalinos y solventes
		Fabricación de productos metálicos diversos	- Vertimiento desde el almacenamiento de aceites y lubricantes - Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos ácidos, alcalinos y solventes
18	Extracción y Procesamiento de Mineral de Carbón	Extracción Subterránea y Superficial	- Desprendimiento de cenizas y escorias desde el depósito de almacenamiento, las cuales contienen metales pesados tóxicos (Zn, Cd, Pb, Mn, otros) - Generación de drenaje ácido - Infiltración de efluentes - Lixiviación del material estéril
19	Extracción y Procesamiento de Mineral de Plomo	Extracción Subterránea	- Desprendimiento de material contaminado desde escombreras, con bismuto, arsénico, cadmio, cobre, plata, oro y zinc
		Producción primaria y refinación	- Desprendimiento de material contaminado con metales pesados y xantatos
20	Minería no metálica	Procesamiento de Yodo y sus derivados	- Derrame de productos insumos y productos químicos - Contaminación planta de lixiviación
		Procesamiento de diatomita, ácido bórico	- Derrame de productos insumos y productos químicos
		Procesamiento de Litio, Nitrato, Potasio	- Derrame de productos insumos y productos químicos
		Extracción y procesamiento de azufre	- Derrames de azufre - Drenajes ácidos - Gases de azufre (SO ₂ , H ₂ S)
		Extracción y procesamiento de Minerales silíceos	- Derrame de productos insumos y productos químicos
		Extracción de zeolitas	- Derrame de productos insumos y productos químicos
21	Generación de Energía Eléctrica > 3MW	Reservas Geotérmicas	- Derrames de lodos de perforación y fluidos geotérmicos - Ruptura de ductos de transporte de fluidos térmicos - Fugas de ácido sulfúrico - Filtraciones o fallas en piscinas y sus sistemas de transporte

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
			<ul style="list-style-type: none"> - Derrames o fugas de combustibles o aceites lubricantes - Derrames de los aceites dieléctricos de los transformadores
		Generación por biomasa o biogás	<ul style="list-style-type: none"> - Desprendimiento de cenizas desde el lugar de almacenamiento - Derrames de combustibles (para hacer partir la caldera y del electrógeno) - Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos - Derrames de los aceites dieléctricos de los transformadores - Vertimientos o derrames (efluentes) desde Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
		Central termoeléctrica	<ul style="list-style-type: none"> - Stockpile descubiertos de combustibles sólidos - Estanques de combustibles líquidos y gaseosos - Derrames de los aceites dieléctricos de los transformadores
		Otros generadores	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de combustibles
22	Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves	Mantenimiento de ferrocarriles, metro	<ul style="list-style-type: none"> - Vertimiento de sustancias peligrosas - Liberación de Contaminantes como: COV, elementos y compuestos inorgánicos como metales pesados, TPH, PCBs, fenoles. - Aceites y lubricantes
		Astilleros	
		Centros de Mantenimiento de aeronaves	
23	Tratamiento y revestimiento de metales	Proceso de Galvanoplastia	<ul style="list-style-type: none"> - Vertidos de productos químicos como hidrocarburos clorados y álcalis fuertes, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, fluorhídrico, fosfórico, crómico, nítrico - Vertidos de Riles con contenido de níquel, cromo o estaño - Derrame de aceite utilizado en la etapa de aceitado
24	Mal manejo de Sustancias Peligrosas	Plantas de Tratamiento de Agua residuales y servidas	<ul style="list-style-type: none"> - Vertidos o derrames de sustancias químicas utilizadas para clorar el agua, o para abatir metales pesados como arsénico. - La disposición de lodos en el mismo establecimiento, puede generar que algunos contaminantes queden disponibles en el suelo
		Industrias con Estanques de Almacenamiento de Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> - Vertidos o derrames de combustibles
		Accidente de transporte que abarque un área >300 m ² y que no se hayan implementado medidas de limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Vertidos o derrames de materiales peligrosos
25	Otra actividad contaminante con evidencia directa de contaminación en suelo	Almacenamiento de material asbesto	<ul style="list-style-type: none"> - Material con asbesto almacenando en forma inadecuada
		Almacenamiento inadecuado y/o accidentes y/o cierre inadecuado con materiales peligrosos, incluyendo elementos radiactivos	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de materiales peligrosos, manejo inadecuado de sustancias químicas, plaguicidas, agroquímicos y elementos radioactivos, subproductos contaminados, residuos con sustancias químicas
		Almacenamiento, uso y manejo de sustancias químicas peligrosas en industrias como: fabricación de azulejos y baldosas de cerámica, fabricación de vidrios y producto de vidrio, producción de gas, industria pesquera , y otra	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de sustancias químicas, manejo inadecuado de sustancias químicas, subproductos contaminados, residuos con sustancias químicas

Informe Final

Actualización del Catastro Nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

Nº	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	PROCESOS/SUB ACTIVIDADES/INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN PROBLEMA
		industria que involucre almacenamiento uso y manejo de sustancias químicas.	
		Otra actividad sin un plan de cierre o cierre adecuado que puede generar contaminación del suelo.	- Se debe anotar en observaciones el detalle de la actividad.

Informe de Avance Rev1

Actualización del Catastro Nacional de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

A continuación, se presenta una tabla con un análisis de los APC propuestos versus los APC contenidos en el Anexo 1 de la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”:

TABLA 6. ANÁLISIS DE LOS APC CONTENIDOS EN ANEXO 1 DE LA GUIA MMA Y LA PROPUESTA DE APC

N°	Rubro	Proceso Específico	Observaciones
1	Varios	Extracción de crudos de petróleo y gas natural.	Fue incluido en el APC Desarrollo Minero de Petróleo y Gas
2		Actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección.	Fue incluido en el APC Desarrollo Minero de Petróleo y Gas
3	Varios	Extracción de minerales metálicos no férreos, excepto minerales de uranio y torio.	Fue incluido en el APC Extracción y Procesamiento de Mineral cobre, plata, molibdeno y oro
4		Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales).	Fue incluido en el APC Fabricación de grasas y aceites vegetales y subproductos
5	Textil	Acabado de textil.	Queda igual
6	Textil	Fabricación de tejidos impregnados, endurecidos o recubiertos en materias plásticas.	Se incluye en el APC Acabado de textil
7	Curtiembre	Preparación, curtido y teñido de pieles de peletería.	Se incluye en el APC Industria de la Curtiembre
8	Curtiembre	Preparación, curtido y acabado del cuero.	Se incluye en el APC Industria de la Curtiembre
9	Químico	Aserrado y cepillado de la madera, preparación industrial de la madera.	Se incluye en el APC Industria Forestal
10	Varios	Fabricación de chapas, tableros, contrachapados, alistonados, de partículas aglomeradas, de fibras y otros tableros de paneles.	Se incluye en el APC Industria Forestal
11	Químico	Fabricación de pasta papelera, papel y cartón.	Se incluye en el APC Industria Forestal
12	Varios	Fabricación de papeles pintados.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
13	Varios	Artes graficas y actividades de los servicios relacionados con las mismas.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
14		Coquerías.	Se incluye en el APC Extracción y Procesamiento de Mineral de Hierro y Acero
15	Químico	Refino de petróleo.	Se incluye en el APC Desarrollo Minero de Petróleo y Gas
16	Químico	Fabricación de productos químicos básicos.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
17	Químico	Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
18	Químico	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tinta de imprenta y masilla.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
19	Químico	Fabricación de productos farmacéuticos.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
20	Químico	Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
21	Químico	Fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
22	Químico	Fabricación de otros productos químicos.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
23	Varios	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
24	Químico	Fabricación de productos de caucho.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
25	Varios	Fabricación de vidrio y productos de vidrio.	Se incluye en APC Varios
26	Químico	Fabricación de artículos cerámicos de uso domestico y ornamental.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
27	Varios	Fabricación de azulejos y baldosas de cerámica.	Se incluye en APC Varios
28	Varios	Fabricación de fibrocemento.	Se incluye en APC Industria de Cemento (portland, siderúrgicos, y puzolánicos), Hormigón, Asfalto y fibrocemento

N°	Rubro	Proceso Específico	Observaciones
29		Fabricación de productos minerales no metálicos diversos.	Se incluye en APC Minería no metálica
30		Fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral de Hierro y Acero
31		Fabricación de tubos de hierro.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral de Hierro y Acero
32		Fabricación de tubos de acero.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral de Hierro y Acero
33		Otros procesos de primera transformación del hierro y del acero.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral de Hierro y Acero
34		Producción y primera transformación de metales preciosos.	No se incluye en APC porque no se han encontrado SPPC asociados a este tipo de actividad
35		Producción y primera transformación de aluminio.	No se incluye en APC porque no se han encontrado SPPC asociados a este tipo de actividad
36		Producción y primera transformación de plomo, cinc y estaño.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral de Plomo
37		Producción y primera transformación de cobre.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral cobre, plata, molibdeno y oro
38		Producción y primera transformación de otros metales no féreos.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral cobre, plata, molibdeno y oro
39		Fundición de metales.	Se incluye en APC Extracción y Procesamiento de Mineral cobre, plata, molibdeno y oro
40	Varios	Fabricación de elementos metálicos para la construcción.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
41	Varios	Fabricación de cisternas, grandes depósitos y contenedores de metal.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
42		Fabricación de radiadores y calderas para calefacción central.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
43	Varios	Fabricación de generadores de vapor.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
44		Forja, estampación y embutición de metales; metalurgia de polvos.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
45		Tratamiento y revestimiento de metales.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
46		Ingeniería mecánica general por cuenta de terceros.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
47	Varios	Fabricación de artículos de cuchillería y cubetería, herramientas y ferretería.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
48	Varios	Fabricación de cerraduras y herrajes.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
49		Fabricación de productos metálicos diversos, excepto muebles.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
50		Fabricación de maquinas, equipos y material mecánico.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
51		Fabricación de máquinas, equipo y material mecánico de uso general.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
52		Fabricación de maquinaria agraria.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
53		Fabricación de Máquinas - Herramientas.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
54		Fabricación de maquinarias diversas para usos específicos.	Se incluye en APC Tratamiento y revestimiento de metales
55	Explosivos	Fabricación de armas y municiones.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
56		Fabricaciones de aparatos electrodomésticos.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
57		Fabricación de maquinas de oficina y equipos de informáticos.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
58		Fabricación de motores eléctricos, transformadores y generadores.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
59	Varios	Fabricación de aparatos de distribución y control eléctricos.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas

N°	Rubro	Proceso Específico	Observaciones
60		Fabricación de hilos y cables eléctricos aislados.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
61	Residuos	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
62		Fabricación de lámparas eléctricas y aparatos de iluminación.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
63		Fabricación de otro equipo eléctrico.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
64		Fabricación de válvulas, tubos y otros componentes electrónicos.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
65		Fabricación de transistores de radiodifusión y televisión y de aparatos para la radiotelefonía y radiotelegrafía con hilos.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
66	Varios	Fabricación de aparatos de recepción, grabación y reproducción de sonido e imagen.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
67	Varios	Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos y de aparatos ortopédicos.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
68		Fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación, control, navegación y otros fines, excepto equipos de control para procesos industriales.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
69	Varios	Fabricación de equipos de control de procesos industriales.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
70		Fabricación de vehículos de motor.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
71	Varios	Fabricación de carrocerías para vehículos de motor, de remolques y semirremolques.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
72		Fabricación de partes, piezas, accesorios no eléctricos para vehículos de motor y sus motores.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
73	Varios	Construcción y reparación naval.	Se incluyen en APC Maestranza
74		Fabricación de material ferroviario.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
75	Varios	Construcción aeronáutica y espacial.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
76		Fabricación de motocicletas y bicicletas.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan, sin embargo, puede incluirse en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
77		Fabricación de muebles.	Se incluyen en APC Fabricación de Muebles a nivel industrial
78		Fabricación de otros artículos que utilicen sustancias peligrosas.	Se incluye en el APC Formulación o fabricación de productos químicos
79		Reciclaje de chatarra y desechos de metal.	Se incluye en APC Reciclaje y valorización de Residuos
80		Reciclaje de desechos no metálicos.	Se incluyen en APC Reciclaje y valorización de Residuos
81		Producción y distribución de energía eléctrica.	Se incluyen en APC Generación de Energía Eléctrica > 3MW

N°	Rubro	Proceso Específico	Observaciones
82		Producción de gas, distribución de combustible gaseoso por conductos urbanos, excepto gasoductos.	Se incluyen en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
83		Mantenimiento y reparación de vehículos de motor.	Se incluyen en APC Talleres Mecánicos
84		Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y ciclomotores y de sus repuestos y accesorios.	Se incluyen en APC Talleres Mecánicos
85		Venta al por menor de carburantes para la automoción, cuando posean instalaciones de almacenamiento.	No se incluye en APC porque en Chile la mayoría se importan
86		Intermediarios del comercio de combustibles, minerales, metales y productos químicos industriales.	Se incluyen en APC Estaciones de Servicio
87	Varios	Comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y productos similares.	Se incluyen en APC Estaciones de Servicio
88	Químico	Comercio al por mayor de metales y minerales metálicos.	Se incluyen en APC Extracción y Procesamiento de Mineral cobre, plata, molibdeno y oro
89	Químico	Comercio al por mayor de pinturas y barnices.	Se incluyen en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
90	Químico	Comercio al por mayor de fertilizantes y productos químicos para la agricultura.	Se incluyen en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
91	Químico	Comercio al por mayor de productos químicos industriales.	Se incluyen en APC Formulación o fabricación de productos químicos
92	Residuos	Comercio al por mayor de chatarra y producción de desecho.	Se incluye en APC Reciclaje y valorización de Residuos
93	Químico	Comercio al por menor de combustibles.	Se incluyen en APC Estaciones de Servicio
94	Varios	Transporte por ferrocarril.	No se incluye directamente, aunque si está asociado a accidentes se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
95	Varios	Otros tipos de transporte terrestre.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
96	Varios	Transporte por tubería.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
97	Químico	Depósito y almacenamiento de mercancías peligrosas.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
98	Varios	Otras actividades anexas de transporte marítimo.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
99	Varios	Otras actividades anexas de transporte aéreo.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
100		Laboratorios de revelado, impresión y ampliación de fotografías.	No se incluyen
101	Residuos	Recogida y tratamiento de aguas residuales.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
102	Residuos	Recogida y tratamiento de otros residuos.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
103	Residuos	Actividades de saneamiento, descontaminación y similares.	Se incluye en APC Mal manejo de Sustancias Peligrosas
104	Textil	Lavado, limpieza y teñido de prendas textiles de piel.	Se incluye en el APC Acabado de textil

Fuente: elaboración propia

Las nuevas APC's que se proponen, y que no están en el Listado del Anexo 1 de la Guía del MMA son las siguientes:

TABLA 7. NUEVAS APC INCLUIDAS EN EL LISTADO PROPUESTO POR IDEAMBIENTE

Número definido en el Nuevo Listado APC	Nombre APC
2	Reciclaje de Baterías de plomo-ácido e industriales
3	Reciclaje de residuos Electrónicos y pilas
4	Reciclaje y valorización de residuos (reciclaje de aceites usados de motores; procesos químicos como pirolisis; gasificación; reciclaje de partes de autos-desarmadura (autos y chatarras); otra valorización o reciclaje que implique sustancias químicas en sus acciones y/o proceso, reciclaje de plásticos
6	Sitios de maniobras militares o campos de tiro
7	Disposición de Residuos Sólidos (Relleno Sanitario, Vertedero y/o Basural sobre terrenos de 1.000 m ²)
14	Puertos
16	Disposición de Residuos Mineros Masivos (Relaves, tranques, botaderos, entre otros)
18	Extracción y Procesamiento de Mineral de Carbón
19	Extracción y Procesamiento de Mineral de Plomo
20	Minería no metálica
24	Mal manejo de sustancias químicas (Plantas de Tratamiento de aguas servidas y residuales; industrias con estanques de almacenamiento de hidrocarburos; accidente de transporte que abarque un área >300 m ² y que no se hayan implementado medidas de limpieza)
25	Otra actividad contaminante con evidencia directa de contaminación en suelo (almacenamiento de material asbesto, almacenamiento inadecuado y/o accidentes y/o cierre inadecuado con materiales peligrosos, incluyendo elementos radiactivos; almacenamiento, uso y manejo de sustancias químicas peligrosas en industrias como: fabricación de azulejos y baldosas de cerámica, fabricación de vidrios y producto de vidrio, producción de gas, industria pesquera, y otra industria que involucre almacenamiento uso y manejo de sustancias químicas; Otra actividad sin un plan de cierre o cierre adecuado que puede generar contaminación del suelo.

Fuente: elaboración propia

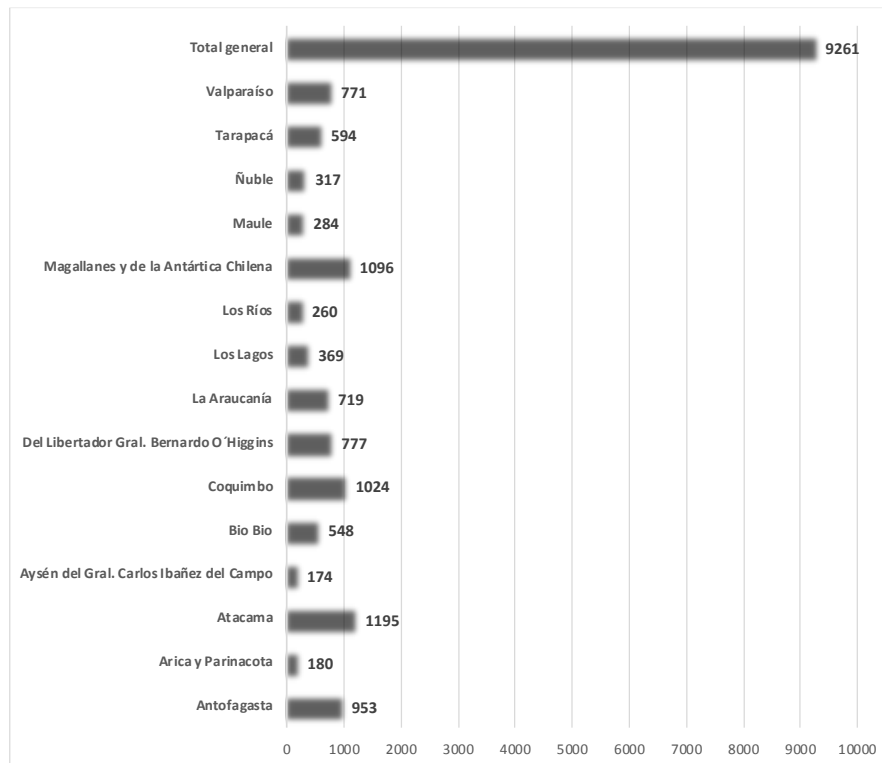
Estas APC's que se proponen, son importantes por cuanto están presentes en casi todas las regiones, además que manejan, usan, manipulan o transportan sustancias químicas peligrosas y/o cuentan con procesos que tiene altas probabilidades de generar un SPPC.

5.2.3 IDENTIFICAR LOS SUELOS QUE CUMPLAN LAS CONDICIONES Y/O CRITERIOS PARA SER DEFINIDOS COMO SPPC (ABANDONADOS, ACTIVOS E INACTIVOS).

En el Catastro Nacional se identificaron 9.261 SPPC¹⁰, los cuales están distribuidos a nivel regional, tal como se indica en la siguiente figura:

¹⁰ Es importante mencionar, que en este trabajo no se consideran los SPPC de la región Metropolitana, ya que la Seremi del Medio Ambiente de esa región, elaboró en forma paralela su propio Catastro, a través de la consultora EnSoil.

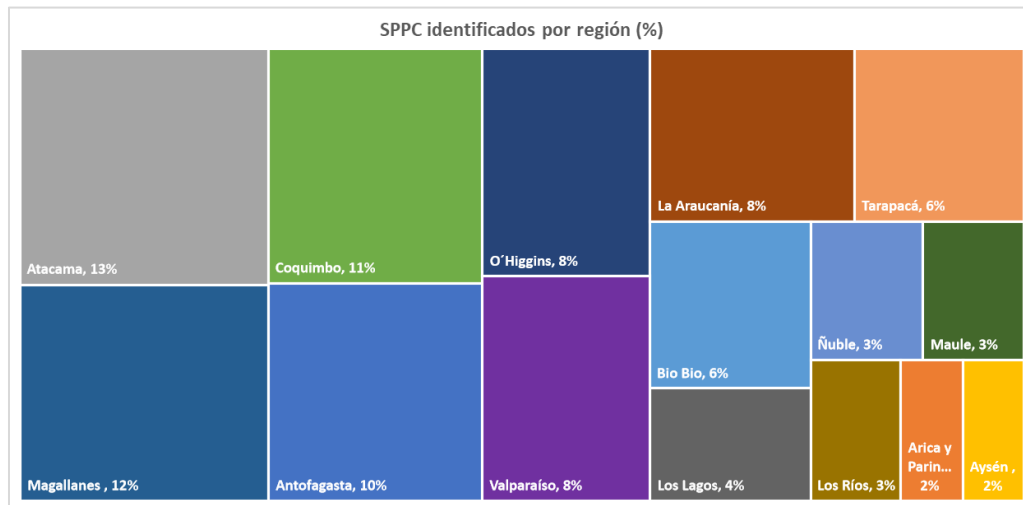
FIGURA 5. SPPC IDENTIFICADOS EN EL CATASTRO NACIONAL



Fuente: elaboración propia

La distribución por porcentaje regional, se presenta en la siguiente figura:

FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC POR REGIONES



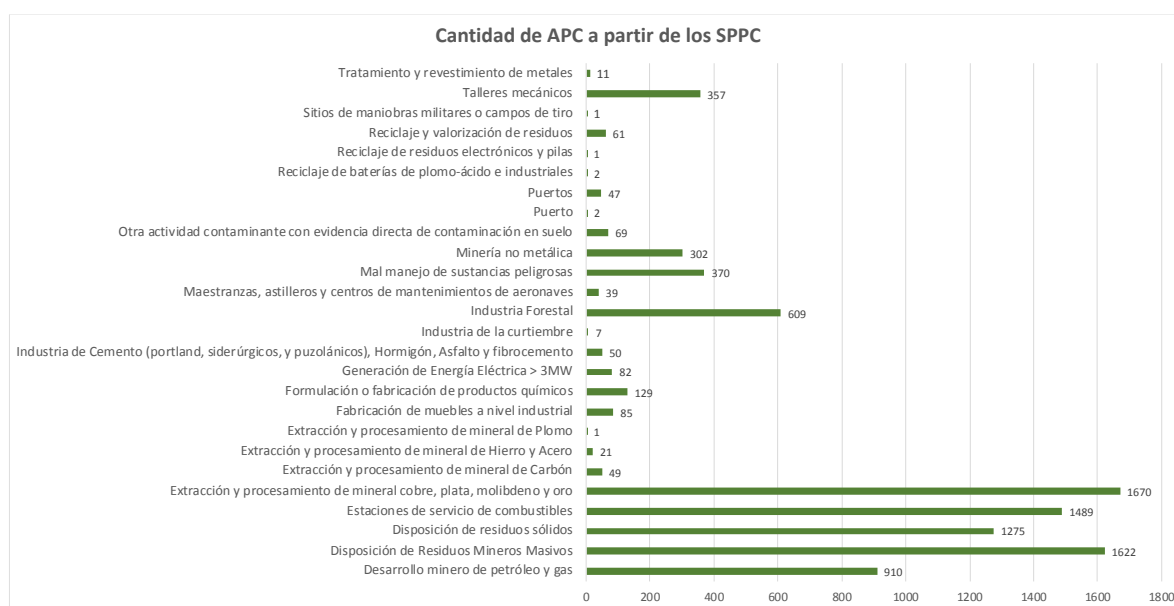
Fuente: elaboración propia

A partir de los datos anteriores, se puede inferir que la región que más SPPC presenta, es la región de Atacama con un 13%, le sigue Magallanes con un 12%, Coquimbo con un 11% y Antofagasta con un 10%.

Por otra parte, para cada uno de los SPPC identificados, se determinó una Actividad Potencialmente Contaminante (APC) de manera de poder clasificarlos y determinar de forma efectiva sus procesos y potenciales contaminantes.

A continuación, se presenta un gráfico con la clasificación de los 9.261 SPPC:

FIGURA 7. CANTIDAD DE SPPC CLASIFICADOS SEGÚN LAS APC

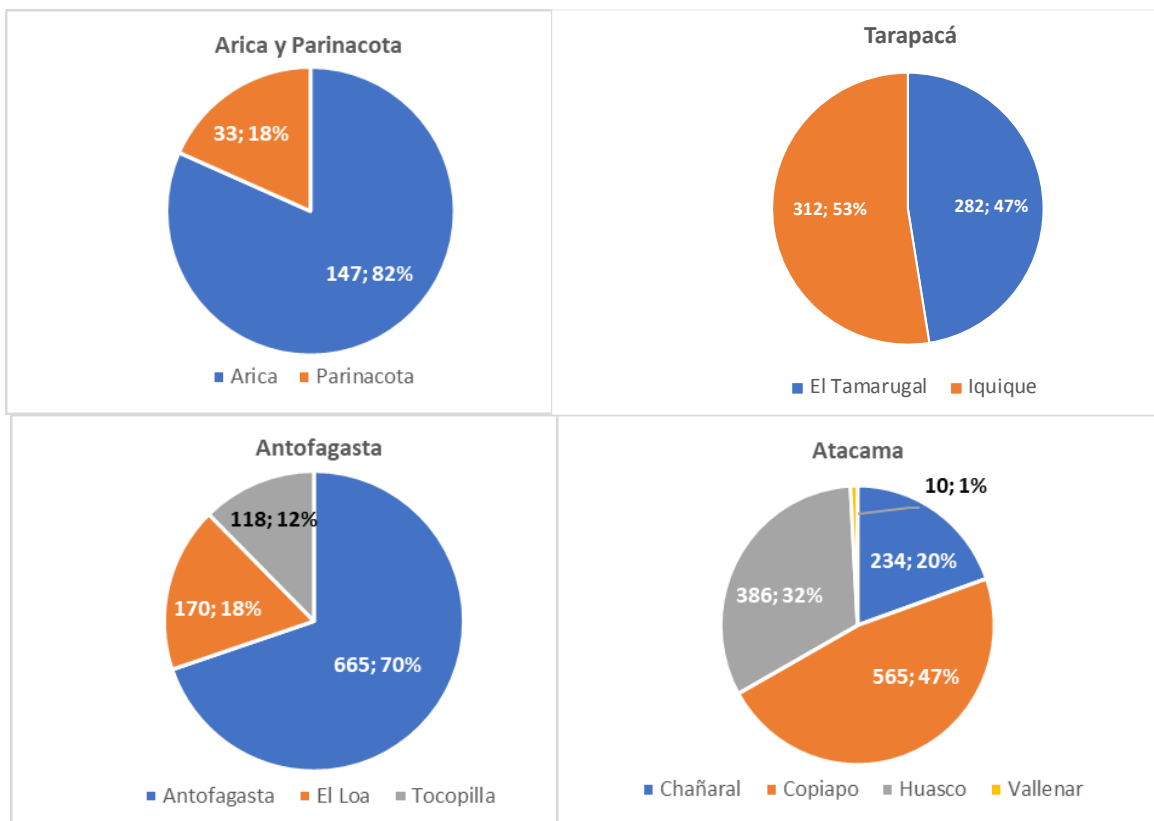


Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, se puede observar que las APC's que contienen más SPPC, corresponden al sector minero, específicamente a las actividades de "Extracción y procesamiento de minerales de cobre, plata, molibdeno y oro" y "Disposición de Residuos Mineros Masivos", con 1.670 y 1.622 SPPC respectivamente. Le siguen, las "Estaciones de servicio de combustibles" y la "Disposición de residuos sólidos", con 1.489 y 1.275 SPPC respectivamente.

Respecto al análisis de la cantidad de SPPC existentes por regiones, provincias y comunas, se hizo un análisis por macrozonas, y la situación se presenta en las siguientes figuras:

FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC POR PROVINCIAS EN MACROZONA NORTE



Fuente: elaboración propia

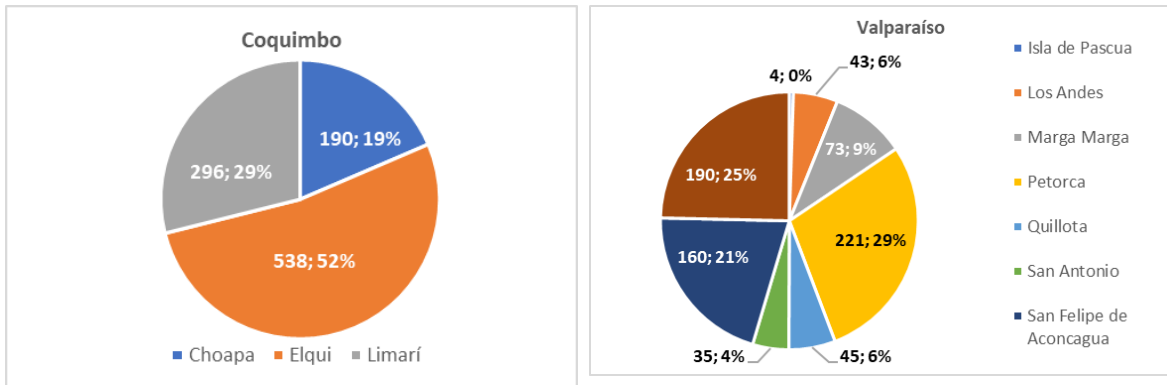
De la figura anterior, se puede observar que en la región de Arica y Parinacota, la provincia que presenta más SPPC es Arica con un 82% (147 SPPC), y la provincia de Parinacota cuenta con un 18% (33SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Arica.

Para el caso de la región de Tarapacá, la provincia que más SPPC presenta es Iquique con un 53% del total (312 SPPC), y El Tamarugal cuenta con un 47% (282 SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Alto Hospicio.

Para el caso de la región de Antofagasta, la provincia de Antofagasta presenta una mayor cantidad de SPPC, con un 70% del total (665 SPPC), y le sigue la provincia de El Loa con un 18% (170 SPPC). A nivel comunal, la comuna que cuenta con más SPPC es Antofagasta.

Para el caso de la región de Atacama, la provincia que más SPPC presenta es Copiapó, con un 47% del total (565 SPPC), y le sigue la provincia de Huasco con un 32% (386 SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Copiapó.

FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC POR PROVINCIAS EN MACROZONA CENTRO

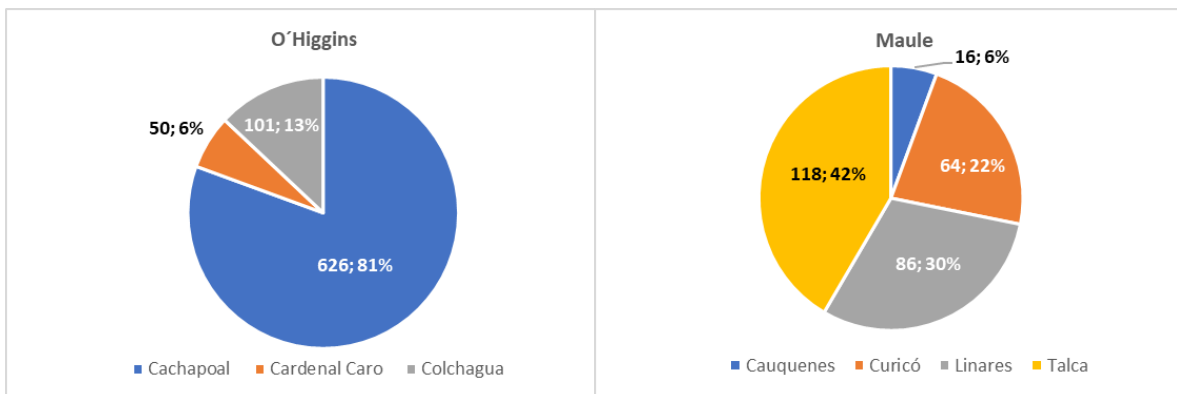


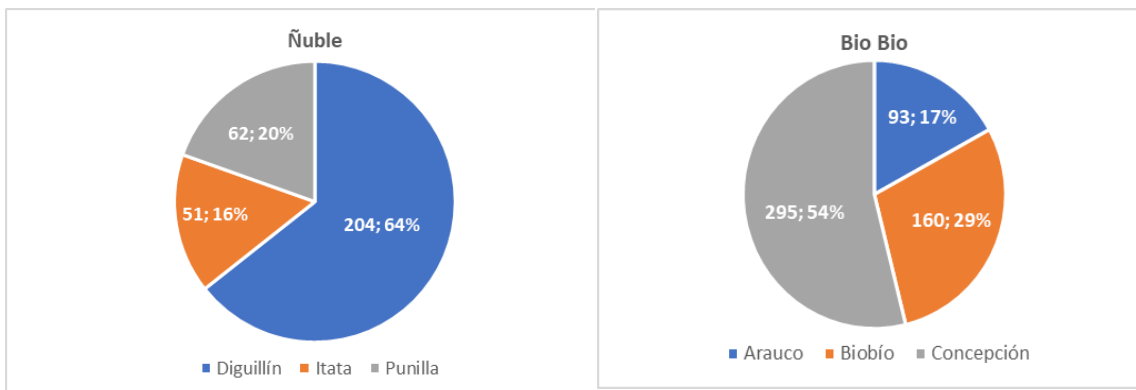
Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se puede observar que respecto a la región de Coquimbo, la provincia que presenta una cantidad mayor de SPPC es la de Elqui, con un 52% del total (538 SPPC), y le sigue la provincia de Limarí con un 29% (296 SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Coquimbo.

Para el caso de la región de Valparaíso, la provincia que más SPPC presenta es Petorca con un 29% del total (221 SPPC), y le sigue Valparaíso con un 25% (190 SPPC) y a nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Cabildo.

FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC POR PROVINCIAS EN MACROZONA CENTRO SUR





Fuente: elaboración propia

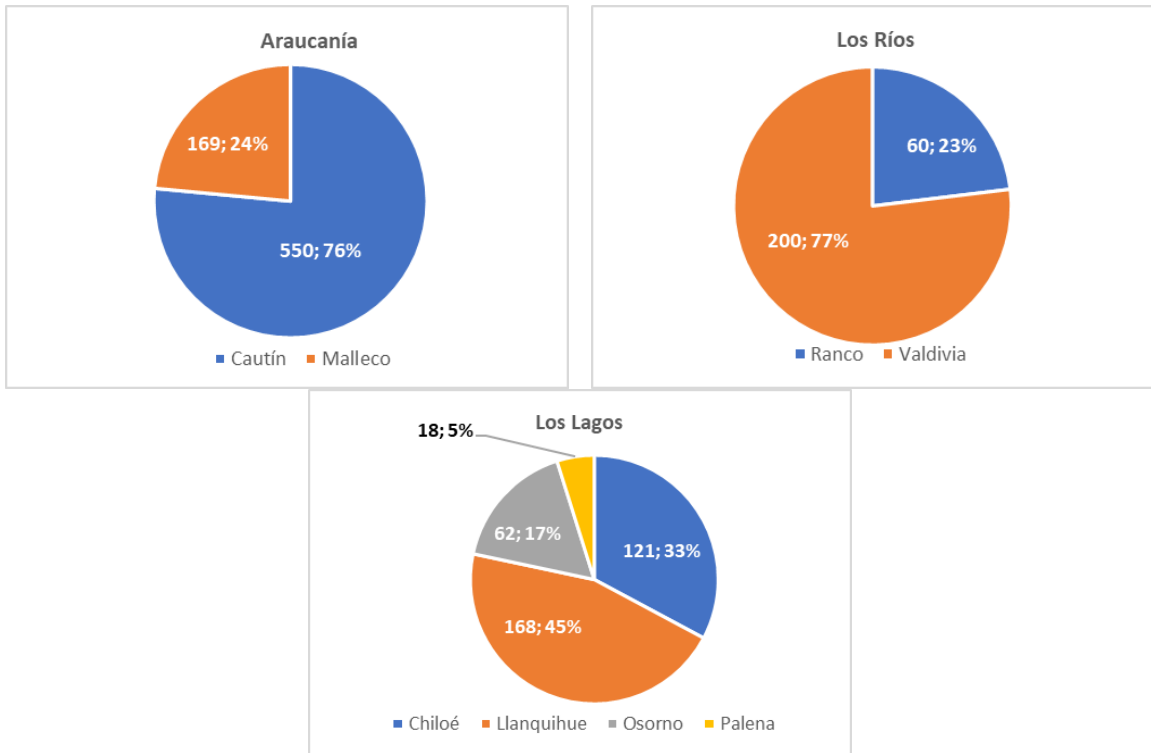
De la figura anterior, se puede observar que en la región de O'Higgins, la provincia que presenta mayor cantidad de SPPC es Cachapoal con un 81% (626 SPPC), y le sigue la provincia de Colchagua con un 13% (101 SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Coquimbo.

Para el caso de la región del Maule, la provincia que cuenta con más SPPC es Talca con un 42% (118 SPPC), y le sigue la provincia de Linares con un 30% (86 SPPC). A nivel comunal, la comuna que cuenta con más SPPC es Parral.

Respecto a la región de Ñuble, la provincia que cuenta con más SPPC es Diguillín con un 64% (204 SPPC), y le sigue la provincia de Punilla con un 20% (62 SPPC). La comuna que cuenta con más SPPC es Chillán.

Para el caso de la región del Biobío, la provincia que presenta mayor cantidad de SPPC es Concepción con un 54% (295 SPPC) y le sigue la provincia de Biobío con un 29% (160 SPPC). La comuna que más SPPC tiene es Coronel.

FIGURA 11. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC POR PROVINCIAS EN MACROZONA SUR



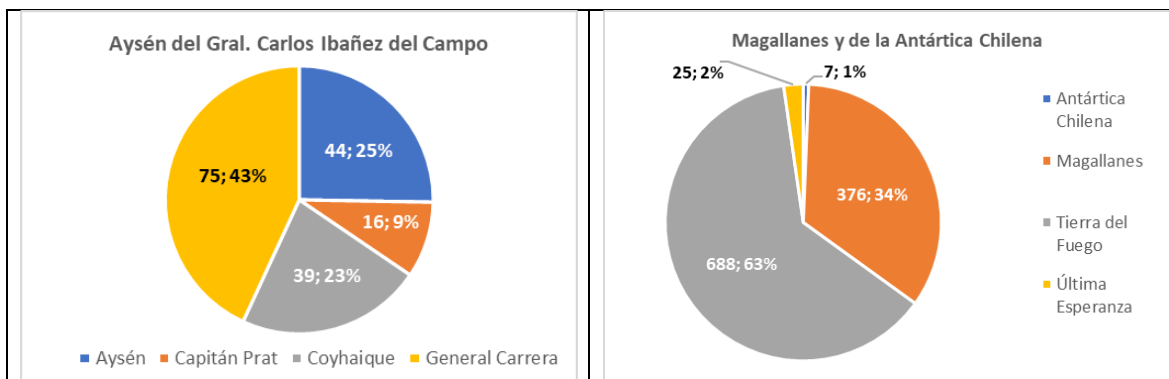
Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se puede observar que respecto a la región de La Araucanía, la provincia que más SPPC presenta es Cautín con un 76% (550 SPPC), y la provincia de Malleco presenta un 24% (169 SPPC) . A nivel comunal, la comuna que cuenta con más SPPC es Temuco y Villarrica.

Para el caso de la región de Los Ríos, la provincia que cuenta con una cantidad mayor de SPPC es Valdivia, con un 29% del total (200 SPPC), y la provincia de Ranco cuenta con un 23% de los SPPC, equivalentes a 60 SPPC. A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Valdivia.

Respecto a la región de Los Lagos, la provincia de Llanquihue es la que presenta un mayor número de SPPC con un 45% (168 SPPC), y le sigue la provincia de Chiloé con un 33% (121 SPPC). La comuna que presenta más SPPC es Puerto Montt.

FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC POR PROVINCIAS EN MACROZONA AUSTRAL



Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se puede observar que respecto a la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, la provincia que cuenta con más SPPC es General Carrera con un 43% (75 SPPC), y la provincia de Aysén con un 25% (44 SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Chile Chico.

Para el caso de la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, la provincia que cuenta con más SPPC es Tierra del Fuego, con un 63% del total (688 SPPC), y le sigue la provincia de Magallanes con un 34% (376 SPPC). A nivel comunal, la comuna que presenta más SPPC es Primavera.

Adicionalmente, en base a la información recaba y analizada, se realizó una clasificación del estado de cada uno de los SPPC. A continuación, se presenta el catastro de los SPPC clasificados en Activos, Inactivos y Abandonados por cada región.

TABLA 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC SEGÚN CATEGORÍAS

REGIÓN	SPPC Activos	SPPC Inactivos	SPPC Abandonados	SPPC no Clasificados	TOTAL
Arica y Parinacota	105	14	61	0	180
Tarapacá	311	6	224	53	594
Antofagasta	689	38	225	1	953
Atacama	274	98	803	20	1195
Coquimbo	177	153	558	136	1024
Valparaíso	299	59	359	54	771
O'Higgins	494	56	196	31	777
Maule	219	3	50	12	284
Biobío	483	27	38	0	548
Ñuble	296	15	6	0	317
La Araucanía	626	5	88	0	719
Los Lagos	311	4	54	0	369
Los Ríos	212	2	46	0	260
Aysén	97	11	66	0	174

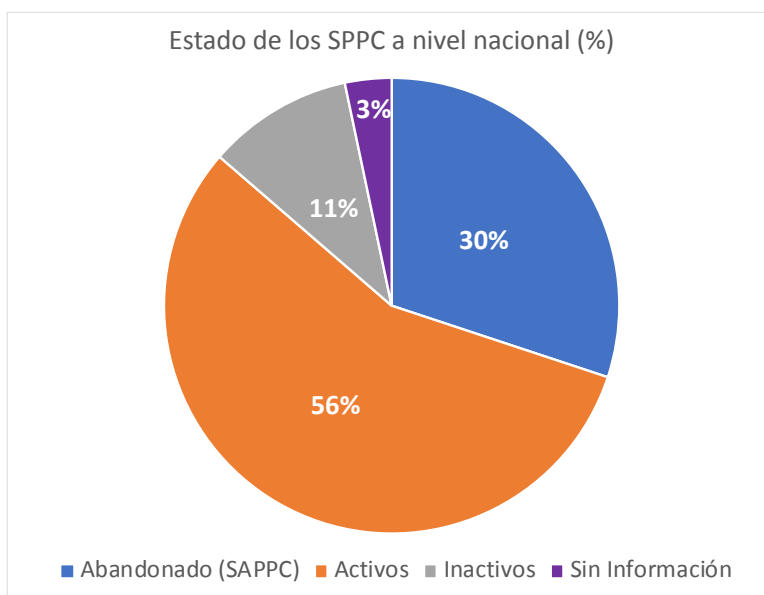
REGIÓN	SPPC Activos	SPPC Inactivos	SPPC Abandonados	SPPC no Clasificados	TOTAL
Magallanes	617	467	12	0	1096
TOTAL	5.210	958	2.786	307	9.261

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a lo establecido en la Tabla 8, la base de datos nacional entrega un total de 9.261 SPPC, de los cuales 2.786 son SAPP (Abandonados), 5.210 SPPC Activos, 958 SPPC Inactivos y 307 son suelos que aún se deben clasificar ya que la información analizada no estaba clara para esos sitios, por ejemplo en la base de datos del Catastro de Faenas Abandonas del SERNAGEOMIN, para el año 2019 la clasificación era abandonado y para el año 2020 inactivo. Para definir con claridad esas diferencias, se recomienda ir a terreno a verificar cada uno de esos SPCC.

En términos de porcentaje la distribución de SPPC por categoría es la siguiente:

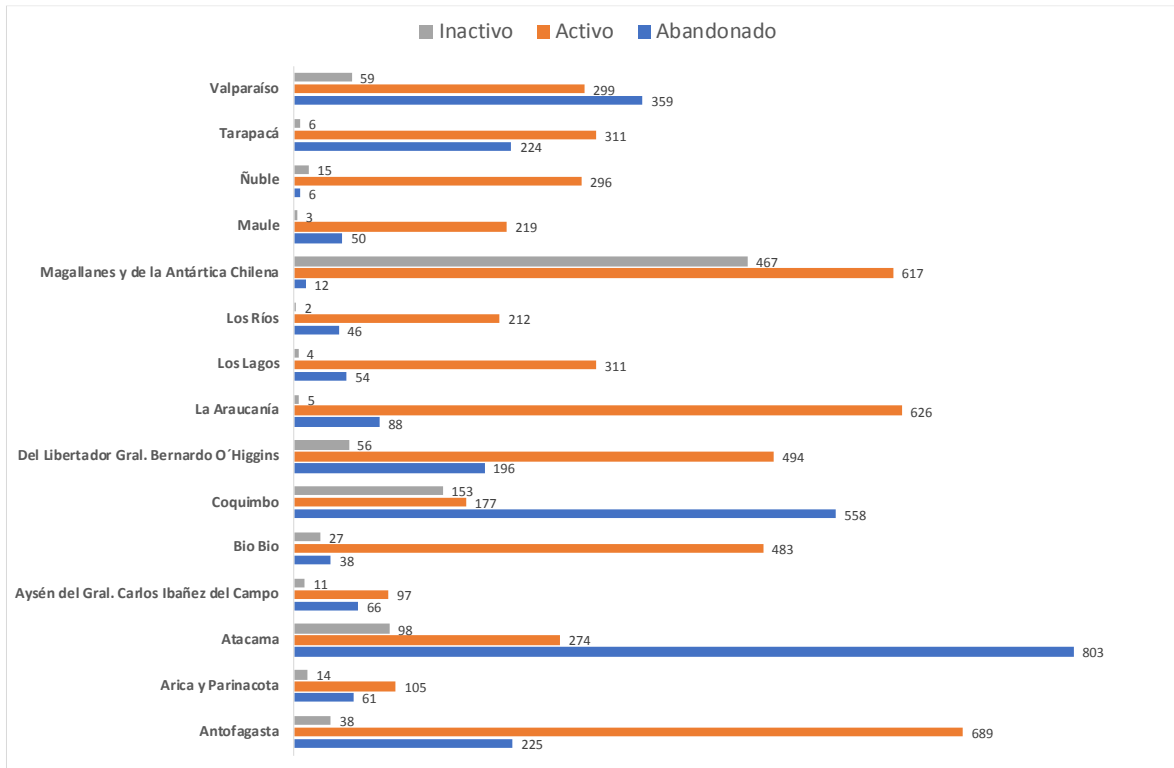
FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC SEGÚN CATEGORÍA



Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta la distribución de SPPC categorizados por Abandonados, Activos e Inactivos, para cada una de las regiones:

FIGURA 14. SPPC CATEGORIZADOS Y DISTRIBUIDOS POR REGIONES



Fuente: elaboración propia

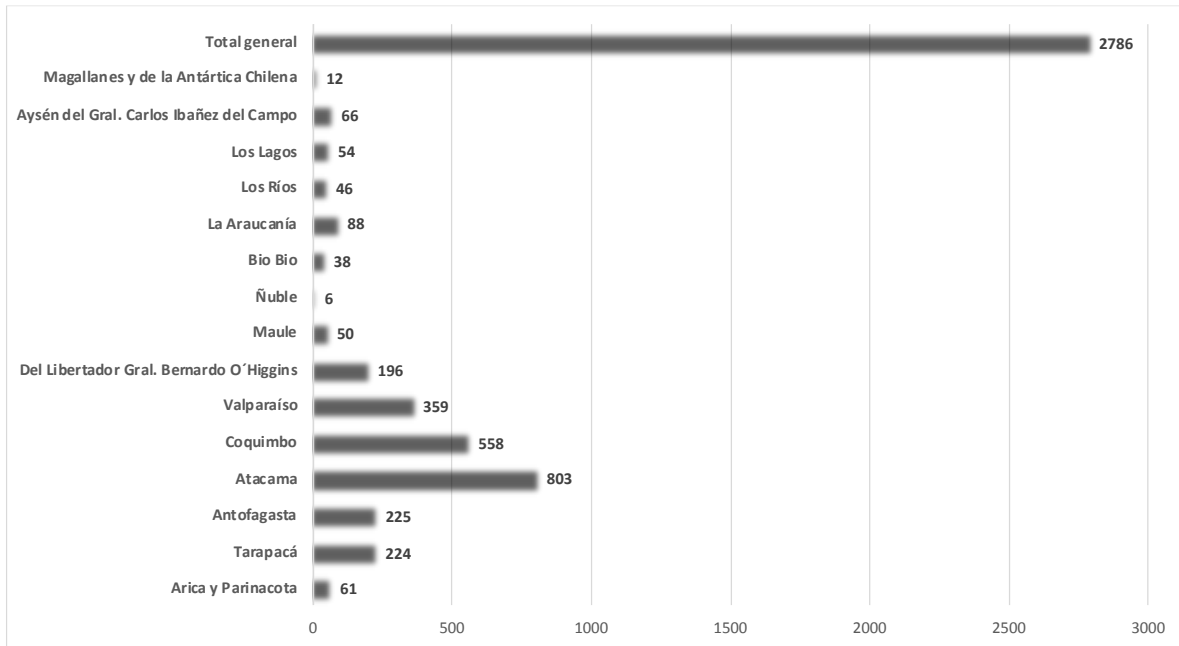
En Anexo 1, se presenta el Catastro Nacional de SPCC y en el Anexo 4 se presentan los Listados Regionales de los SPCC identificados, donde se distinguen por tipo de categorías antes mencionadas.

5.2.4 ELABORAR BASE DE DATOS DE LOS SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES

Toda la información levantada fue sistematizada en bases de datos (archivos formato excel), la cual se presenta en Anexo 1.

Se identificaron un total nacional de 2.786 SAPPCC, y a continuación se presenta un gráfico con la distribución de estos SAPCC por región:

FIGURA 15. SPPC ABANDONADOS (SAPPC)



Fuente: elaboración propia

La Base de datos de los SAPPC presentan los siguientes campos:

- ID SPPC: corresponde al N° de SPPC en el Catastro
- FID_SPPC: que corresponde al número o ID correlativo dado al sitio en los listados regionales
- Nombre del sitio
- Región, provincia y comuna
- Coordenadas geográficas del sitio (Este; Norte; Huso y sistema de coordenadas)
- Nombre Empresa o titular del sitio
- Dirección
- Tipo de propiedad (Privado o Fiscal)
- Actividades Potencialmente Contaminantes (APC)
- Identificación Procesos Industriales Potencialmente Contaminantes
- Potenciales Contaminantes
- Condición del SPPC
- Observaciones
- Origen de datos (fuente de la información)
- Año registro (año de la fuente de información, del origen de los datos).
- Año cese actividad
- Estado de investigación
- Prioridad

5.2.5 COORDINAR Y EJECUTAR REUNIONES CON CONTRAPARTES REGIONALES Y/O SERVICIOS PÚBLICOS REGIONALES

De forma paralela a las etapas anteriores, a medida que se desarrolló el levantamiento de información para cada uno de los listados de SPPC a nivel regional, se coordinaron y ejecutaron reuniones con cada uno de los profesionales de las SEREMIs del Medio Ambiente de cada una de las regiones, con el objetivo de resolver dudas que surgieron durante la revisión y levantamiento de información respecto a los SPPC.

Además, de resolver dudas o consultas, los profesionales de las SEREMIs del Medio Ambiente realizaron los contactos entre organismos específicos e IDEAMBIENTE para poder resolver dudas de forma rápida y directa. Las reuniones sostenidas con las regiones, ordenadas en forma ascendentes son las siguientes:

TABLA 9. REUNIONES REALIZADAS CON LAS CONTRAPARTES REGIONALES

REGION	FECHA	PARTICIPANTES
Magallanes	11/08/2022	Yanko Cariceo (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Valparaíso	12/08/2022	Valeria Manríquez (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE) Natalia Farfán (IDEAMBIENTE)
Aysén	16/08/2022	Carol Alvarado (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Natalia Farfán (IDEAMBIENTE)
Araucanía	30/08/2022	Marta Hernández (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Arica y Parinacota	31/08/22	Blanca Saavedra (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Los Ríos (1)	31/08/2022	Celeste Soto (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE)
Coquimbo	01/09/2022	Sergio Troncoso (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Natalia Farfán (IDEAMBIENTE)
Maule	01/09/2022	Mario Aravena (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Natalia Farfán (IDEAMBIENTE)
O'Higgins	01/09/2022	Emilio López (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Natalia Farfán (IDEAMBIENTE)

REGION	FECHA	PARTICIPANTES
Ñuble (1)	06/09/2022	Marta Solís (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Atacama	07/09/2022	Solange Aguilera (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Tarapacá	08/09/2022	Jessica Alarcón (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE) Marco Cabello (IDEAMBIENTE)
Antofagasta	13/09/2022	Mirna Aguilar (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)

Nota (1): Las profesionales de dichas SEREMIs no alcanzaron a llegar a la reunión, pero se les enviaron las consultas vía correo electrónico.

Fuente: elaboración propia

Respecto a las regiones de Los Lagos y Biobío, hasta el momento no cuentan con una contraparte técnica definida para esta temática.

5.2.6 REUNIÓN PARA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

El día 12 de octubre del presente año, se realizó una reunión virtual con las contrapartes regionales, y se les hizo una presentación de los resultados del Informe de Avance. Participaron representantes de las regiones: Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Ñuble, Araucanía y Metropolitana, aunque esta última no está contemplada en el desarrollo de esta consultoría. La presentación que se hizo, se adjunta en Anexo 5.

5.3 ACTIVIDAD 3. REFERENCIAR GEOGRÁFICAMENTE Y PRIORIZAR PRELIMINARMENTE LOS SUELOS IDENTIFICADOS.

5.3.1 COMPLETAR LA BASE DE DATOS OBTENIDA DE LA ACTIVIDAD 2 CON LAS REFERENCIAS GEOGRÁFICAS DE CADA SPPC

Para cada una de las regiones se completó la base de datos con las referencias geográficas de cada SPPC, las cuales pueden revisarse en el Anexo 4 y Anexo 1 para verlo a nivel nacional. Es importante mencionar, que La georreferenciación y la priorización se aplicó a todos los SPPC y no solo a los SAPPCC.

5.3.2 REALIZAR UNA PRIORIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES, CON LA INFORMACIÓN EN SIG.

Para determinar la priorización de SPPC, como se explicó en la metodología, se utilizaron criterios ambientales y demográficos relacionados con el riesgo ambiental, los cuales están definidos en la Resolución Exenta N°406/2013.

Específicamente, se consideraron los siguientes criterios:

TABLA 10. VARIABLES UTILIZADAS PARA PRIORIZACIÓN DE SPPC

VARIABLES	PRIORIDAD				
	Alta	Mediana	Moderada	Baja	Sin priorización
Población residente a <= 2 km	X				
Población residente a > 2 km <= 3 km		X			
Ecosistemas Hídricos utilizados para agua potable	X				
Ecosistemas Hídricos para otros usos		X			
Uso de Suelo (agrícola, recreacional o industrial)			X		
Ecosistemas Sensibles				X	
Otros					X

Fuente: elaboración propia en función MMA, 2013.

La información utilizada para la priorización de los sitios está georreferenciada en capas, las cuales se cruzaron con el catastro de SPPC previamente elaborado.

Es importante mencionar, que respecto a la variable “Ecosistemas Hídricos utilizados para agua potable” y “Ecosistemas Hídricos para otros usos”, no existe información detallada respecto de las cuencas y/o napas subterráneas a nivel nacional, por lo tanto, a pesar que el criterio indica que “Si el agua es superficial o subterránea, **independiente de la distancia o profundidad**, sea una fuente de agua potable para una población” será Alta Prioridad, es necesario definir distancias para poder determinar de mejor manera su impacto. En ese sentido, para esta consultoría se consideró un rango de <= a 3 km a los APR o a cuerpos de agua superficiales.

5.3.3 CLASIFICAR LOS SAPPK DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES PRIORIDADES: "ALTA", "MEDIANA", "MODERADA", "BAJA", O "NO PRIORIZADO".

Una vez que se definieron los criterios de priorización, se procedió a realizar la priorización de los SPPC establecidos en el Catastro. Para cada variable se revisaron y se superpusieron diferentes capas de información, las cuales fueron descritas en el capítulo de metodología.

Como se mencionó en el punto 5.2.3 de este informe, se identificaron 9.261 SPPC a nivel nacional. Cada uno de ellos fue categorizados considerando las siguientes prioridades: Alta, Mediana, Moderada, Baja y No Priorizado.

A continuación, en Tabla 11, se presenta un resumen nacional y distribuidos por región, de los SPPC clasificados:

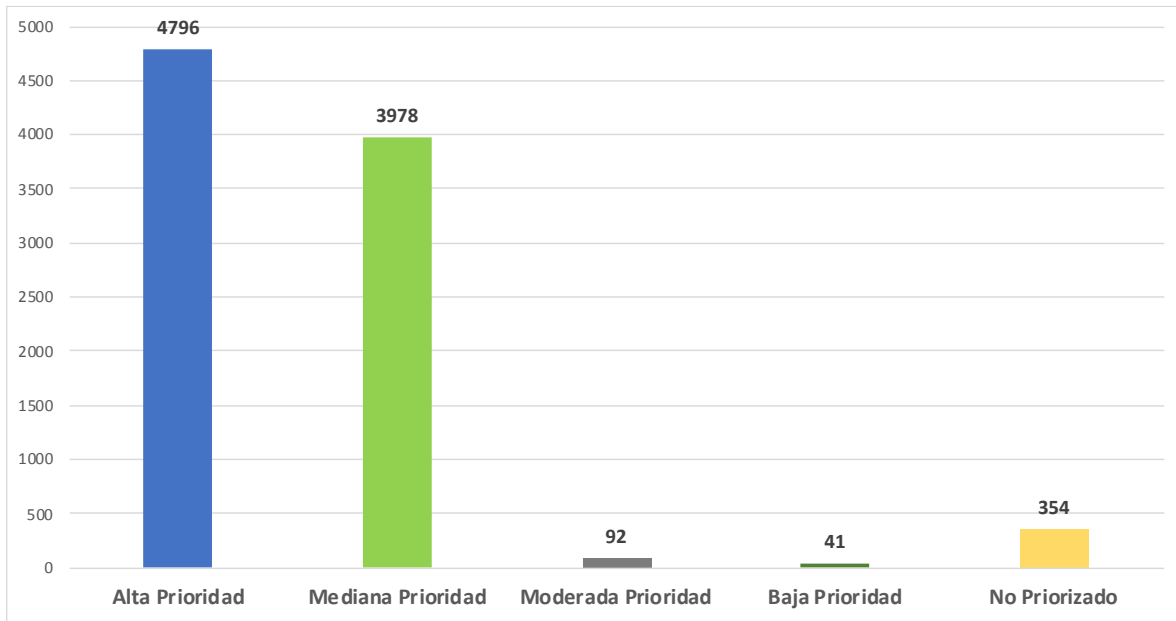
TABLA 11. SPPC CLASIFICADOS SEGÚN SUS PRIORIDADES

REGIÓN	PRIORIDAD					TOTAL
	ALTA	MEDIANA	MODERADA	BAJA	NO PRIORIZADO	
Arica y Parinacota	95	72	2	0	11	180
Tarapacá	240	190	87	5	72	594
Antofagasta	302	610	2	10	29	953
Atacama	305	886	0	2	2	1.195
Coquimbo	530	494	0	0	0	1.024
Valparaíso	450	321	0	0	0	771
O'Higgins	498	278	1	0	0	777
Maule	240	44	0	0	0	284
Biobío	458	90	0	0	0	548
Ñuble	269	48	0	0	0	317
Araucanía	590	129	0	0	0	719
Los Lagos	296	71	0	0	2	369
Los Ríos	200	60	0	0	0	260
Aysén	91	83	0	0	0	174
Magallanes	232	602	0	24	238	1.096
TOTAL	4.796	3.978	92	41	354	9.261

Fuente: elaboración propia

A continuación, en la figura 16, se presenta los SPPC a nivel nacional, categorizados por prioridad:

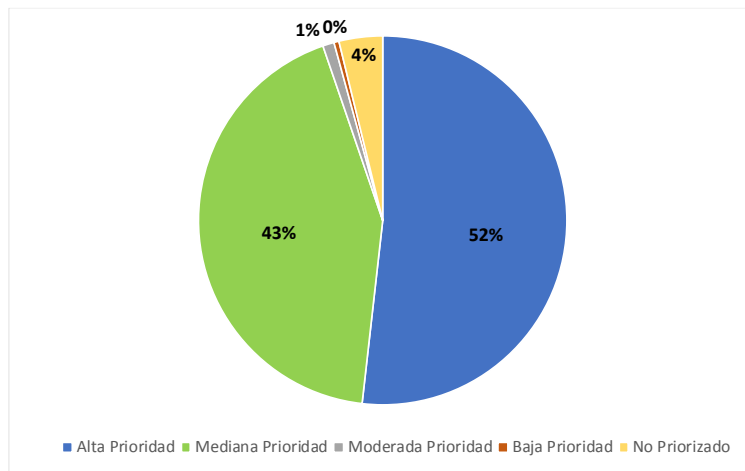
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE LOS SPPC CATEGORIZADOS A NIVEL NACIONAL



Fuente: elaboración propia

A nivel porcentual la distribución de los SPPC se presenta a continuación:

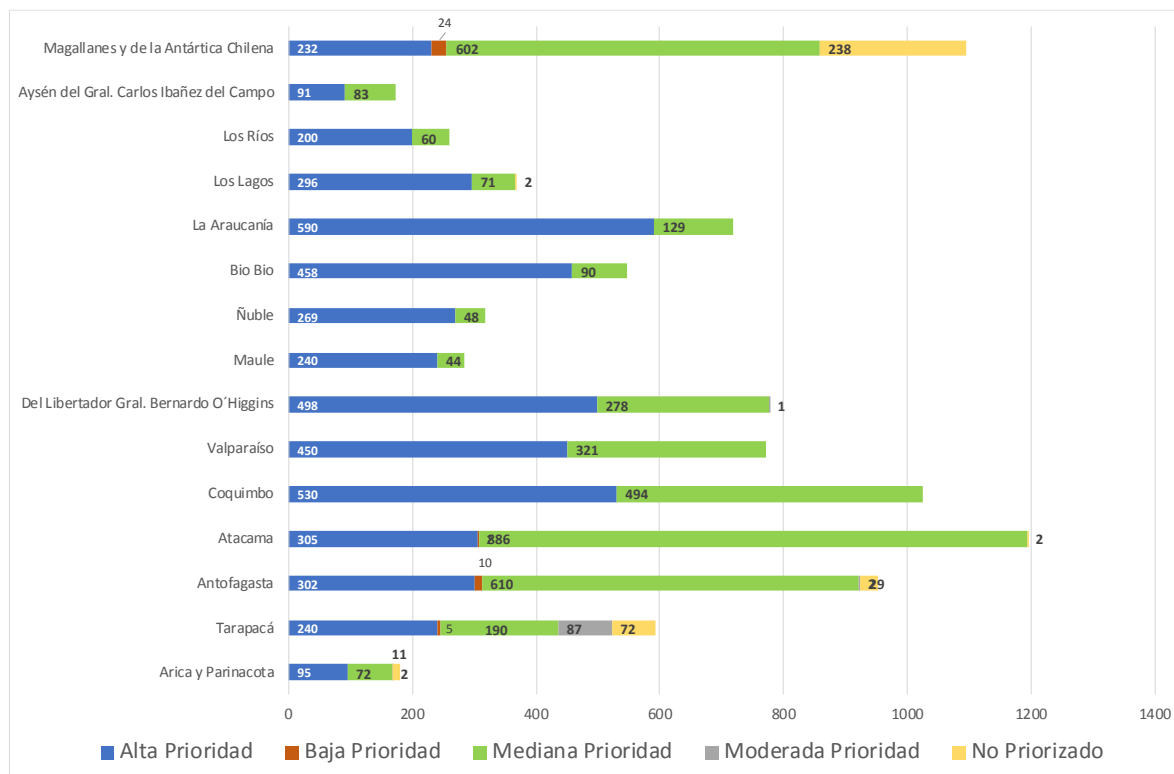
FIGURA 17. PRIORIZACIÓN DE SPPC DISTRIBUIDOS EN PORCENTAJES



Fuente: elaboración propia

La distribución por regiones se presenta en la siguiente figura:

FIGURA 18. SPPC CATEGORIZADOS Y DISTRIBUIDOS POR REGIONES



Fuente: elaboración propia

5.3.4 SOCIALIZAR LA PRIORIZACIÓN REALIZADA Y SUS RESULTADOS CON LA CONTRAPARTE TÉCNICA Y LAS CONTRAPARTES REGIONALES

El día 12 de octubre del presente año, en forma virtual, se realizó la reunión con la contraparte técnica del proyecto y las contrapartes regionales, donde se les presentaron los resultados obtenidos en el marco del primer Informe de Avance. Los principales puntos planteados por las contrapartes fueron los siguientes:

1. Acordar los criterios utilizados para categorizar los SPPC como activos, inactivos y abandonados, sobre todo para los SPCC que aún no pueden ser clasificados.
2. Se solicitó que cada listado regional, incluya hojas separadas de los SPPC totales y los abandonados, de manera que sea más fácil su lectura y entendimiento.
3. Se aclara que no existe un trabajo de terreno para confirmar información de los SPPC, ya que todo el trabajo es de gabinete.

5.4 ACTIVIDAD 4: CONFECCIONAR EL CATASTRO NACIONAL DE SPPC Y LOS LISTADOS REGIONALES

5.4.1 CONFECCIONAR EL LISTADO REGIONAL DE SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES PARA CADA REGIÓN DEL PAÍS, SALVO LA REGIÓN METROPOLITANA.

Para cada una de las regiones, se elaboraron los siguientes productos:

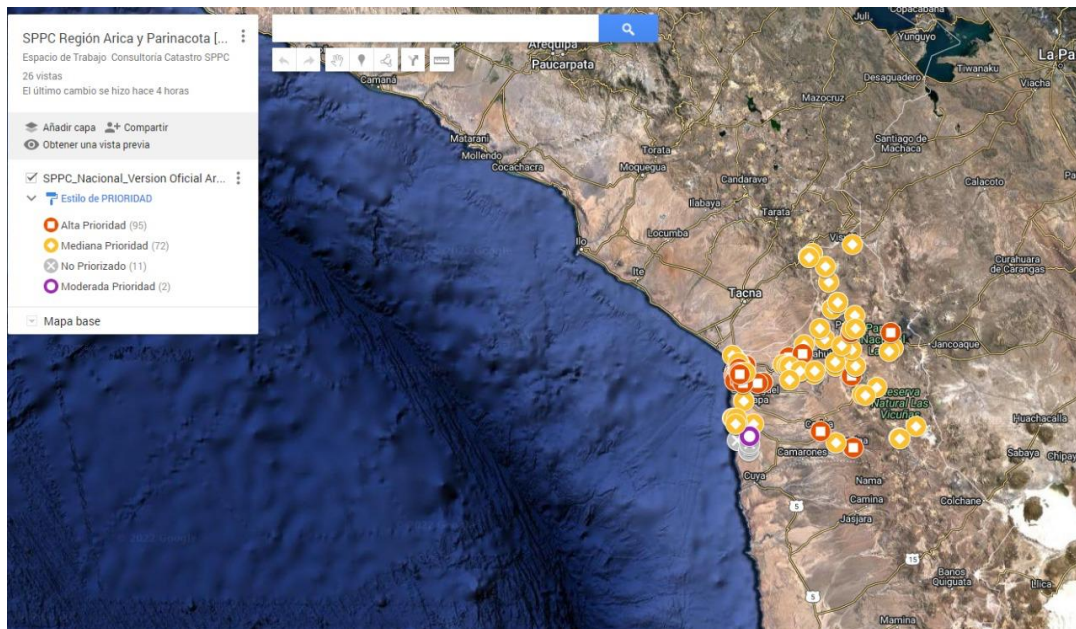
1. Listado regional de SPPC y sus SAPP
2. Informe Diagnóstico
3. Planilla con la Información regional

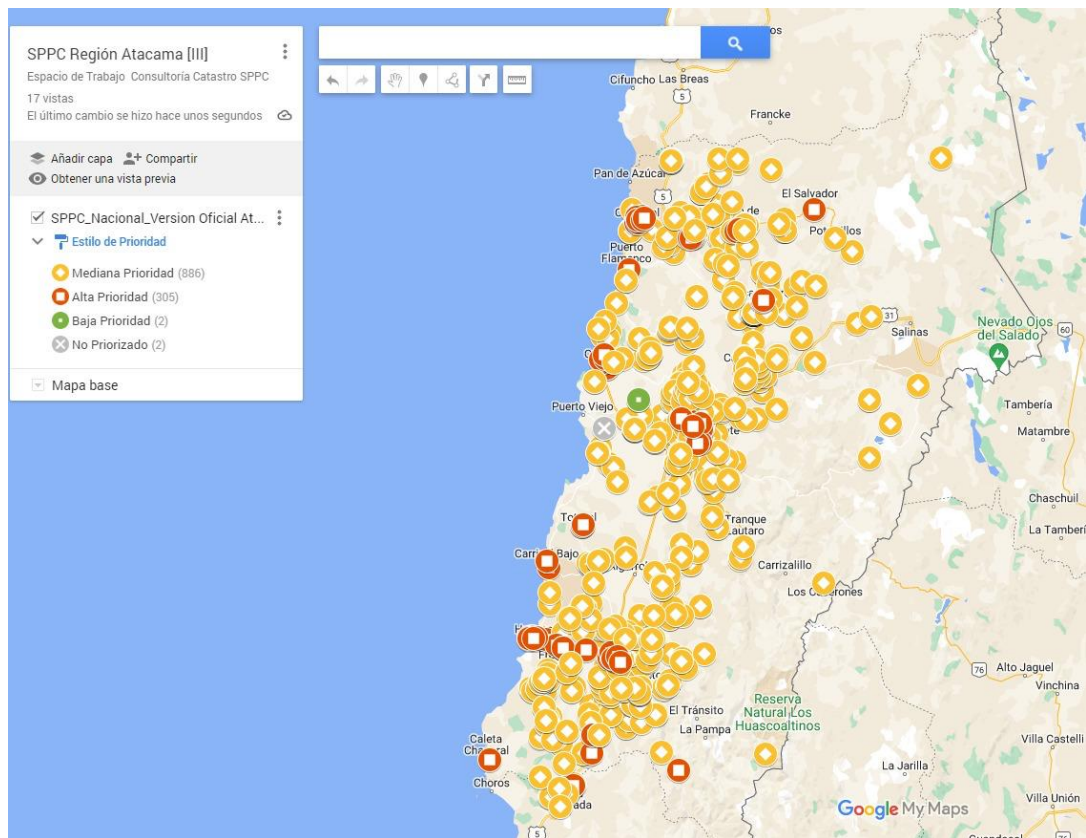
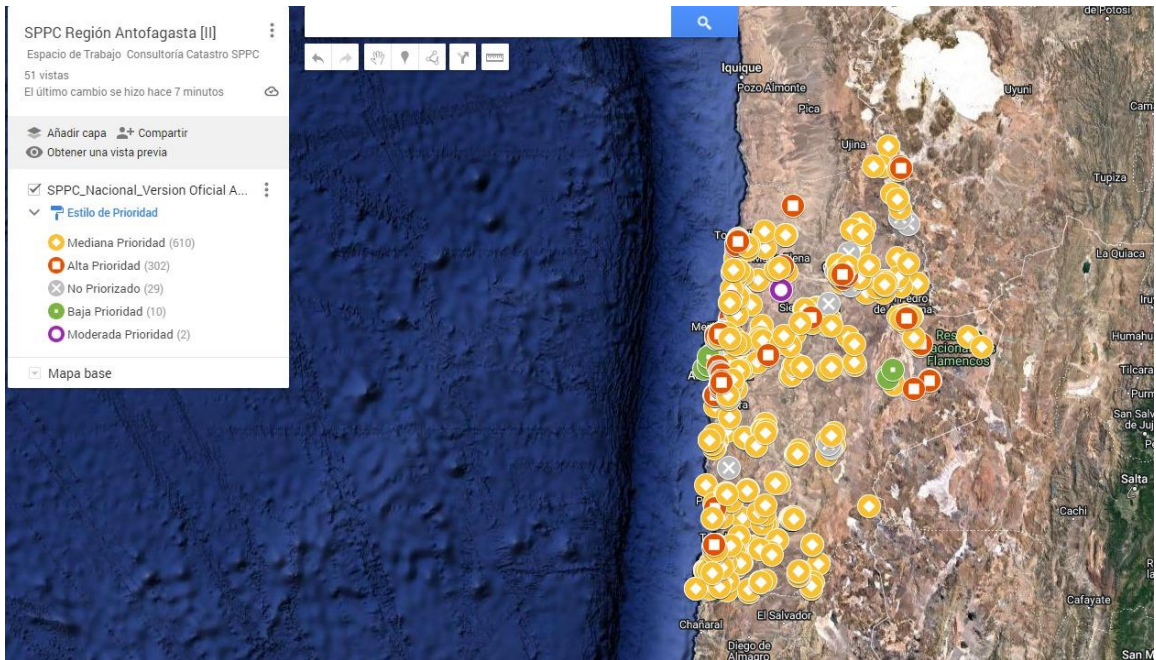
Esta información, que fue recepcionada por la Contraparte y revisada por las contrapartes técnicas nacional y regionales, se presenta en el Anexo 4 de este informe.

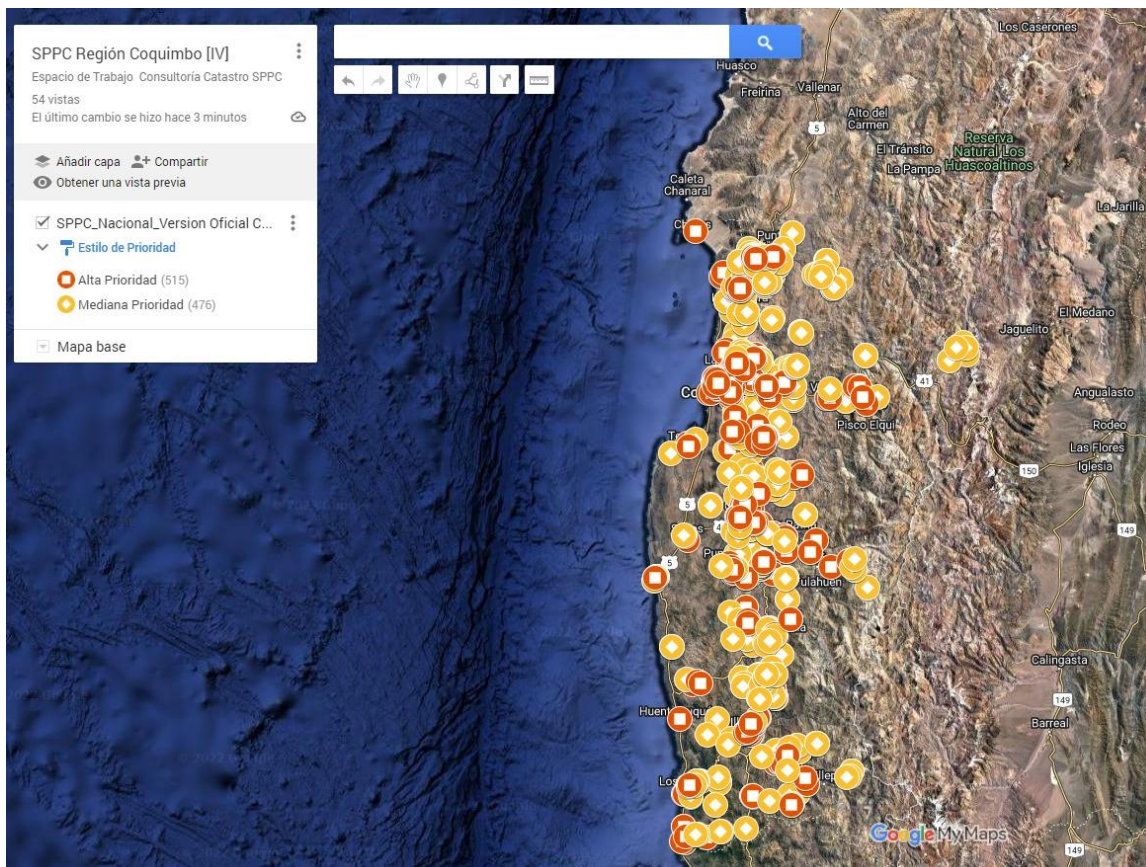
5.4.2 CONFECCIONAR EL CATASTRO NACIONAL DE SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES.

Se elaboró el Catastro Nacional de Suelos con Potencial presencia de Contaminantes y de Suelos Abandonados, y se realizó una versión para entregar como planillas Excel y en formato gráfico, tal como se presenta como ejemplo, en las siguientes figuras:

FIGURA 19. IMÁGENES DE CÓMO SE ENTREGA LA INFORMACIÓN DE LOS SPPC







En Anexo 1, se presenta el Catastro Nacional de SPPC y el listado de información a nivel nacional, la cual ha sido recepcionada y revisada por las contrapartes técnicas nacional y regionales. Adicionalmente, la información se presentan en formato ESRI shp, GeoJSON¹¹ y kmz para visualizarlo en forma gráfica.

¹¹ Es un formato de intercambio de datos geospaciales estándar abierto que representa características geográficas simples y sus atributos no espaciales. Basado en la notación de objetos de JavaScript (JSON), GeoJSON es un formato para codificar una variedad de estructuras de datos geográficos.

5.5 ACTIVIDAD 5: CARGAR EL CATASTRO Y LISTADOS REGIONALES EN LA PLATAFORMA INFORMÁTICA DE SPPC

5.5.1 CARGAR EL CATASTRO Y LISTADOS REGIONALES DE SPPC EN LA PLATAFORMA INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN DE SPPC

Para el levantamiento de SPPC, se entregó como insumo para el proceso de carga y migración de datos a la plataforma informática para la gestión de SPPC, la planilla Excel denominada "SPP_Nacional_Version Oficial vf.xlsx". Esta planilla se presenta en Anexo 6.

Los temas relevantes que fueron considerados en la migración, son los siguientes:

1. No solo se consideran los SPPC, sino que se incluyen todos los SPPC.
2. Se incluyen los SPPC de la región Metropolitana, ya que se hace un trabajo en conjunto con la otra Consultoría que está a cargo del Listado regional de la región Metropolitana, EnSoil.
3. No se consideran los campos: "Potenciales Contaminantes"; "Observaciones"; "Fuente de Información".
4. La "Fecha registro" se consideró como 2022 para todos los SPPC.
5. Las coordenadas se colocan en UTM.

Respecto a la información de la planilla utilizada, se obtienen las siguientes estadísticas, que se tuvieron presentes en el proceso de migración:

Ítem	Valor
Número total de registros de la planilla	10.253
Número total de SPPC en región de Arica y Parinacota	180
Número total de SPPC en región de Tarapacá	594
Número total de SPPC en región de Antofagasta	953
Número total de SPPC en región de Atacama	1.195
Número total de SPPC en región de Coquimbo	1.024
Número total de SPPC en región de Valparaíso	771
Número total de SPPC en región de Libertador Bernardo O'Higgins	777
Número total de SPPC en región del Maule	284
Número total de SPPC en región de Ñuble	548
Número total de SPPC en región de Biobío	317
Número total de SPPC en región de La Araucanía	719
Número total de SPPC en región de Los Ríos	369
Número total de SPPC en región de Los Lagos	260
Número total de SPPC en región de Aysén	174
Número total de SPPC en región de Magallanes	1.096
Número total de SPPC en región Metropolitana	992
Número total de sitios identificados en Tipo de Propiedad Privada	8.438
Número total de sitios identificados en Tipo de Propiedad Fiscal	494
Número total de sitios identificados en Tipo de Propiedad Sin Información	1.321

Ítem	Valor
Número total de sitios identificados en estado Activo	5.870
Número total de sitios identificados en estado Abandonado	2.931
Número total de sitios identificados en estado Inactivo	985
Número total de sitios identificados en estado Sin Información	467
Número total de sitios identificados con priorización Alta	5.743
Número total de sitios identificados con priorización Mediana	3.978
Número total de sitios identificados con priorización Moderada	129
Número total de sitios identificados con priorización Baja	40
Número total de sitios identificados con priorización No Priorizados	363
Número total de sitios identificados en estado de investigación Fase I - Priorizado	9.931
Número total de sitios identificados en estado de investigación Fase I - Jerarquizado	201
Número total de sitios identificados en estado de investigación Fase II - Inves. Confirmatorio	62
Número total de sitios identificados en estado de investigación Fase II - Inves. Preliminar	25
Número total de sitios identificados en estado de investigación Fase II – Ev. Riesgo ambiental	34

A continuación, se presentan algunas imágenes de la migración de la información de los SPPC:

FIGURA 20. IMÁGENES DE LA MIGRACIÓN DE LOS SPPC

PLATAFORMA WEB SPPC
Plataforma para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes
SITIO DE PRUEBAS

SITIOS BÚSQUEDA METODOLOGÍA MEDICIONES ADMINISTRACIÓN

RESUMEN NACIONAL

Regiones	Identificados				Priorizados					Jerarquizados			Fase II (P)	Fase II (C)	Fase III			
	Activo	Abandonado	Inactivo	Sin Información	Total	Alta Prioridad	Mediana Prioridad	Moderada Prioridad	Baja Prioridad	No Priorizado	Total	Baja Jerarquía				Mediana Jerarquía	Alta Jerarquía	Total
Arica y Parinacota	105	61	14	0	180	95	72	2	0	11	180	0	0	0	0	2	0	
Tarapacá	311	224	6	6	549	239	155	119	0	81	594	0	0	0	0	0	0	
Antofagasta	689	225	38	1	953	302	650	2	10	29	953	0	0	0	0	15	20	
Atacama	274	803	98	20	1195	305	886	0	2	2	1195	0	0	0	0	11	9	
Cochilco	177	558	153	136	1024	530	494	0	0	0	1024	0	0	0	0	3	0	
Valparaíso	299	359	59	54	771	450	321	0	0	0	771	0	0	0	0	5	2	
Metrozolitana	660	145	27	160	992	948	35	5	4	0	992	0	0	0	0	2	1	
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	494	196	56	31	777	498	278	1	0	0	777	0	0	0	11	2	0	
Maule	219	50	3	12	284	240	44	0	0	0	284	0	0	0	9	0	1	
Bío-Bío	483	38	27	0	548	458	90	0	0	0	548	0	0	0	0	0	0	
La Araucanía	626	88	5	0	719	590	129	0	0	0	719	6	19	21	46	10	3	
Los Ríos	212	46	2	0	260	200	60	0	0	0	260	0	0	0	0	2	0	
Los Lagos	311	54	4	0	369	266	71	0	0	2	369	0	0	0	0	0	0	
Aitón del Gral. Carlos Ibañez del Campo	97	66	11	0	174	91	83	0	0	0	174	0	0	0	0	0	0	
Magallanes y de la Antártica Chilena	617	12	467	0	1096	232	602	0	24	238	1096	0	0	0	0	0	0	
Ruble	296	6	15	0	317	269	48	0	0	0	317	2	4	6	12	0	0	
TOTAL	5870	2931	985	467	10253	5743	3978	129	40	363	10253	8	23	27	58	25	49	34

LISTADO DE SITIOS

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 19,253 registros

Nombre del Sitio	Región	Provincia	Comuna	Identificación Fase	Clasificación de Priorización	Clasificación de Jerarquización	Tipo de propiedad	Actividad Potencialmente Contaminante	Fecha creación	Acciones
1_Santa Rosa	Tarapacá	Iquique	Alto Hospicio	Fase I - Priorizado	No Priorizado		Privada	• Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	06/12/2022 16:40:36	Ver sitio
13 VESUS	Antofagasta	El Loa	San Pedro de Atacama	Fase I - Priorizado	Mediana Prioridad		Etica	• Manejo de sustancias peligrosas	06/12/2022 16:40:39	Ver sitio
21 DE MAYO I AL 9	Atacama	Huasco	Valparar	Fase I - Priorizado	Mediana Prioridad		Privada	• Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	06/12/2022 16:40:44	Ver sitio
21 DE MAYO I AL E	Atacama	Huasco	Valparar	Fase I - Priorizado	Mediana Prioridad		Privada	• Disposición de Residuos Mineros Menores	06/12/2022 16:40:44	Ver sitio
23 DE OCTUBRE	Atacama	Copiapó	Caldera	Fase I - Priorizado	Mediana Prioridad		Privada	• Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	06/12/2022 16:40:44	Ver sitio
23 DE OCTUBRE	Atacama	Copiapó	Caldera	Fase I - Priorizado	Mediana Prioridad		Privada	• Disposición de Residuos Mineros Menores	06/12/2022 16:40:44	Ver sitio
3 TRAZQUES	Valparaíso	Petorca	Petorca	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	• Disposición de Residuos Mineros Menores	06/12/2022 16:40:56	Ver sitio
A2	Junco y Parnacota	Anica	Anica	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	• Disposición de residuos sólidos	06/12/2022 16:40:36	Ver sitio
A3	Junco y Parnacota	Anica	Anica	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	• Disposición de residuos sólidos	06/12/2022 16:40:36	Ver sitio
A4	Junco y Parnacota	Anica	Anica	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	• Disposición de residuos sólidos	06/12/2022 16:40:36	Ver sitio

10 registros por página

[Anterior](#) [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [1006](#) [Siguiente](#)

[Crear nuevo sitio](#) [Descargar Estado](#)

RESUMEN DE LA REGIÓN

Antecedentes

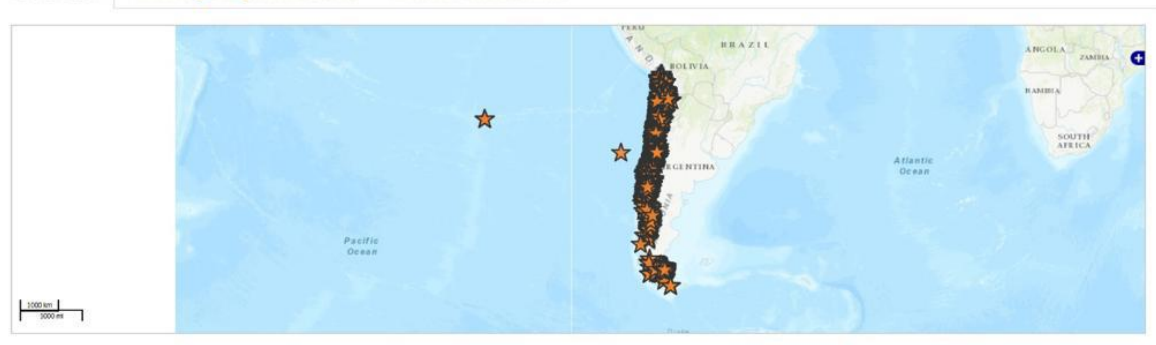
Situación Actual



Localización

Estudios y/o Proyectos Asociados

Antecedentes Relevantes



5.5.2 REALIZAR UNA PRESENTACIÓN A LA CONTRAPARTE TÉCNICA Y A LAS CONTRAPARTES REGIONALES DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO.

Entre los días 15 y 30 de noviembre se realizaron reuniones con la contraparte técnica y las contrapartes regionales para presentarles los resultados del estudio. Las reuniones sostenidas con las regiones, ordenadas por fecha son las siguientes:

TABLA 12. REUNIONES REALIZADAS CON LA CONTRAPARTES REGIONALES

REGION	FECHA	PARTICIPANTES
Valparaíso	15/11/2022	Valeria Manríquez (MMA) Carla Riveros (MMA) Lilian Veas (IDEAMBIENTE) Natalia Farfán (IDEAMBIENTE)
Araucanía	15/11/2022	Marta Hernández (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE)
Atacama	16/11/2022	Solange Aguilera (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Aysén	16/11/2022	Carol Alvarado (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE)
Coquimbo	17/11/2022	Sergio Troncoso (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Maule	18/11/2022	Mario Aravena (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE)
Antofagasta	21/11/2022	Mirna Aguilar (MMA) Carla Riveros (MMA) Carlos Cares (MMA) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Arica y Parinacota	21/11/22	Blanca Saavedra (MMA) Carla Riveros (MMA) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Tarapacá	22/11/2022	Jessica Alarcón (MMA) Carla Riveros (MMA) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Magallanes	22/11/2022	Yanko Cariceo (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE)
Los Ríos y Los Lagos	23/11/2022	Celeste Soto (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE)
O'Higgins	23/11/2022	Emilio López (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)
Ñuble y Biobío	24/11/2022	Marta Solís (MMA) Carla Riveros (MMA) Mariano Galdames (IDEAMBIENTE) Lilian Veas (IDEAMBIENTE)

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, el día 7 de diciembre del presente año, se realizó una presentación general a todas las contrapartes regionales, de los resultados obtenidos en el estudio. En Anexo 5 se presenta la ppt en power point.

6 CONCLUSIONES

El presente documento corresponde al Informe Final del proyecto “Actualización del Catastro Nacional de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, desarrollado por IDEAMBIENTE para el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), de acuerdo a los requerimientos planteados en la licitación de Mercado Público ID: 608897-23-LE22 y en la Resolución 0359 del 12 de abril del 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba las bases administrativas, técnicas y documentos anexos.

En la primera parte de este informe se revisaron, analizaron y sistematizaron todos los antecedentes, como Catastros Nacionales de SPCC, otros Catastros, estudios, informes, instrumentos normativos, oficios, memorándum entre otros.

Respecto a la información presentada en la plataforma del MMA, se revisaron a nivel nacional, 55 estudios e informes, 131 Listados de SPPC y Mapas y, 159 Oficios, Memorándum y correos electrónicos enviados por las instituciones públicas regionales, con información de los SPPC de cada región. Las regiones que más estudios incluyeron fueron Atacama (11 estudios) y Coquimbo (5 estudios). Es importante mencionar, que este número de documentos no se relaciona en forma directa con la cantidad de SPPC presentados o la calidad de dicha información.

Posteriormente a este trabajo, se realizaron reuniones con 13 contrapartes regionales de las Seremis del Medio Ambiente, y con dos servicios públicos (SERNAGEMIN y SAG). Con ambas instituciones, y desde su foco de trabajo, se discutió respecto a cómo se abordarían las Actividades Potencialmente Contaminantes, y cuáles sería el enfoque para identificarlas. La participación de las contrapartes regionales en cada una de las etapas de este trabajo, es fundamental por cuanto este Catastro es útil para la gestión que ellos realizan.

Se definió un listado con 25 Actividades Potencialmente Contaminantes (APC) y se realizó una comparación de las APC propuestas con las establecidas en el Anexo 1 de la Guía Metodológica del MMA.

Al respecto las APC's que contienen más SPPC, corresponden a las del sector minero, específicamente a las actividades de “Extracción y procesamiento de minerales de cobre, plata,

molibdeno y oro” y “Disposición de Residuos Mineros Masivos”, con 1.676 y 1.612 SPPC respectivamente. Le siguen, las “Estaciones de servicio de combustibles” y la “Disposición de residuos sólidos”, con 1.489 y 1.276 SPPC respectivamente.

Tras la sistematización de la información existente y la posterior identificación de aquellos suelos que cumplieran con las condiciones/criterios para ser definidos como suelos con potencial presencia de contaminantes, se generó una Base de Datos Nacional de SPPC, identificándose los Suelos Abandonados, Activos e Inactivos.

El Catastro Nacional de SPPC finalmente cuenta con 9.261 SPPC, de los cuales 5.199 son SPPC activos, 955 son Inactivos, 2.800 son Abandonados y 307 SPPC aun no son clasificados ya que se debe hacer un trabajo en terreno para identificar su categoría, para lo cual se identificaron como “Sin Información”.

Respecto a su priorización, se priorizaron en base a los siguientes criterios: Población residente a \leq 2 km y Ecosistemas Hídricos utilizados para agua potable (Alta Prioridad); Población residente a $>$ 2 km y $<$ 3 km y Ecosistemas Hídricos para otros usos (Mediana Prioridad); Uso de Suelo: agrícola, recreacional o industrial (Moderada Prioridad); Ecosistemas Sensibles (Baja Prioridad). El resultado final de su priorización es el siguiente:

- 4.796 SPPC Alta Prioridad
- 3.978 SPPC Mediana Prioridad
- 92 Moderada Prioridad
- 41 Baja Prioridad
- 354 No Priorizado.

Como producto final, se entrega un Catastro Nacional de SPPC como planilla Excel y en formato ESRI shp, GeoJSON¹² y kmz para visualizarlo en forma gráfica. Adicionalmente, se entrega un Listado de la Información revisada a nivel nacional y regional, 15 listados regionales, 15 Informes de Diagnósticos Regionales y los 9.261 SPPC cargados en la plataforma informática del MMA.

¹² Es un formato de intercambio de datos geoespaciales estándar abierto que representa características geográficas simples y sus atributos no espaciales. Basado en la notación de objetos de JavaScript (JSON), GeoJSON es un formato para codificar una variedad de estructuras de datos geográficos.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1. CATASTRO NACIONAL DE SPPC (DIGITAL)

7.2 ANEXO 2. INFORMACIÓN REVISADA NACIONAL

7.3 ANEXO 3. PROYECTO PRIORIZACIÓN (DIGITAL)

7.4 ANEXO 4. PRODUCTOS REGIONALES (DIGITAL)

7.5 ANEXO 5. REUNIONES (DIGITAL)

7.6 ANEXO 6. PLANILLA UTILIZADA PARA LA CARGA DE LA PLATAFORMA (DIGITAL)

8 BIBLIOGRAFÍA

1. AZA. (2019). Manual del Proveedor de Chatarra. Santiago, Chile
2. Briones, Oliva & Ramírez (2020). Industria del Cemento en Chile: CBB y su mirada al futuro, pag 64-95
3. Chávez T. C., Castro L. J., Díaz-Barriga M. F. & Monroy, F. M. (2011). Modelo conceptual de riesgo ambiental por arsénico y plomo en el distrito minero de Santa María de la Paz, San Luis Potosí, México. e-Gnosis, 9(1), pp. 1-25.
4. Garraín Cordero, D. (2009). Desarrollo y aplicación de las categorías de impacto ambiental. (Tesis para optar al título de doctor en Ingeniería del Producto y del Proceso). Universitat Jaume I.
5. Gomez, M. G. (2015). Posibilidades de Tratamiento de Residuos de Pilas y Baterías. Murcia: CONAMA 10.
6. http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/5_metales_pesados_suelo.pdf
7. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART4.pdf>

8. Icontec. (2004). NTC 3656. Gestión ambiental. Suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación. Bogotá: Icontec.
9. Icontec. (2008). NTC5234. Calidad de suelo. Determinación de pH. Bogotá: Icontec.
10. Mangena, S. & Brent, A. (2006). Application of a Life Cycle Impact Assessment framework to evaluate and compare environmental performances with economic values of supplied coal products. *Journal of Cleaner Production*, 14, pp. 1071-1084.
11. Ministerio de la Presidencia de España (2005). Real Decreto 9, "Se establece la relación de las actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios estándares para la declaración de suelos contaminados
12. Organización Mundial de la Salud (2017). Reciclaje de baterías de plomo-ácido usadas
13. Pérez, D. A. (2014). Análisis de los Impactos Ambientales que produce una empresa de Muebles. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
14. Pérez-Martínez, I. & Martín Romero, F. (2015). Uso de parámetros indirectos para la evaluación de la contaminación de suelos por metales pesados en una zona minera de San Luis Potosí, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(1), pp. 1-12.
15. Pineda Acevedo, V. (2015). Evaluación de la contaminación del suelo por metales pesados producto de la actividad minera de carbón. Bogotá: Universidad El Bosque.