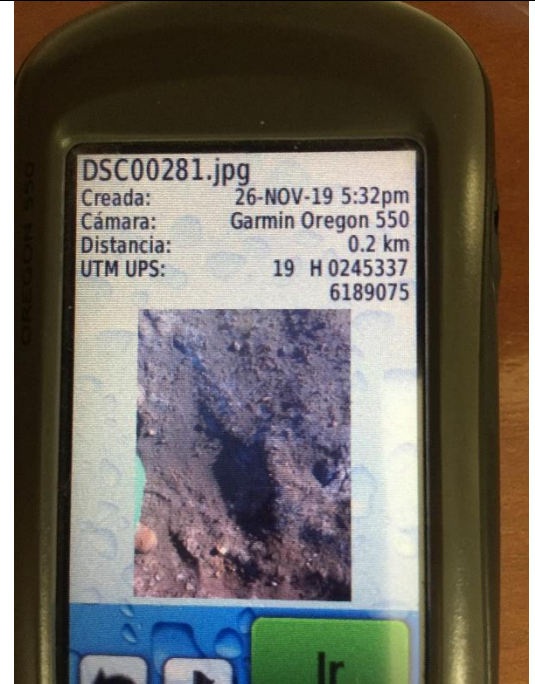


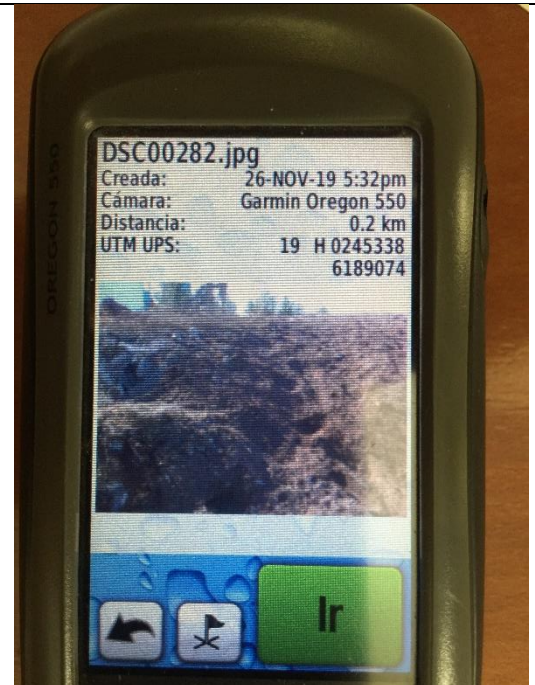
- IV) Coordenada Punto “Sector acopio sur oeste del galpón 3” según informe SMA. El informe señala como “Uso de suelo” al punto muestreado como “Agrícola (fuera cambio de uso suelo)”. Coordenadas del punto SMA N 6189076 – E 245337. Fotos sector acopio de escoria. La muestra se debió tomar directamente de la escoria.



Foto del punto de la coordenada



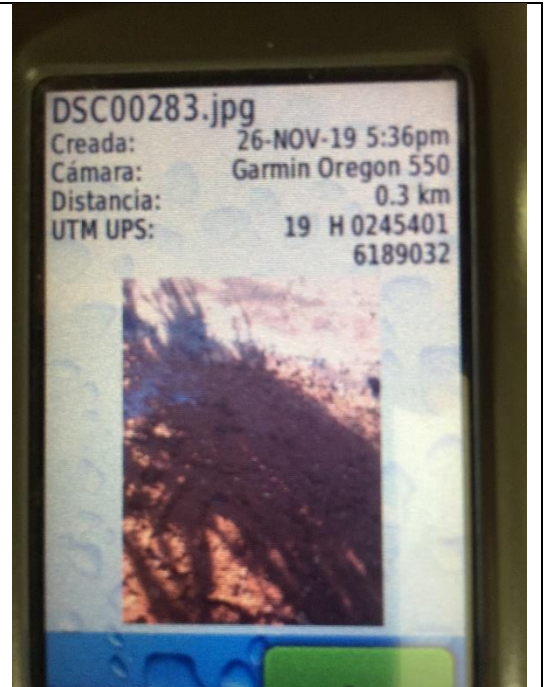
Sector del punto de la coordenada



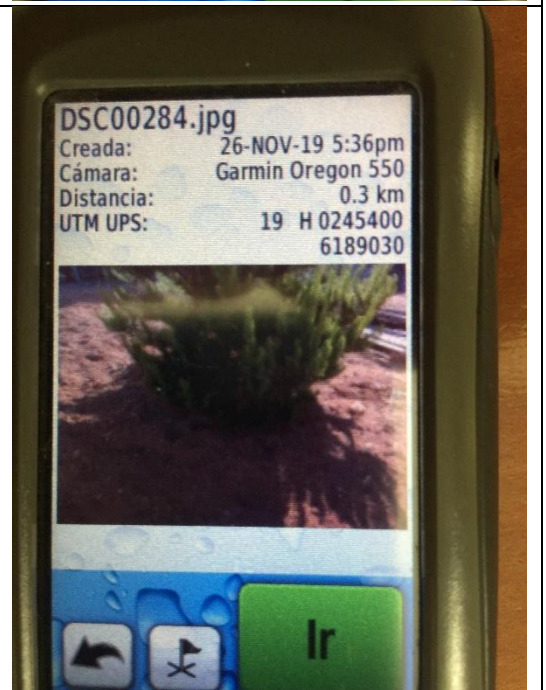
- V) Coordenada Punto "Sector acopio sur este del galpón 2" según informe SMA. El informe señala como "Uso de suelo" al punto muestreado como "Industrial". Coordenadas del punto SMA N 6189030 – E 245400. Fotos patio de la planta de fundición sector plataforma o relleno cerca del Trapiche. La muestra se debió tomar directamente de la plataforma o su ladera.



Foto del punto de la coordenada

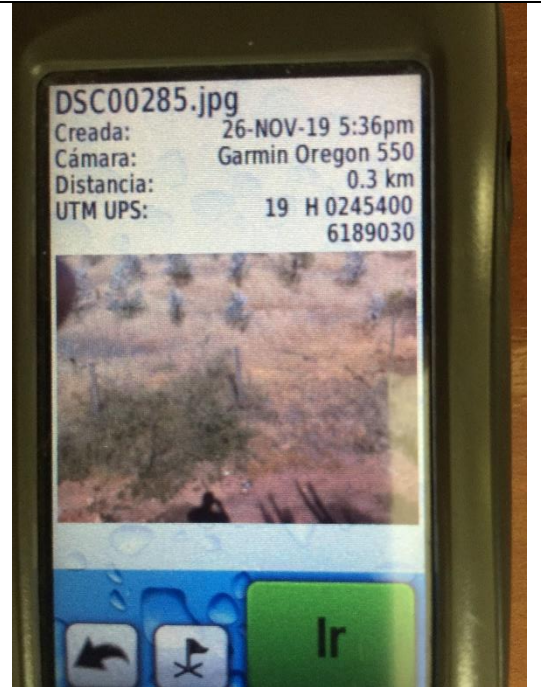


Sector del punto de la coordenada





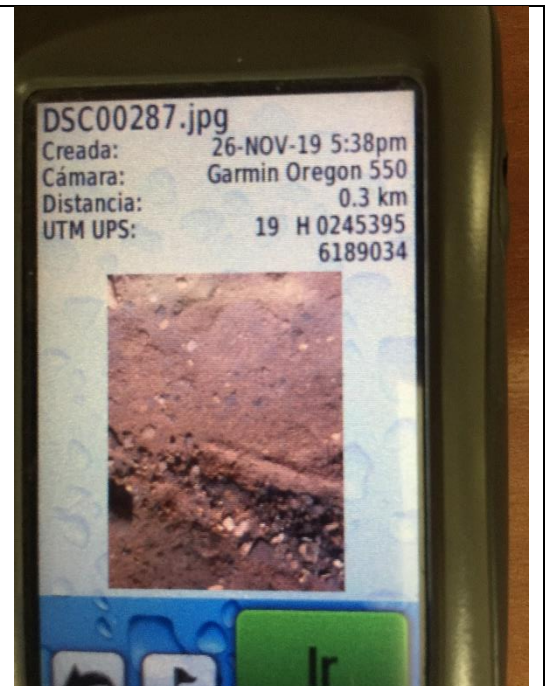
Sector del punto de la coordenada



- VI) Coordenada Punto “Sector acopio sur este del galpón 2” según de informe SMA. El informe señala como “Uso de suelo” al punto muestreado como “Industrial”. Coordenadas del punto SMA N 6189033 – E 245497. Fotos de patio de la planta de fundición sector plataforma o relleno. La muestra se debió tomar directamente de la plataforma o su ladera.

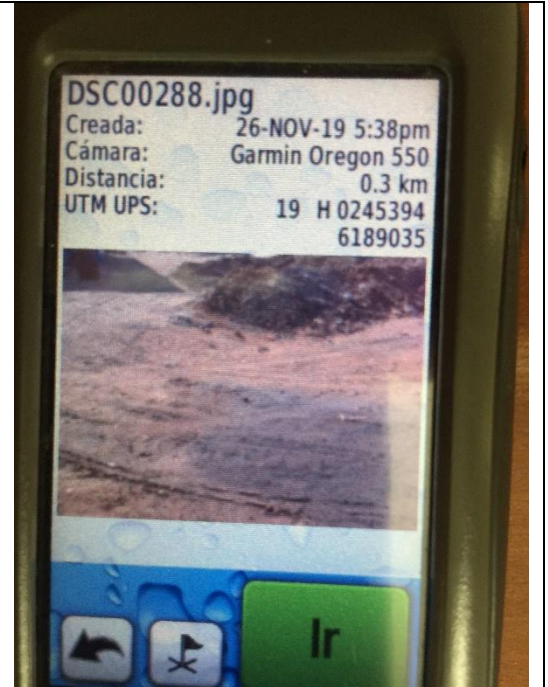


Foto del punto de la coordenada

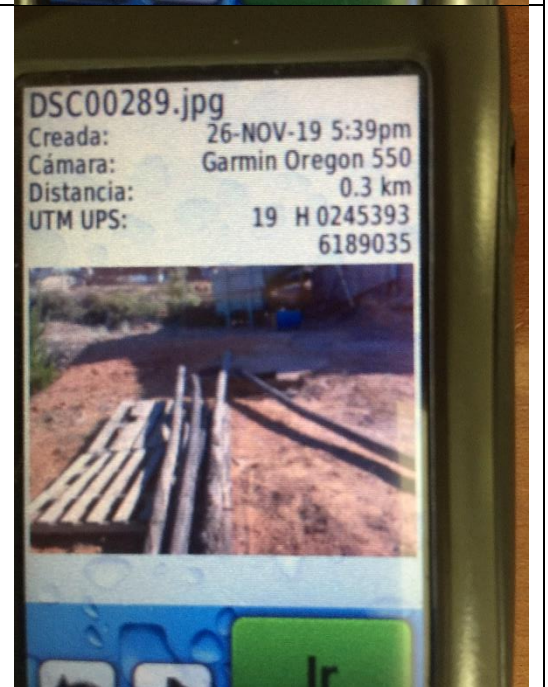




Sector del punto de la coordenada



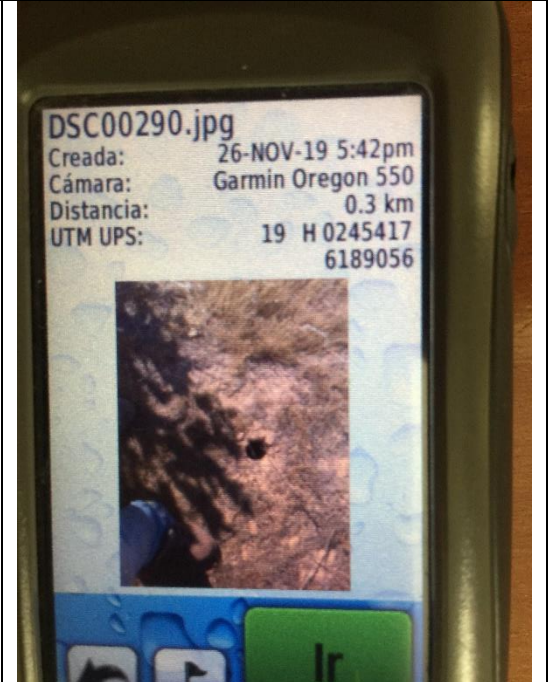
Sector del punto de la coordenada



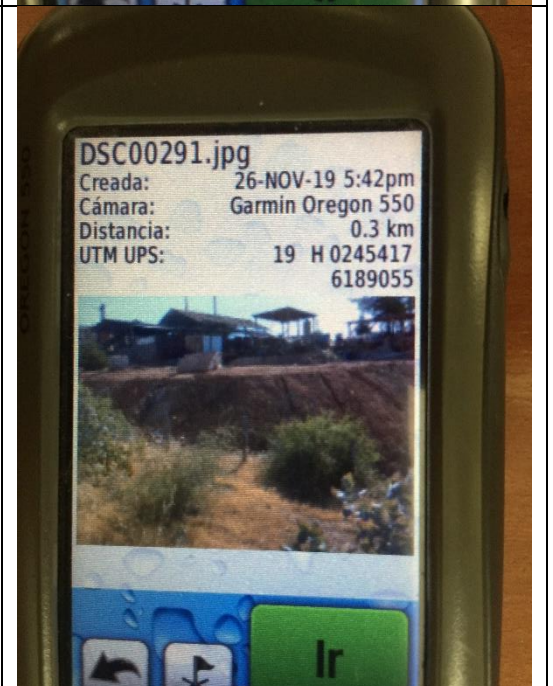
- VII) Coordenada Punto "Ladera ubicada atrás del galpón 2" según informe SMA. El informe señala como "Uso de suelo" al punto muestreado como "Industrial". Coordenadas del punto SMA N 6189056 – E 245417. Fotos sector ladera de cerro forestada contigua a la planta de fundición. La muestra se debió tomar directamente del suelo.



Foto del punto de la coordenada



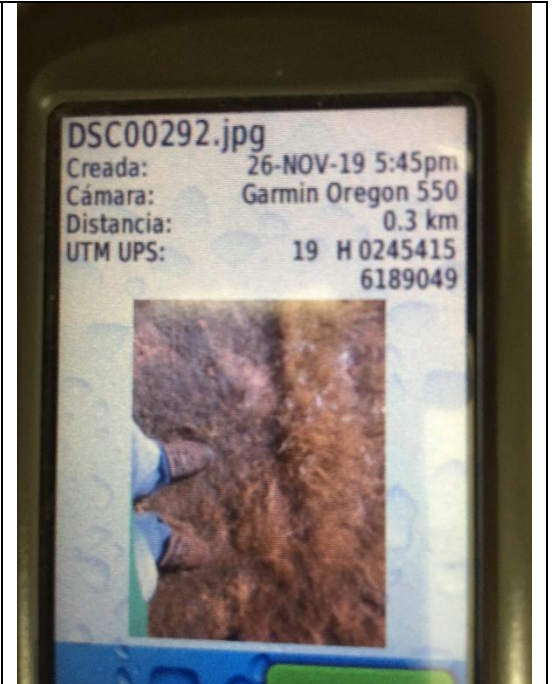
Sector del punto de la coordenada



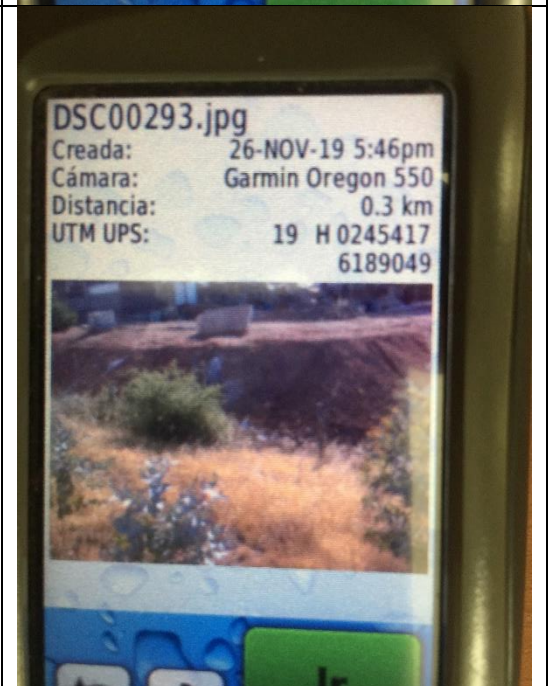
- VIII) Coordenada Punto "Ladera ubicada atrás del galpón 2" según informe SMA. El informe señala como "Uso de suelo" al punto muestreado como "Industrial". Coordenadas del punto SMA N 6189049– E 245418. Fotos sector ladera de cerro forestada contigua a la planta de fundición. La muestra se debió tomar directamente del suelo.



Foto del punto de la coordenada



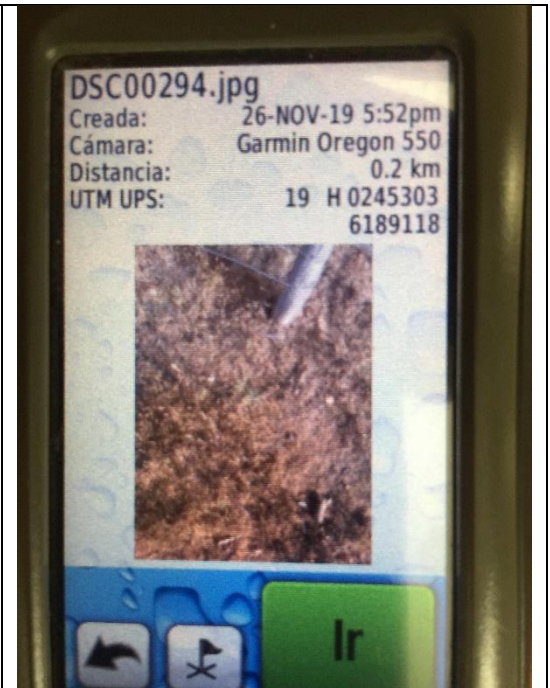
Sector del punto de la coordenada



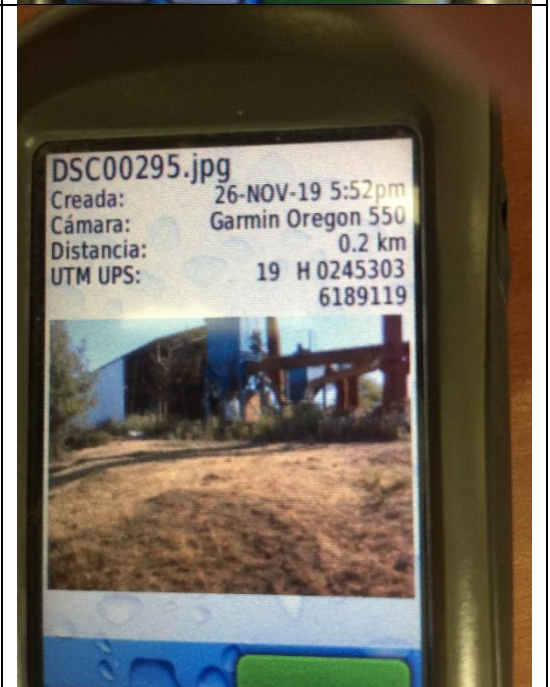
- IX) Coordenada Punto "Talud ubicado atrás del galpón 3" según informe SMA. El informe señala como "Uso de suelo" al punto muestreado como "Agrícola (fuera cambio de uso suelo)". Coordenadas del punto SMA N 6189119- E 245305. Fotos sector terreno alrededor al Galpón 3 de la planta de fundición. La muestra se debió tomar directamente del suelo.



Foto del punto de la coordenada

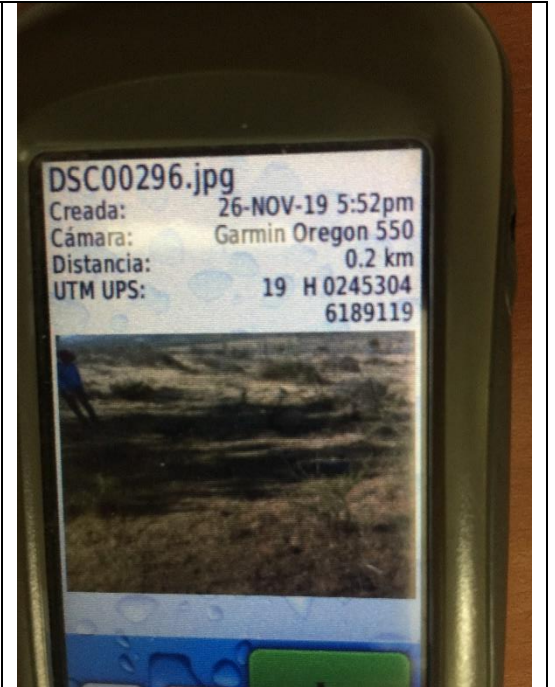


Sector del punto de la coordenada





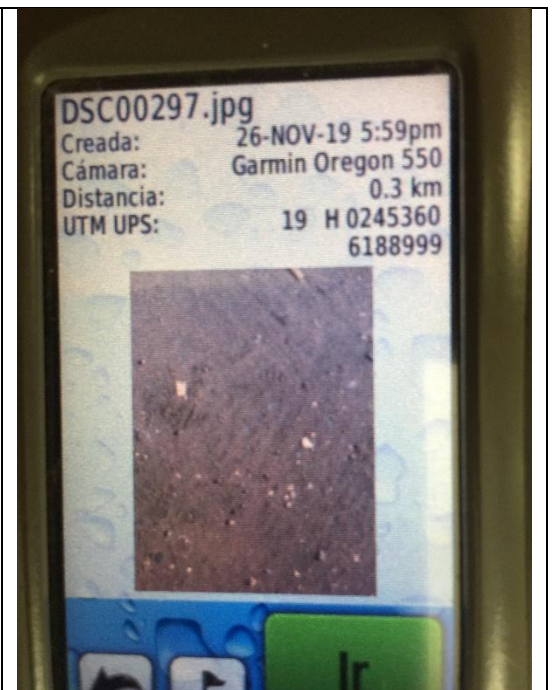
Sector del punto de la coordenada



- X) Coordenada Punto "Entrada galpón 1" según informe SMA. El informe señala como "Uso de suelo" al punto muestreado como "Industrial". Coordenadas del punto SMA N 6189001– E 245359. Fotos sector Galón N°1 de la planta de fundición. La muestra se debió tomar directamente del terreno de acceso al Galpón.



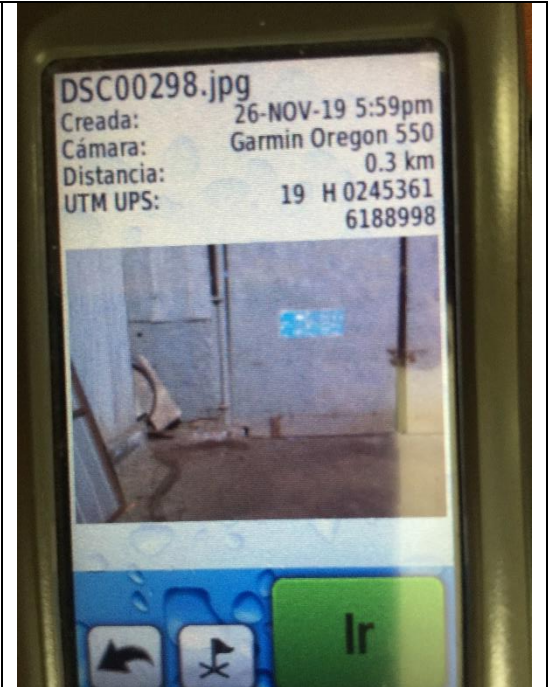
Foto del punto de la coordenada



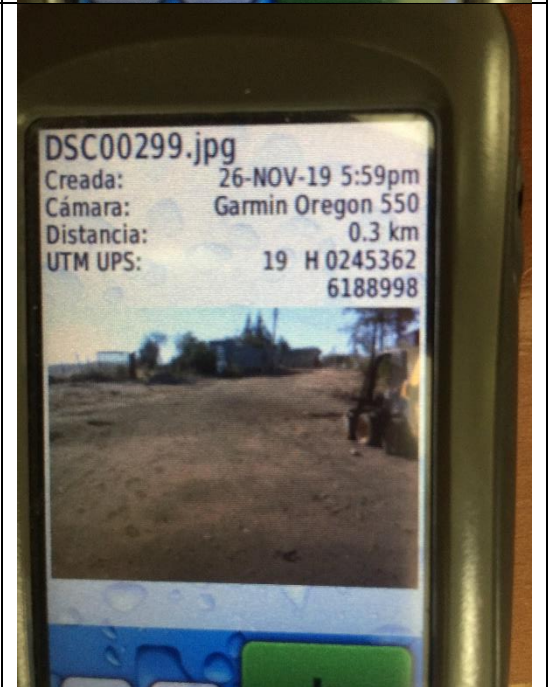




Sector del punto de la coordenada



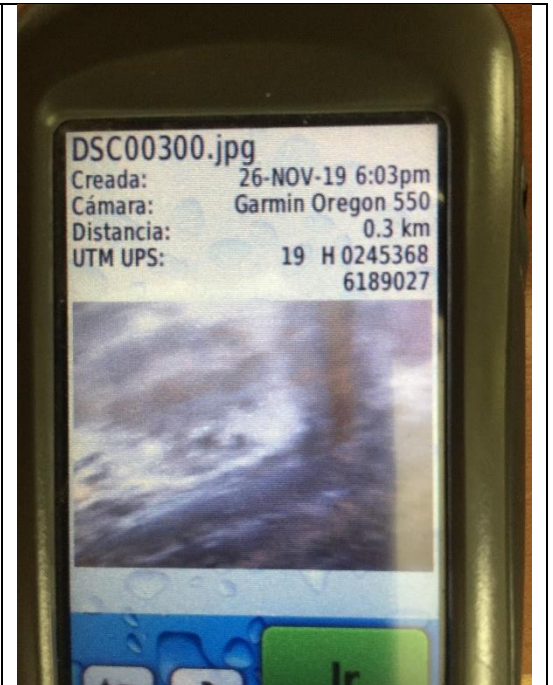
Sector del punto de la coordenada



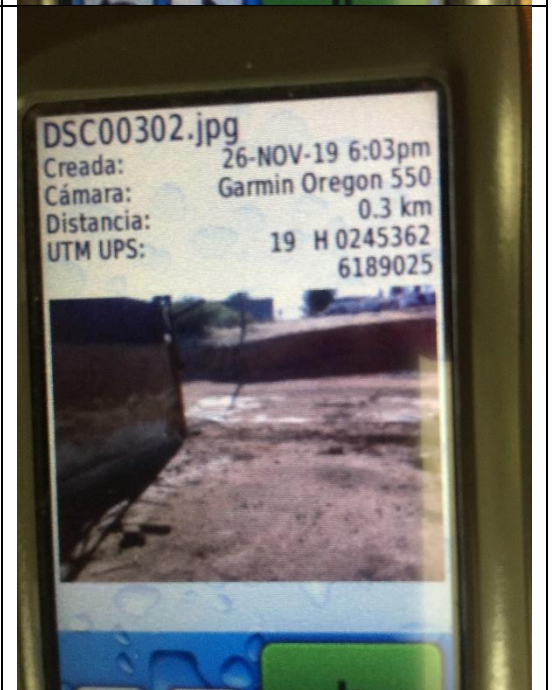
- XI) Coordenada Punto "Suelo al interior galpón 2" según informe SMA. El informe señala como "Uso de suelo" al punto muestreado como "Industrial". Coordenadas del punto SMA N 6189026- E 245368. Foto interior de bodega del Galpón 2 de la planta de fundición. La muestra se debió tomar directamente del piso o radier de la Bodega.



Foto del punto de la coordenada



Sector del punto de la coordenada



# **Estudio de Análisis de Suelos**

## **Proyecto Fundición de Plomo Alcones.**

## Índice

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.      | INTRODUCCIÓN .....                      | 6  |
| 2.      | OBJETIVO .....                          | 6  |
| 3.      | METODOLOGÍA.....                        | 7  |
| 3.1.    | Trabajo de Gabinete .....               | 7  |
| 3.2.    | Trabajo de Campo .....                  | 8  |
| 3.2.1.  | Metodología de Muestreo.....            | 8  |
| 3.2.2.  | Equipo de Medición.....                 | 11 |
| 3.3.    | Análisis Químico .....                  | 13 |
| 4.      | ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS .....       | 14 |
| 4.1.    | Usos y Clases de Suelo.....             | 14 |
| 4.2.    | Normativa Internacional.....            | 17 |
| 4.2.1.  | Holanda, Países Bajos .....             | 17 |
| 4.2.2.  | Estados Unidos .....                    | 17 |
| 4.2.3.  | Canadá .....                            | 17 |
| 4.2.4.  | México .....                            | 18 |
| 5.      | RESULTADOS .....                        | 20 |
| 5.1.    | Descripción del Área de Estudio .....   | 20 |
| 5.2.    | Localización Puntos de Muestreo.....    | 21 |
| 5.3.    | Caracterización Puntos Muestreados..... | 22 |
| 5.3.1.  | Punto C1 .....                          | 22 |
| 5.3.2.  | Punto C2 .....                          | 25 |
| 5.3.3.  | Punto C3 .....                          | 28 |
| 5.3.4.  | Punto C4 .....                          | 31 |
| 5.3.5.  | Punto C5 .....                          | 33 |
| 5.3.6.  | Punto C6 .....                          | 36 |
| 5.3.7.  | Punto C7 .....                          | 38 |
| 5.3.8.  | Punto C8 .....                          | 42 |
| 5.3.9.  | Punto C9 .....                          | 44 |
| 5.3.10. | Punto C10 .....                         | 48 |
| 5.3.11. | Punto C11 .....                         | 51 |
| 5.3.12. | Punto C12 .....                         | 54 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.3.13. | Punto C13 .....                             | 57  |
| 5.3.14. | Punto C14 .....                             | 60  |
| 5.3.15. | Punto C15 .....                             | 63  |
| 5.3.16. | Punto C16 .....                             | 66  |
| 5.3.17. | Punto C17 .....                             | 69  |
| 5.3.18. | Punto C18 .....                             | 72  |
| 5.3.19. | Punto C19 .....                             | 78  |
| 5.3.20. | Punto C20 .....                             | 74  |
| 5.3.21. | Punto C21 .....                             | 80  |
| 5.3.22. | Punto C22 .....                             | 83  |
| 5.3.23. | Punto C23 .....                             | 86  |
| 5.3.24. | Punto C24 .....                             | 89  |
| 5.3.25. | Punto S25.....                              | 92  |
| 5.3.26. | Punto S26.....                              | 94  |
| 5.3.27. | Punto S27.....                              | 95  |
| 6.      | ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES AFECTADAS .....   | 98  |
| 7.      | CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS AMBIENTALES..... | 99  |
| 8.      | BIBLIOGRAFÍA .....                          | 101 |
|         | ANEXOS .....                                | 102 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. PUNTOS DE MUESTREO. ....                                 | 9  |
| TABLA 2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS QUÍMICO. ....                    | 13 |
| TABLA 3. LISTA DE TIPOS Y SUBTIPOS O CLASES DE USO DE SUELO ..... | 14 |
| TABLA 4. CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE SUELO .....                 | 15 |
| TABLA 5. NORMATIVA PARA SUELOS, COMPONENTE PLOMO, HOLANDA.....    | 18 |
| TABLA 6. NORMATIVA PARA SUELOS, COMPONENTE PLOMO, USEPA, USA..... | 18 |
| TABLA 7. NORMATIVA PARA SUELOS, COMPONENTE PLOMO. USEPA, USA..... | 18 |
| TABLA 8. NORMATIVA PARA SUELOS, COMPONENTE PLOMO, CANADÁ.....     | 19 |
| TABLA 9. NORMATIVA PARA SUELOS, COMPONENTE PLOMO, MÉXICO.....     | 19 |
| TABLA 10. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C1 .....                     | 24 |
| TABLA 11. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO PUNTO C2.....              | 25 |
| TABLA 12. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C2 .....                     | 26 |
| TABLA 13. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C2.....             | 27 |
| TABLA 14. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C3 .....                     | 29 |
| TABLA 15. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C4.....             | 30 |
| TABLA 16. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C4 .....                     | 32 |
| TABLA 17. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C4.....             | 33 |
| TABLA 18. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C5 .....                     | 34 |
| TABLA 19. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C5.....             | 35 |
| TABLA 20. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C6 .....                     | 37 |
| TABLA 21. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C6.....             | 38 |
| TABLA 22. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C7 .....                     | 40 |
| TABLA 23. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C7.....             | 41 |
| TABLA 24. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C8 .....                     | 43 |
| TABLA 25. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C8.....             | 44 |
| TABLA 26. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C9 .....                     | 46 |
| TABLA 27. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C9.....             | 47 |
| TABLA 28. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C10 .....                    | 49 |
| TABLA 29. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C10.....            | 50 |
| TABLA 30. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C11 .....                    | 53 |
| TABLA 31. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C11.....            | 53 |
| TABLA 32. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C12 .....                    | 56 |
| TABLA 33. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C12.....            | 57 |
| TABLA 34. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C13 .....                    | 59 |
| TABLA 35. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C13.....            | 60 |
| TABLA 36. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C14 .....                    | 61 |
| TABLA 37. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C14.....            | 63 |
| TABLA 38. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C15 .....                    | 64 |
| TABLA 39. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C15.....            | 66 |
| TABLA 40. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C16 .....                    | 67 |

|   |    |
|---|----|
| TABLA 41. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C16.....  | 68 |
| TABLA 42. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C17 .....          | 70 |
| TABLA 43. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C17.....  | 71 |
| TABLA 44. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C18 .....          | 73 |
| TABLA 45. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C18.....  | 74 |
| TABLA 46. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C19 .....          | 76 |
| TABLA 47. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C19.....  | 77 |
| TABLA 48. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C20 .....          | 79 |
| TABLA 49. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO. PUNTO C20.....  | 80 |
| TABLA 50. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C21 .....          | 82 |
| TABLA 51. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C21.....  | 83 |
| TABLA 52. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C22 .....          | 84 |
| TABLA 53. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C22.....  | 85 |
| TABLA 54. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C23 .....          | 87 |
| TABLA 55. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C23.....  | 88 |
| TABLA 56. DESCRIPCIÓN PEDÓN CALICATA C24 .....          | 89 |
| TABLA 57. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO C24.....  | 91 |
| TABLA 58. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO S25 ..... | 93 |
| TABLA 59. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO S26.....  | 94 |
| TABLA 60. COMPARATIVA ANÁLISIS QUÍMICO, PUNTO S27 ..... | 97 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO.....                      | 19 |
| FIGURA 2. PUNTOS DE MUESTREO FUNDICIÓN ALCONES. ....             | 20 |
| FIGURA 3. PUNTOS DE MUESTREO, ZONA USO DE SUELO INDUSTRIAL. .... | 21 |
| FIGURA 4. ESTIMACION DE SUPERFICIES AFECTADAS POR PLOMO. ....    | 98 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La Planta Fundición Alcones corresponde a un proyecto donde se producían lingotes de plomo metálico a partir de la utilización de 3 hornos de fundición de la materia prima, pasta de plomo.

A partir de las actividades asociadas a la fundición y su operación por más de 20 años, la Superintendencia de Medio Ambiente a través de un proceso de fiscalización consideró una infracción gravísima debido a supuesta *“producción, reutilización, almacenamiento, tratamiento y eliminación final de sustancias tóxicas... generando efectos adversos a la salud de la población y a uno o más componentes ambientales”* posterior a una fiscalización donde se constataría presencia de partes de baterías de plomo enterradas en el suelo.

Así, considerando lo anterior, es que se realiza un muestreo y análisis de los Suelos del entorno de la fundición, para posteriormente analizar y contrastar los resultados con las normativas internacionales utilizadas por la Autoridad.

El sitio donde se emplazan las actividades asociadas a la Planta se encuentran al interior del fundo Alcones, comuna de Marchigüe, provincia de Cardenal Caro, región del Libertador Bernardo O’Higgins. La Planta como tal, se sitúa a 2,5 km del sector de Alcones, a 14 km de la ciudad de Marchigüe y a aproximadamente 22 km de Pichilemu.

## 2. OBJETIVO

El alcance del servicio considera el desarrollo de antecedentes técnicos para la elaboración del **Estudio y análisis de los suelos del entorno de la Fundición Alcones**. Para esto, es necesario destacar que se cuenta con calificación ETFA e inspectores ambientales aportados por la empresa Algoritmos Spa que habilitan a la empresa para el muestreo y análisis del componente.

El servicio comprende los siguientes alcances:

- Descripción completa del componente suelo mediante un **Estudio Agrológico**, donde se detallarán características edafológicas y valor agrícola de los suelos del entorno de la fundición.
- Análisis de Plomo en 90 muestras de suelo. Se considera para cada punto una calicata y se tomará una muestra asociada a los horizontes de suelo determinados por el **Estudio Agrológico**.
- Los resultados del análisis serán contrastados con las **Normas Holandesa, Canadiense, Mexicana y Estadounidense**.



### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Trabajo de Gabinete

Debido a que en Chile no existe una normativa específica que regule la calidad de los suelos, se realiza una investigación exhaustiva de las principales normativas de referencia internacionales de contaminación y calidad de suelo, esto para reunir información respecto a los niveles de plomo máximos permitidos en la legislación internacional, los cuales consideran valores de alerta para la protección de la salud del ser humano y el medio ambiente. Además, se procede a efectuar una evaluación del terreno a través de imágenes satelitales, para realizar una planificación adecuada del muestreo de suelos y estudio edafológico del área de influencia. Se recaba información respecto a los usos de suelo actuales presentes en el área, identificando y sectorizando la Fundición y zonas colindantes.

Para diseñar la selección de muestras y la justificación de metodologías se contempló lo establecido en la legislación ambiental vigente y en las guías metodológicas que a continuación se señalan:

- Pauta para Estudios de Suelos (SAG, 2011 rectificada 2016).
- Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo (SAG, 2011).
- Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo (SAG, 2019).
- Área de Influencia en el Sistema de Evaluación De Impacto Ambiental (SEA, 2017).

En la Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo (2019), se establece que la metodología dispuesta en la caracterización del recurso suelo en terreno debe estar fundamentada, precisando la Cantidad (Número) y ubicación georreferenciada de las muestras de suelo con calicatas, perfil o cortes de caminos y/o barreno agrológico, las que deben ser representativas del área estudiada. En el caso del presente estudio se optó por calicatas de 1 metro cúbico, realizadas con maquinaria retroexcavadora.

En la investigación inicial, se revisaron estudios conocidos de clasificación y reconocimiento de suelos de la Región del Libertador General Bernardo O´Higgins, provincia de Cardenal Caro, mediante los cuales se logró alcanzar una visión general de las características más relevantes relacionadas con los suelos dónde se encuentra la zona de investigación. Algunos documentos estudiados son:

- “Mapa de asociaciones de grandes grupos de suelos de Chile” (Luzio y Alcayaga, 1992);
- “Guía para le descripción del Uso del Territorio en el SEIA” (SEIA,2013);
- “Pauta para Estudio de Suelos” (SAG, rectificada 2011);
- “Estudio Agrológico VI Región” (CIREN, actualizada 2008);
- “Perfil Ambiental de Chile” (CONAMA, 1994);

- “Suelos de Chile” (Casanova *et. al* 2013);
- “Soil Survey Staff” (USDA, 1975).
- “Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Capítulo Región de O’Higgins” (CIREN, 2010)

La zona estudiada pertenece a la comuna de Marchigüe, en el secano costero del valle de Colchagua. Posee una superficie total de 660 kilómetros cuadrados, una altitud media de 135 m.s.n.m. y suelos graníticos profundos, cubiertos por grandes volúmenes de arcillas en superficie. Según los trabajos desarrollados por Luzio y Acayaga nos encontramos con suelos pertenecientes al grupo Haplustalfs-Ustochrepts, caracterizados por tener un origen y desarrollo a partir de la roca granítica que conforma la cordillera de la costa. Además, estos suelos poseen un régimen de humedad ústico, es decir, se presenta un período de lluvias de al menos 3 meses.

### **3.2. Trabajo de Campo**

Los días 6 a 8 de febrero del presente año se efectuó el terreno en el área de estudio, realizado para la recolección de muestras de Suelo de la Fundición Alcones y las zonas aledañas a esta. Esta se realiza a través de Calicatas y se toma una muestra superficial, Horizonte A, Horizonte B, Horizonte BC, de acuerdo a la especificación del terreno.

Por otro lado, se realiza un reconocimiento del terreno en general, el cual será utilizado para el análisis agrológico del área de influencia, identificando usos de suelo actuales y valorizar ambientalmente este.

Se perpetró un total de 90 muestras, diferenciadas en 27 puntos, de los cuales, en 24 de estos se realizaron calicatas y en 3 puntos se hizo un muestreo superficial.

#### **3.2.1. Metodología de Muestreo**

La metodología de muestreo se detalla a continuación.

- Se rotulan las etiquetas correspondientes a cada punto de muestreo y se alistaron los materiales a utilizar: guantes, palas y bolsas herméticas de modo que se encontraran limpias y ordenadas al momento de realizar el muestreo.
- Para evitar la contaminación de los materiales de muestreo, se utilizó agua destilada y papel absorbente para realizar limpieza y secado del material entre cada punto de muestreo.
- Para la realización del muestreo se realizaron calicatas en los puntos a muestrear. Las calicatas se perpetraron a través de una retroexcavadora, proporcionada por el cliente.
- Las muestras de suelo se extrajeron mediante el uso de una pala plástica y de acero inoxidable.

- Se tomaron muestras superficiales en 3 puntos, 9 puntos se tomaron tres muestras a distintas profundidades (Horizonte A, Horizonte B y Horizonte BC) y en 15 puntos se tomaron un total de cuatro muestras por calicata, de manera superficial y en los tres horizontes antes mencionados, obteniéndose un total de 90 muestras en total.
- La muestra recolectada se introdujo en una bolsa hermética la cual se selló.
- Se identificó la muestra utilizando la etiqueta previamente rotulada. Las bolsas se transportaron en un cooler al laboratorio Algoritmos, en donde se realizaron los análisis solicitados.
- Se obtuvo una cantidad de 1 kg de muestra, aproximadamente, en cada punto muestreado, para su posterior análisis.

En la siguiente tabla se indica el detalle de cada uno de los puntos de muestreo, fecha, hora, coordenadas y profundidad a la que se tomó la muestra.

**Tabla 1. Puntos de Muestreo.**

| Nombre del punto | Fecha      | Hora  | Profundidad (cm) | Código muestras Laboratorio Algoritmos |
|------------------|------------|-------|------------------|--|
| C1               | 07-02-2020 | 10:50 | 25               | S-0352                                 |
|                  |            | 11:00 | 60               | S-0353                                 |
|                  |            | 11:10 | 90               | S-0354                                 |
| C2               | 07-02-2020 | 11:30 | 30               | S-0355                                 |
|                  |            | 11:35 | 60               | S-0356                                 |
|                  |            | 11:40 | 90               | S-0357                                 |
| C3               | 07-02-2020 | 11:45 | 30               | S-0358                                 |
|                  |            | 11:50 | 60               | S-0359                                 |
|                  |            | 11:55 | 90               | S-0360                                 |
| C4               | 07-02-2020 | 12:20 | 30               | S-0361                                 |
|                  |            | 12:25 | 60               | S-0362                                 |
|                  |            | 12:30 | 90               | S-0363                                 |
| C5               | 07-02-2020 | 12:41 | Superficial      | S-0364                                 |
|                  |            | 12:45 | 30               | S-0365                                 |
|                  |            | 12:50 | 60               | S-0366                                 |
|                  |            | 12:55 | 90               | S-0367                                 |
| C6               | 14-04-2020 | 14:04 | Superficial      | S-1000                                 |
|                  |            | 14:05 | Superficial      | S-1001                                 |
|                  |            | 14:14 | 30               | S-1002                                 |
|                  |            | 14:15 | 30               | S-1003                                 |
|                  |            | 14:24 | 60               | S-1004                                 |
|                  |            | 14:25 | 60               | S-1005                                 |
|                  |            | 14:32 | 90               | S-1006                                 |
| C7               | 07-02-2020 | 14:33 | 90               | S-1007                                 |
|                  |            | 15:38 | Superficial      | S-0372                                 |
|                  |            | 15:40 | 30               | S-0373                                 |
|                  |            | 15:42 | 60               | S-0374                                 |
| C8               | 07-02-2020 | 15:44 | 90               | S-0375                                 |
|                  |            | 15:58 | Superficial      | S-0376                                 |
|                  |            | 16:00 | 30               | S-0377                                 |
|                  |            | 16:02 | 60               | S-0378                                 |
|                  |            | 16:04 | 90               | S-0379                                 |

| Nombre del punto | Fecha      | Hora  | Profundidad (cm) | Código muestras Laboratorio Algoritmos |
|------------------|------------|-------|------------------|--|
| C9               | 14-04-20   | 15:00 | Superficial      | S-1008                                 |
|                  |            | 15:01 | Superficial      | S-1009                                 |
|                  |            | 15:02 | 30               | S-1010                                 |
|                  |            | 15:03 | 30               | S-1011                                 |
|                  |            | 15:04 | 60               | S-1012                                 |
|                  |            | 15:05 | 60               | S-1013                                 |
|                  |            | 15:10 | 90               | S-1014                                 |
|                  |            | 15:12 | 90               | S-1014                                 |
| C10              | 07-02-2020 | 16:55 | 30               | S-0383                                 |
|                  |            | 16:57 | 60               | S-0384                                 |
|                  |            | 16:59 | 90               | S-0385                                 |
| C11              | 07-02-2020 | 16:34 | Superficial      | S-0386                                 |
|                  |            | 16:37 | 30               | S-0387                                 |
|                  |            | 16:39 | 60               | S-0388                                 |
|                  |            | 16:41 | 90               | S-0389                                 |
| C12              | 07-02-2020 | 17:20 | 30               | S-0390                                 |
|                  |            | 17:22 | 60               | S-0391                                 |
|                  |            | 17:24 | 90               | S-0392                                 |
| C13              | 07-02-2020 | 17:48 | Superficial      | S-0393                                 |
|                  |            | 17:51 | 30               | S-0394                                 |
|                  |            | 17:53 | 60               | S-0395                                 |
|                  |            | 17:55 | 90               | S-0396                                 |
| C14              | 07-02-2020 | 18:24 | Superficial      | S-0397                                 |
|                  |            | 18:27 | 30               | S-0398                                 |
|                  |            | 18:29 | 60               | S-0399                                 |
|                  |            | 18:31 | 90               | S-0400                                 |
| C15              | 08-02-2020 | 9:58  | 30               | S-0401                                 |
|                  |            | 10:00 | 60               | S-0402                                 |
|                  |            | 10:02 | 90               | S-0403                                 |
| C16              | 08-02-2020 | 10:14 | 30               | S-0404                                 |
|                  |            | 10:16 | 60               | S-0405                                 |
|                  |            | 10:18 | 90               | S-0406                                 |
| C17              | 08-02-2020 | 10:32 | Superficial      | S-0407                                 |
|                  |            | 10:35 | 30               | S-0408                                 |
|                  |            | 10:37 | 60               | S-0409                                 |
|                  |            | 10:39 | 90               | S-0410                                 |
| C18              | 08-02-2020 | 10:54 | Superficial      | S-0411                                 |
|                  |            | 10:57 | 30               | S-0412                                 |
|                  |            | 10:59 | 60               | S-0413                                 |
|                  |            | 11:01 | 90               | S-0414                                 |

| Nombre del punto | Fecha      | Hora  | Profundidad (cm) | Código muestras Laboratorio Algoritmos |
|------------------|------------|-------|------------------|--|
| C19              | 08-02-2020 | 11:22 | Superficial      | S-0415                                 |
|                  |            | 11:25 | 30               | S-0416                                 |
|                  |            | 11:27 | 60               | S-0417                                 |
|                  |            | 11:29 | 90               | S-0418                                 |
| C20              | 08-02-2020 | 12:01 | Superficial      | S-0419                                 |
|                  |            | 12:04 | 30               | S-0420                                 |
|                  |            | 12:06 | 60               | S-0421                                 |
|                  |            | 12:08 | 90               | S-0422                                 |
| C21              | 08-02-2020 | 12:17 | Superficial      | S-0423                                 |
|                  |            | 12:20 | 30               | S-0424                                 |
|                  |            | 12:22 | 60               | S-0425                                 |
|                  |            | 12:24 | 90               | S-0426                                 |
| C22              | 08-02-2020 | 12:56 | Superficial      | S-0427                                 |
|                  |            | 12:59 | 30               | S-0428                                 |
|                  |            | 13:01 | 60               | S-0429                                 |
|                  |            | 13:03 | 90               | S-0430                                 |
| C23              | 08-02-2020 | 13:15 | Superficial      | S-0431                                 |
|                  |            | 13:18 | 30               | S-0432                                 |
|                  |            | 13:20 | 60               | S-0433                                 |
|                  |            | 13:22 | 90               | S-0434                                 |
| C24              | 08-02-2020 | 13:47 | Superficial      | S-0435                                 |
|                  |            | 13:50 | 30               | S-0436                                 |
|                  |            | 13:52 | 60               | S-0437                                 |
|                  |            | 13:54 | 90               | S-0438                                 |
| S25              | 08-02-2020 | 14:14 | Superficial      | S-0439                                 |
| S26              | 08-02-2020 | 14:24 | Superficial      | S-0440                                 |
| S27              | 08-02-2020 | 14:40 | Superficial      | S-0441                                 |

Fuente: Elaboración por Algoritmos SpA.

El muestreo de suelo se encuentra acreditado de acuerdo a la NCh-ISO 17.025 por A2LA, Certificado 4235.01, Technical Procedure for Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies, EPA 1992 Protocol Soil Sample Taking, Government of Chile, SAG, el cual se encuentra consolidado en el Procedimiento interno: "Procedimiento Técnico para el muestreo de suelos" P-1002.

### 3.2.2. Equipo de Medición

Los materiales utilizados en la campaña de muestreo del febrero de 2020, fueron: pala de plástico, guantes y bolsas herméticas (Fotografía 1).

**Fotografía 2. Materiales utilizados.**



Fuente: Algoritmos SpA.

### 3.3. Análisis Químico

Las muestras obtenidas son enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelo de Algoritmos SpA, donde el parámetro analizado y las metodologías empleadas se observan en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Metodología de Análisis Químico.**

| Matriz | Parámetro | Metodología y Análisis  | Informe de ensayo                      |
|--------|-----------|---|--|
| Suelo  | Plomo     | ILAB-28 Rev. 00<br>Basado en<br>EPA 3050-B 1996,<br>SM 2012, 3111-B | LAB20-1735<br>LAB20-1742<br>LAB20-1743 |

**Fuente: Elaborado por Algoritmos SpA.**

Luego de obtener los valores de concentración de plomo en las 90 muestras, se realiza una comparación con la normativa internacional, debido a que Chile no cuenta con una normativa para la calidad de los suelos.

## 4. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

### 4.1. Usos y Clases de Suelo

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a través de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), define como uso de suelo como “El conjunto genérico de actividades que un Instrumento de Planificación Territorial (IPT) admite o restringe en un área predial, para autorizar los destinos de las construcciones o instalaciones”. La Guía para la Descripción del Uso del Territorio en el SEIA (2013) adopta la clasificación de los usos de suelo establecida en la OGUC, la cual hace distinción a los siguientes tipos y subtipos de uso de suelo.

**Tabla 3. Lista de tipos y Subtipos o Clases de Uso de Suelo**

| Tipo de Uso del Suelo   | Subtipo o Clase                            |
|-------------------------|--|
| Residencial             | Vivienda                                   |
|                         | Hogar de Acogida                           |
|                         | Edificación o Local destinado al Hospedaje |
| Actividades Productivas | Industria                                  |
|                         | Agricultura                                |
|                         | Ganadería                                  |
|                         | Silvicultura                               |
|                         | Pesca y Caza                               |
|                         | Explotación de Minas y Canteras            |
| Equipamiento            | Científico                                 |
|                         | Comercio                                   |
|                         | Culto                                      |
|                         | Cultura                                    |
|                         | Deporte                                    |
|                         | Educación                                  |
|                         | Esparcimiento                              |
|                         | Salud                                      |
|                         | Seguridad                                  |
|                         | Servicios                                  |
|                         | Social y Comunitario                       |
| Infraestructura         | Transporte                                 |
|                         | Sanitaria                                  |
|                         | Energética                                 |
|                         | Telecomunicaciones                         |
| Área Verde              | Parque                                     |
|                         | Plaza                                      |

<sup>1</sup> Artículo 1.1.2. de la OGUC.



| Tipo de Uso del Suelo | Subtipo o Clase |
|-----------------------|-----------------|
|                       | Área Libre      |
| Espacio Público       | Plaza Pública   |
|                       | Área Verde      |
|                       | Sistema Vial    |

Fuente: Guía para la Descripción del Uso del Territorio en el SEIA (SEA, 2013)

A continuación, se describe cada Clase de Capacidad de Uso de Suelo, el cual está otorgado de acuerdo a 14 criterios de acuerdo con la Pauta para estudios de Suelos, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Ministerio de Agricultura.

**Tabla 4. Clase de Capacidad de Uso de Suelo**

| Clase de Capacidad de Uso | Descripción  | Atributos críticos  |
|---------------------------|--|---|
| <b>Suelos Arables</b>     |  |   |
| Clase I                   | Tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Los rendimientos que se obtienen, utilizando prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Para ser usados agrícolamente, se necesitan prácticas de manejo simples con el fin de mantener la productividad. | No existe atributo crítico por tratarse de suelos con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos planos o casi planos.</li> <li>- Profundos.</li> <li>- Sin pedregosidad superficial y subsuperficial.</li> <li>- Texturas medias.</li> <li>- Bien drenado.</li> <li>- Erosión no aparente.</li> </ul>                     |
| Clase II                  | Presentan ligeras limitaciones que Pueden afectar el desarrollo de los cultivos, por lo que podría requerir algunas prácticas de conservación. Las restricciones más frecuentes son: pendientes hasta 5%, profundidad no inferior a 70 cm o drenaje moderado.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos suavemente inclinados o ligeramente ondulados.</li> <li>- Moderadamente profundos.</li> <li>- Texturas medias, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la clase anterior.</li> <li>- Drenaje moderado.</li> <li>- Ligeramente pedregosos en el perfil.</li> <li>- Ligera erosión.</li> </ul> |
| Clase III                 | Presentan limitaciones al laboreo en el caso de suelos con pendientes cercanas a 8% o en por presentar hasta un 15% de pedregosidad en superficie. También puede presentar   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderadamente inclinados o suavemente ondulados.</li> <li>- Ligeramente pedregosos y gravosos</li> <li>- Ligeramente profundos.</li> </ul>   |

| Clase de Capacidad de Uso | Descripción  | Atributos críticos   |
|---------------------------|--|--|
|                           | <p>limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas. Los suelos de esta clase requieren prácticas de conservación de suelo.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Texturas finas a gruesas.</li> <li>- Drenaje imperfecto.</li> <li>- Moderada pedregosidad en el perfil.</li> <li>- Moderada erosión.</li> <li>- Inundación frecuente.</li> <li>- Ligeramente sódicos.</li> <li>- Ligeramente salinos.</li> </ul>  |
| Clase IV                  | <p>Terrenos que pueden presentar riesgo de erosión por pendientes, por lo que requiere prácticas de conservación en el laboreo del suelo.</p> <p>Estos suelos corresponden a la última categoría de suelos arables sin grandes riesgos de erosión con un manejo adecuado.</p> <p>Aun cuando pueden presentar otras limitaciones, poseen pendientes de hasta un 15% o bien una profundidad no superior a 40 cm.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuertemente inclinado o moderadamente ondulado.</li> <li>- Abundante pedregosidad superficial.</li> <li>- Delgados.</li> <li>- Texturas finas a muy gruesas.</li> <li>- Drenaje imperfecto</li> <li>- Moderada pedregosidad en el perfil.</li> <li>- Erosión moderada.</li> <li>- Inundaciones frecuentes.</li> <li>- Moderadamente sódico.</li> <li>- Moderadamente salino.</li> </ul> |
| <b>Suelos No Arables</b>  |  |  |
| Clase V                   | <p>Suelos inundados con presencia de especies vegetales de características de hidromórficas. Por lo general corresponden a suelos depresionales, sin cota suficiente para evacuar exceso de agua. Presentan generalmente una estrata impermeable como por ejemplo un horizonte plácico o una estrata arcillosa. Regularmente presenta una estrata superior con un alto contenido de materia orgánica (sobre 20%)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pobremente drenados a muy pobremente drenados, con inundación permanente.</li> </ul>  |
| Clase VI                  | <p>Corresponden a suelos no aptos para laboreo cuando el parámetro de restrictivo es la pendiente.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderadamente escarpados o de lomajes.</li> <li>- Abundante pedregosidad superficial.</li> </ul>  |

| Clase de Capacidad de Uso | Descripción  | Atributos críticos   |
|---------------------------|--|--|
|                           | Su uso normal es ganadería y forestal, salvo cuando han sido clasificado en esta categoría por condiciones de salinidad (> a 4 dS/m), situación en la cual su uso está dado por la adaptabilidad de ciertas especies a suelos salinos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundos a delgados.</li> <li>- Texturas finas a muy gruesas.</li> <li>- Excesivamente drenado.</li> <li>- Abundante pedregosidad en el perfil</li> <li>- Erosión severa.</li> <li>- Fuertemente sódicos.</li> <li>- Muy salino.</li> </ul>  |
| Clase VII                 | Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y para explotación forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI.                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escarpados o de cerros.</li> <li>- Muy delgados.</li> <li>- Muy abundante pedregosidad superficial</li> <li>- Texturas finas a muy gruesas.</li> <li>- Excesivamente drenado.</li> <li>- Muy severa erosión.</li> <li>- Inundaciones muy frecuentes.</li> <li>- Muy fuertemente sódico.</li> <li>- Extremadamente salinos.</li> </ul> |
| Clase VIII                | Corresponde a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dos a o más atributos críticos de la clase VII a la vez.</li> </ul>   |

Fuente: Pauta para Estudios de Suelo (SAG, 2011)

#### 4.2. Normativa Internacional

Debido a que Chile no posee una normativa específica que regule la calidad de los suelos, se procede a evaluar ésta, a través de normativas de referencia internacionales de la presente materia, los cuales consideran valores de alerta para la protección de la salud del ser humano y el medio ambiente, diferenciando los tipos de suelo anteriormente mencionados.

#### 4.2.1. Holanda, Países Bajos

El sistema Holandés (Tabla 1) establece valores límites de metales pesados en suelos, considera dos valores estándares: un valor de referencia basal (A), y el valor de intervención cuando los suelos necesitan medidas de saneamiento o descontaminación (C).

**Tabla 5. Normativa para suelos, componente Plomo, Holanda.**

| Elemento | Suelo estándar          |                           |
|----------|-------------------------|---------------------------|
|          | Valor (A) de referencia | Valor (C) de intervención |
|          | mg/kg de suelo          |                           |
| Plomo    | 85                      | 530                       |

Fuente: Algoritmos SpA, a partir de Norma Holandesa.

#### 4.2.2. Estados Unidos

En la Tabla N°10 se detallan la norma de las concentraciones máximas permitidas para plomo según uso de suelo, presentada por la USEPA.

**Tabla 6. Normativa para suelos, componente Plomo, USEPA, USA.**

| Parámetro | SHSCPA USEPA | SHSRY USEPA |
|-----------|--------------|-------------|
|           | Norma        | Norma       |
|           | mg/Kg        |             |
| Plomo     | 400          | 1200        |

Dónde: **Fuente: Algoritmos SpA, a partir de EPA, USA.**

USEPA: Agencia de Protección Ambiental, Estados Unidos de América.

SSG: Guía de revisión de suelos.

SHSCPA: Norma de Riesgos de suelo en zonas de recreación de niños.

SHSRY: Norma de Riesgos de suelo en otras zonas.

En la ubicación de la Fundición Alcones no existe una zona de recreación de niños, por lo anterior, los resultados de los análisis a las muestras de suelos fueron comparados con la norma de riesgo de suelo en otras zonas (SHSRY) en el parámetro plomo.

Por otro lado, la Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2012) indica los siguientes niveles de concentración de Plomo máximo para Uso de Suelo Residencia, Agricultura e Industrial.

**Tabla 7. Normativa para suelos, Componente Plomo. USEPA, USA.**

| Sustancia/Componente | Residencial<br>(mg/Kg o ppm) | Agricultura<br>(mg/Kg o ppm) | Industrial<br>(mg/Kg o ppm) |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Plomo                | 400                          | 1200                         | 1200                        |

Fuente: Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes.

### 4.2.3. Canadá

En la siguiente tabla, se detalla la concentración máxima de plomo para suelos de la guía “Canadian Environmental Quality Guidelines, EQG”1999, que presenta las directrices de calidad del suelo para la protección de la salud ambiental y humana, la cual estima un valor máximo para la componente plomo, en 4 tipos de suelo, residencial/parque; Comercial; Industrial y Agrícola, este último destinado al cultivo de alimentos de alto consumo, tal como hortalizas.

**Tabla 8. Normativa para suelos, componente Plomo, Canadá.**

| Elemento | Suelo estándar |                      |           |            |
|----------|----------------|----------------------|-----------|------------|
|          | Agrícola       | Residencial / Parque | Comercial | Industrial |
|          | mg/kg de suelo |                      |           |            |
| Plomo    | 70             | 140                  | 260       | 600        |

Fuente: Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999.

### 4.2.4. México

La Norma NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, **plomo**, selenio, talio y/o vanadio. En la siguiente tabla se indican las concentraciones de referencia totales (CRT) para el componente Plomo.

**Tabla 9. Normativa para suelos, componente Plomo, México.**

| Elemento | Suelo estándar                       |                |
|----------|--------------------------------------|----------------|
|          | Uso agrícola/ residencial/ comercial | Uso industrial |
|          | mg/kg de suelo                       |                |
| Plomo    | 400                                  | 800            |

Fuente: Norma NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, México.

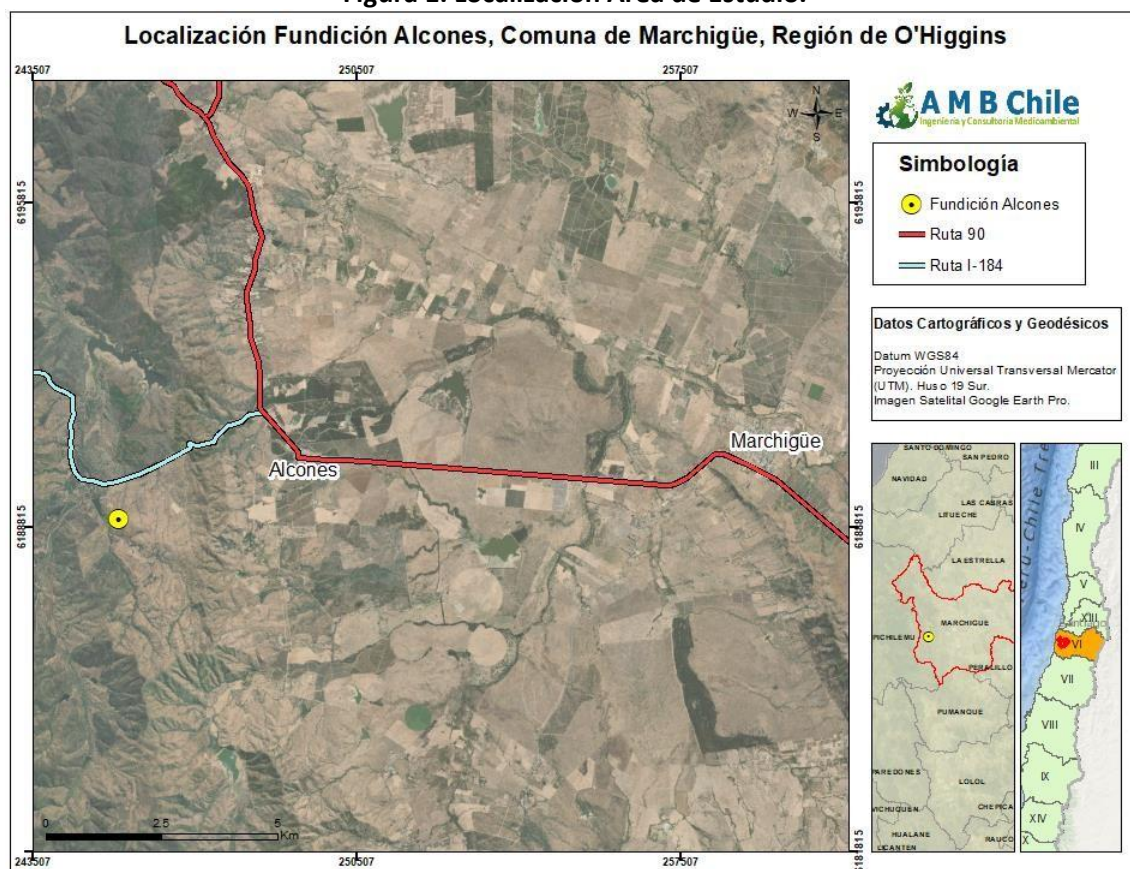
## 5. RESULTADOS

### 5.1. Descripción del Área de Estudio.

El área de estudio corresponde al Fundo Alcones e inmediaciones, localizado en la comuna de Marchigüe, provincia de Cardenal Caro, región del Libertador Bernardo O'Higgins. La Planta como tal, se sitúa a 2,5 km del sector del poblado Alcones, a 14 km de la ciudad de Marchigüe y a aproximadamente 22 km de Pichilemu.

El acceso al área de estudio se realiza a través de la Ruta 90, la cual une la localidad de Marchigüe con la ciudad de Pichilemu. Luego, se accede a este a través de la Ruta I-184.

**Figura 1. Localización Área de Estudio.**



**Fuente: Elaboración propia, a partir de software ArcMap.**

El área corresponde a un sector rural de la comuna de Marchigüe, en el cual se presentan pequeños caseríos aislados. En el año 2017, específicamente en el mes de enero, el sector fue afectado por un incendio forestal, el cual consumió una superficie de más de quince mil hectáreas de plantaciones de *Eucalyptus glubulus*, *Pinus radiata*, matorrales y pastizales. El Fundo Alcones sufrió las consecuencias de ello, lo que conlleva a una pérdida de la calidad del suelo de la zona en cuestión. A continuación se puede observar una imagen representativa de las consecuencias del incendio forestal mencionado.

Fotografía 3. Bosque de Pinus radiata y Eucalyptus globulus en Fundo Alcones.

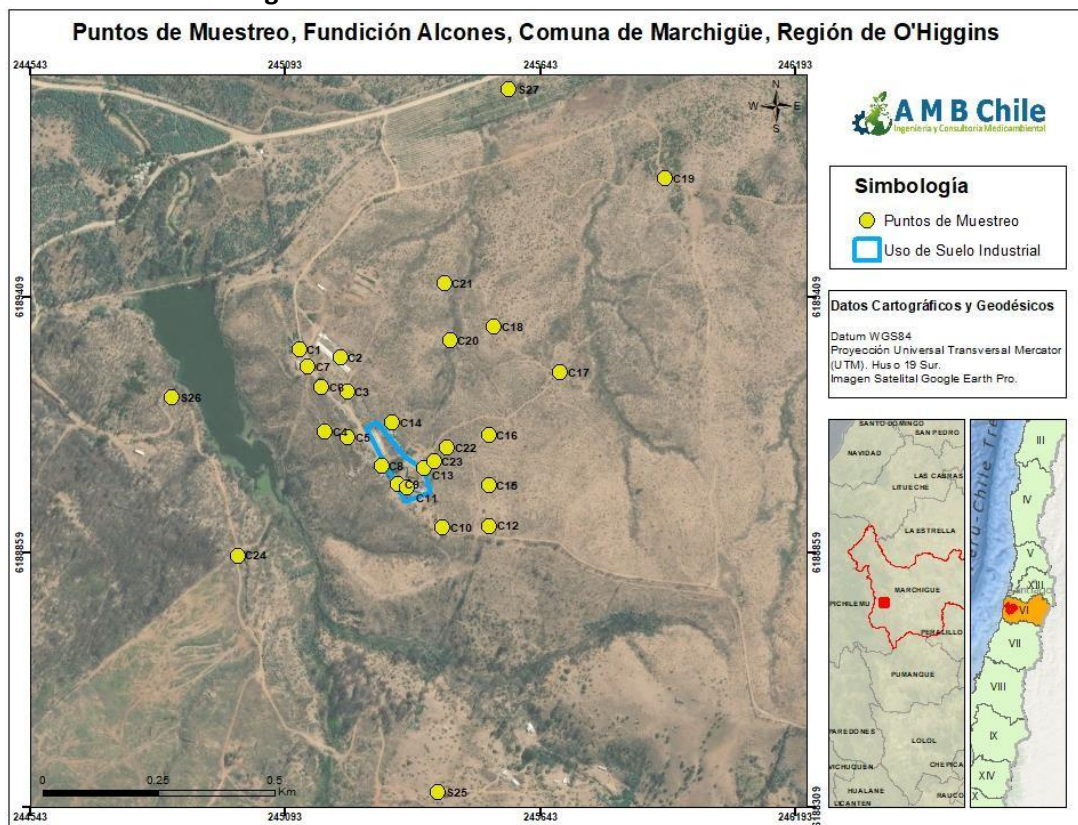


Fuente: Propia de los Autores.

## 5.2. Localización Puntos de Muestreo

A continuación se presenta una cartografía con la totalidad de los puntos muestreados.

Figura 2. Puntos de Muestreo Fundición Alcones.



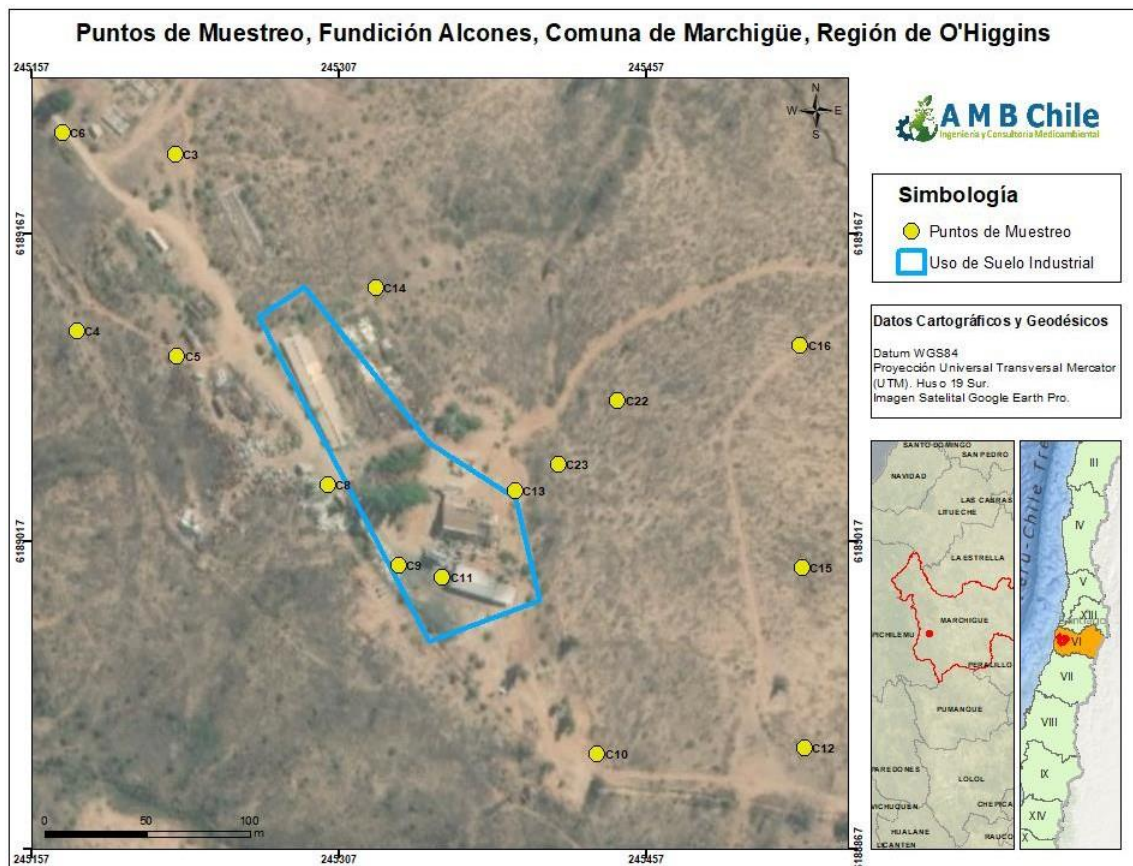
Fuente: Elaboración propia, a partir de software ArcMap.

El Fundo Alcones posee un cambio de Uso de Suelo del lote A3 del Predio denominado Hijuela N°3, localizado en las inmediaciones de la Fundición homónima, Comuna de Marchigüe (Resolución Exenta N°177, Rancagua, 08 de marzo del 2011). En el cual indica que se autoriza el cambio de uso de suelo, para fines industriales, a un total de nueve mil metros cuadrados de terreno.

La resolución además indica que “la propiedad no presenta cultivos, siendo su capacidad de uso y manejo de suelo VI s” (Servicio Agrícola Ganadero, Resolución Exenta N°177).

En la siguiente figura se puede observar los puntos de muestreo en el área o zona con cambio de uso de suelo Industrial.

**Figura 3. Puntos de Muestreo, Zona Uso de Suelo Industrial.**



Fuente: Elaboración propia, a partir de software ArcMap.

### 5.3. Caracterización Puntos Muestreados

#### 5.3.1. Punto C1

El punto N° 1, llamado C1, se ubica cercano al camino de acceso a la planta, en el lado norte de la casa del cuidador del predio, la cual hoy en día se encuentra abandonada.

##### 5.3.1.1. Localización



Coordenada Este : 245.124  
Coordenada Norte : 6.189.297  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### 5.3.1.2. Descripción

La calicata se encuentra en un terreno próximo a un pequeño bosque de pino radiata. No posee destino de otros cultivos más que forestal o ganadero. Se ha intentado recuperar la zona con replantaciones.

Se encuentra en un terreno sin pendiente significativa, con cobertura vegetal, sin pedregosidad y profundo.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Forestal.
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 4. Entorno Calicata 1**



#### 5.3.1.3. Análisis Edafológico

La descripción de la calicata caracterizada se expone a continuación:

**Tabla 10. Descripción Pedón Calicata C1.**

| Profundidad (cm) | Descripción   |
|------------------|---|
| A<br>0 – 30      | Color en húmedo pardo oscuro rojizo (7.5YR 4/4). Estructura en pequeños conglomerados con textura francosa, plástico, adhesivo en húmedo; duro en seco, sin pedregosidad. Presencia de raíces medias limitadas, con actividad biológica. Límite inferior poco definido.         |
| B<br>30 – 65     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/4). Estructura en bloques subangulares muy débiles, arcilloso, sin pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Presencia de raicillas y actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.                                     |
| BC<br>65 – 95    | Color en húmedo pardo (7.5YR 5/3). Estructura en bloques subangulares débiles, arcilloso, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica.<br><br>Hacia los 100 cm comienza a presentar resistencia a la excavación. |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 5. Detalle de Calicata C1.**



### 5.3.1.4. Análisis Químico

**Tabla 11. Comparativa Análisis Químico punto C1.**

| Punto C1        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | -             | -                                | -          | -              | -          | -        | -          | -        | -          |
| Horizonte A     | 91.34         | NO                               |            | NO             |            | SI       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 12.57         | NO                               |            | NO             |            | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 11.03         | NO                               |            | NO             |            | NO       | NO         | NO       | NO         |

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la tabla anterior, el punto C1 posee solo una superación a la normativa de suelo agrícola canadiense, pero, como se indicó en el análisis edafológico, el terreno posee una clase de uso de suelo VI, por lo que no corresponde a un uso de suelo agrícola. En la actualidad, el territorio no es utilizado con fines de cultivo. El único uso potencial actual corresponde a Forestal, con una baja productividad maderera, debido a que son suelos con drenaje pobre y una mala pluviometría.

### 5.3.2. **Punto C2**

El punto N° 2, llamado C2, se ubica entre dos galpones pecuarios en desuso. Esta infraestructura consiste en instalaciones en que los animales se mantienen en confinamiento durante su ciclo de vida.

#### 5.3.2.1. Localización

Coordenada Este : 245.213  
 Coordenada Norte : 6.189.279  
 Huso : 19 Sur  
 Datum : WGS84

#### 5.3.2.2. Descripción

Sondeo realizado en un sector rodeado de antiguos galpones de explotación ganadera de porcinos, con presencia de vegetación, sin pendiente significativa, mínima pedregosidad superficial y profundo.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Ganadería.
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.

- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 6. Entorno calicata 2**



**Fuente: Propia de los autores.**

### 5.3.2.3. Análisis Edafológico

La descripción de la calicata caracterizada se expone a continuación:

**Tabla 12. Descripción Pedón Calicata C2.**

| Profundidad (cm) | Descripción  |
|------------------|--|
| A<br>0 – 33      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 6/1). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; sin pedregosidad. Aumento de raíces significativa, con actividad biológica. Límite inferior definido.   |
| B<br>32 – 65     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura granular. Elevada pedregosidad, no plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca arcillosa. Presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido. Gran resistencia a la excavación. Presencia de vetas cuarzo abundantes.    |
| BC<br>65 – 95    | Color en húmedo pardo (7.5YR 5/3). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, no adhesivo y no plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica.<br><br>Gran resistencia a la excavación. Hacia los 100 cm comienza a presentar resistencia a la excavación. |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 7. Detalle de Calicata C2.**



Fuente: Propia de los autores.

#### 5.3.2.4. Análisis Químico

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos a través del análisis químico y la comparación con la normativa internacional.

**Tabla 13. Comparativa Análisis Químico, Punto C2.**

| Punto C2        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | -             | -                                | -          | -              | -          | -        | -          | -        | -          |
| Horizonte A     | 10.64         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 9.87          | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 11.35         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |

Fuente: Elaboración Propia.

Tal como se observa en la tabla anterior, el punto C2 no posee superación de ninguna normativa internacional.

### 5.3.3. Punto C3

El punto N° 3, se ubica en un terreno próximo a un pequeño bosque de pino radiata y cercano a camino de alto tránsito.

#### 5.3.3.1. Localización

Coordenada Este : 245.227  
Coordenada Norte : 6.189.205  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### 5.3.3.2. Descripción

Esta calicata se realizó en un terreno próximo a un pequeño bosque de pino radiata y cercano a camino de alto tránsito. No posee destino de otros cultivos más que forestal o ganadero.

La ubicación de este pedón revela la existencia de una pendiente ligeramente inclinada, mínima pedregosidad superficial y profundo.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Forestal y Ganadería.
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 8. Entorno calicata 3**



**Fuente: Propia de los autores.**

### 5.3.3.3. Análisis Edafológico

La descripción de la calicata caracterizada se expone a continuación:

**Tabla 14. Descripción Pedón Calicata C3.**

| Profundidad (cm) | Descripción   |
|------------------|---|
| A<br>0 – 35      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/2). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillo limosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Poca presencia de raíces, actividad biológica escasa. Límite inferior definido.                              |
| B<br>35 – 65     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura arcilla limosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido. Gran resistencia a la excavación.        |
| BC<br>65 – 90    | Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, no adhesivo y no plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición más evidente, con gran resistencia a la excavación. |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 9. Detalle de Calicata C3.**



**Fuente: Propia de los autores.**

**5.3.3.4. Análisis Químico**

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio con respecto a los valores de Plomo en cada muestra.

**Tabla 15. Comparativa Análisis Químico, Punto C3.**

| Punto C3        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | -             | -                                | -          | -              | -          | -        | -          | -        | -          |
| Horizonte A     | 26.78         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 42.14         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 15.44         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |

**Fuente: Elaboración Propia.**

Tal como se observa en la tabla anterior, el punto C3 no posee superación de ninguna normativa internacional.



### 5.3.4. Punto C4

El punto C4 se ubica en una ladera de cerro, en el sector oeste del camino de acceso a la planta.

#### 5.3.4.1. Localización

Coordenada Este : 245.179  
Coordenada Norte : 6.189.119  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### 5.3.4.2. Descripción

Sondeo realizado en un terreno con pendiente fuerte y compleja (con ondulaciones). Existe una plantación de pino radiata en sus cercanías, sin posibilidades de establecimiento para otros cultivos (dada su pendiente, pluviometría y textura muy fina).

Toda esta zona sufrió los efectos de los incendios forestales que afectaron la región de O'Higgins en el verano del año 2017.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Forestal.
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado con una pendiente fuerte (>15%); texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 10. Entorno calicata 4**



**Fuente: Propia de los autores.**

### 5.3.4.3. Análisis Edafológico

El siguiente pedón posee, al igual que los anteriores, escasa pedregosidad superficial, escasa humedad y adecuada profundidad. Se revela una pendiente fuertemente inclinada.

**Tabla 16. Descripción Pedón Calicata C4.**

| Profundidad (cm) | Descripción   |
|------------------|---|
| A<br>0 – 35      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/2). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; poca pedregosidad. Mayor presencia de raíces y actividad biológica. Límite inferior poco definido.                                     |
| B<br>35 – 62     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Escasa pedregosidad, plástico y adhesivo en húmedo. Textura franca arcillosa. Presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior poco definido. Resistencia a la excavación.                         |
| BC<br>62 – 100   | Color en húmedo pardo (7.5YR 5/3). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, no adhesivo y no plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición más evidente, con gran resistencia a la excavación. |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 11. Detalle de Calicata C4.**



**Fuente: Propia de los autores.**

#### 5.3.4.4. Análisis Químico

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos en el análisis químico realizado.

**Tabla 17. Comparativa Análisis Químico, Punto C4**

| Punto C4        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | -             | -                                | -          | -              | -          | -        | -          | -        | -          |
| Horizonte A     | 13.13         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 14.61         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 17.38         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, el punto C4 no presenta superación de la norma en ninguno de los horizontes muestreados.

#### 5.3.5. Punto C5

El punto C5 se ubica en el sector de acopio de residuos, frente al Galpón N° 3 de la fundición,

##### 5.3.5.1. Localización

Coordenada Este : 245.228  
 Coordenada Norte : 6.189.107  
 Huso : 19 Sur  
 Datum : WGS84

##### 5.3.5.2. Descripción

Excavación realizada en un área cercana a hornos de la fundición y galpones, recibiendo sus residuos. Es por esto que se logra percibir una coloración superficial del componente suelo muy distinto al que se aprecia en profundidad. No existe ninguna explotación forestal o ganadera, por tanto este suelo posee una valoración exclusivamente industrial.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Industrial
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado con pendiente significativa; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 12. Entorno calicata 5**



**Fuente: Propia de los autores.**

**5.3.5.3. Análisis Edafológico**

En este sondeo se vislumbra una notable diferencia entre la coloración superficial del componente suelo y la coloración en profundidad. Lo anterior está dado por las actividades propias de la industria circundante. No se observan raíces ni actividad biológica.

**Tabla 18. Descripción Pedón Calicata C5.**

| Profundidad (cm) | Descripción  |
|------------------|--|
| A<br>7 – 30      | Existe una costra superficial de coloración negra y grisácea, producto de la actividad productiva que la rodea (5-7 cm). Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; sin pedregosidad. Nula presencia de raíces, sin actividad biológica. Límite inferior menos definido. |
| B<br>30 – 65     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura granular. Mayor pedregosidad de pequeño tamaño, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca arcillosa. Sin raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior muy poco definido, con gran resistencia a la excavación.  |
| BC<br>65 – 100   | Color en húmedo pardo (7.5YR 5/3). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición poco definida, con presencia de tosca compleja que no permite su penetración.  |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 13. Detalle de Calicata C5.**



Fuente: Propia de los autores.

**5.3.5.4. Análisis Químico**

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el análisis químico realizado.

**Tabla 19. Comparativa análisis químico, punto C5.**

| Punto C5        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | 5074.3        | SI                               |            | SI             |            | SI       | SI         | SI       | SI         |
| Horizonte A     | 3891.8        | SI                               |            | SI             |            | SI       | SI         | SI       | SI         |
| Horizonte B     | 4321.4        | SI                               |            | SI             |            | SI       | SI         | SI       | SI         |
| Horizonte BC    | 4028.5        | SI                               |            | SI             |            | SI       | SI         | SI       | SI         |

Fuente: Elaboración propia.

Existe un alto nivel de Plomo, no obstante el terreno en donde se localiza en punto C5 corresponde a un acopio de residuos de la Fundición. Por otro lado, este se encuentra a solo 50 metros del Galpón número 3.

Tal como se indicó en el análisis Edafológico, el lugar donde se encuentra localizado el punto C5 no presenta presencia de materia orgánica y corresponde a una Clase de Suelo VI, en donde el único posible uso corresponde a un uso industrial, esto debido a que posee una baja calidad agrícola del suelo por motivo del mal drenaje y pendiente elevada.

### **5.3.6. Punto C6**

El punto C6 se ubica en el lado oeste del camino de entrada a la Fundición, frente al Galpón antes destinado para la crianza de animales.

#### **5.3.6.1. Localización**

Coordenada Este : 245.172  
Coordenada Norte : 6.189.216  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### **5.3.6.2. Descripción**

Esta calicata se realizó en un terreno próximo a un pequeño bosque de pino radiata. No posee destino de otros cultivos más que forestal o ganadero.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Forestal
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 14. Entorno calicata 6**



**Fuente: Propia de los autores.**

5.3.6.3. Análisis Edafológico

Pedón cercano a camino transitado, sin pendiente y con gran dureza en todos sus horizontes. Compleja excavación y toma de muestras.

**Tabla 20. Descripción Pedón Calicata C6.**

| Profundidad (cm) | Descripción  |
|------------------|--|
| A<br>0 – 27      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/2). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; mayor pedregosidad. Presencia de raíces y actividad biológica. Límite inferior definido.  |
| B<br>27 – 75     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura granular. Mayor pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca limosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior poco definido, con gran resistencia a la excavación.                 |
| BC<br>75 – 100   | Color en húmedo pardo (7.5YR 5/3). Estructura en bloques subangulares, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición definida. Presencia de tosca compleja que no permite su penetración. |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

Fotografía 15. Detalle de Calicata C6.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.6.4. Análisis Químico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el análisis químico realizado al punto C6.

Tabla 21. Comparativa análisis químico, Punto C6.

| Punto C6        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | 3506.2        | SI                               | SI         | SI             | SI         | SI       | SI         | SI       | SI         |
| Superficial     | 6862.0        | SI                               | SI         | SI             | SI         | SI       | SI         | SI       | SI         |
| Horizonte A     | 76.29         | NO                               | NO         | SI             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte A     | 269.1         | NO                               | NO         | SI             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 50.18         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 29.76         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 49.1          | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 309.1         | NO                               | NO         | SI             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |

Fuente: Elaboración propia.

El punto C6 se encuentra en un sector con un alto tránsito de camiones, debido a que se encuentra en la entrada de la Fundación Alcones, a 150 metros del Galpón N°3. El suelo presenta una gran dureza, por lo que, de acuerdo al



análisis edafológico posee una capacidad de uso de suelo VI. Tal como se puede observar en la tabla anterior, el punto C6 posee superación de la normativa de suelo considerada, principalmente en el nivel superficial.

### **5.3.7. Punto C7**

El punto C7 se ubica en las cercanías de la casa abandonada del cuidador de la Fundición, la cual se encuentra en el camino de acceso a esta, frente al Galpón antes destinado para la crianza de animales.

#### **5.3.7.1. Localización**

Coordenada Este : 245.145  
Coordenada Norte : 6.189.260  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### **5.3.7.2. Descripción**

Calicata efectuada área próxima a bosque de pino radiata. A su lado se encuentra camino con tránsito de maquinaria pesada. No posee destino de otros cultivos más que forestal o ganadero.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Forestal
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 16. Entorno calicata 7**



**Fuente: Propia de los autores.**

**5.3.7.3. Análisis Edafológico**

Presencia de raicillas hasta los 5-7 cm, sin pedregosidad superficial ni en profundidad. Sin pendiente. Calicata adyacente a orilla de camino.

**Tabla 22. Descripción Pedón Calicata C7.**

| Profundidad (cm) | Descripción  |
|------------------|--|
| A<br>0 – 35      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/3). Estructura en pequeños conglomerados con textura arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; sin pedregosidad. Presencia de raíces, sin actividad biológica. Límite inferior definido. Presencia de veta de cuarzo abundante.   |
| B<br>35 – 70     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura granular. Elevada pedregosidad, no plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca limosa. Sin presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior poco definido, con gran resistencia a la excavación. |
| BC<br>70 – 95    | Color en húmedo pardo (7.5YR 4/3). Estructura en bloques subangulares, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, no adhesivo y no plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición levemente definida.                              |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 17. Detalle de Calicata C7.**



Fuente: Propia de los autores.

#### 5.3.7.4. Análisis Químico

En la Tabla 23 se pueden observar los resultados obtenidos de concentración de Plomo.

**Tabla 23. Comparativa Análisis Químico, Punto C7**

| Punto C7        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | 317.39        | NO                               | NO         | NO             | NO         | SI       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte A     | 29.12         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 49.17         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte BC    | 31.04         | NO                               | NO         | NO             | NO         | NO       | NO         | NO       | NO         |

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la tabla anterior, el punto C7 posee solo una superación a la normativa de suelo agrícola canadiense. Este se encuentra en el camino de acceso a la planta de Fundición Alcones, el cual posee un alto tránsito de camiones y maquinaria pesada. Pero, como se indicó en el análisis edafológico, el terreno posee una clase de uso de suelo VI, por lo que no corresponde a un uso de suelo agrícola, el único uso potencial

actual corresponde a Forestal.

Por otro lado, este punto corresponde a un punto evaluado por la Superintendencia de Medio Ambiente (Punto 45), en el cual se realizó una medición de concentración de plomo en el suelo, mediante un equipo de fluorescencia de rayos X. El resultado de esta medición indicó que la concentración superficial de Plomo era de 1.127 mg/Kg, 3.6 veces superior al valor obtenido en el análisis realizado por Algoritmos SpA.

### **5.3.8. Punto C8**

El punto C8 se ubica en el sector de acopio de residuos, frente al Galpón N° 3 de la Fundición. El sector presentaba sacos de material, los cuales fueron re ubicados para proceder a realizar la calicata en cuestión.

#### **5.3.8.1. Localización**

Coordenada Este : 245.304  
Coordenada Norte : 6.189.048  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### **5.3.8.2. Descripción**

Sondeo realizado en un área cercana a hornos de la fundición y galpones. A su alrededor se encuentran desechos y residuos propios de tal actividad. No existe ninguna explotación forestal o ganadera, por tanto este suelo posee una valoración exclusivamente industrial.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Industrial
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 18. Entorno calicata 8**



**Fuente: Propia de los autores.**

**5.3.8.3. Análisis Edafológico**

Esta unidad se encuentra en una zona con material industrial, cercano a galpones y estructuras propias de la fundición, sin pendiente significativa, sin presencia de cubierta vegetal y pedregosidad escasa.

**Tabla 24. Descripción Pedón Calicata C8.**

| Profundidad (cm) | Descripción  |
|------------------|--|
| A<br>0 – 30      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/3). Estructura en pequeños conglomerados con textura arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; Nula presencia de raíces, sin actividad biológica. Límite inferior muy definido. |
| B                | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura granular. Mínima pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca arcillosa. Sin  |

| Profundidad (cm) | Descripción   |
|------------------|---|
| 30 – 60          | presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior poco definido, con gran resistencia a la excavación.   |
| BC<br>60 – 90    | Color en húmedo pardo (7.5YR 4/3). Estructura en bloques subangulares, franco, presencia de pedregosidad de pequeño tamaño, adhesivo y plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición mejor definida. |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.

**Fotografía 19. Detalle de Calicata C8.**



Fuente: Propia de los autores.

5.3.8.4. Análisis Químico

**Tabla 25. Comparativa Análisis Químico, Punto C8.**

| Punto C8        |               | Comparativa Normal Internacional |            |                |            |          |            |          |            |
|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                 |               | Holanda                          |            | Estados Unidos |            | Canadá   |            | México   |            |
| Tipo de Muestra | Valor (mg/Kg) | Agrícola                         | Industrial | Agrícola       | Industrial | Agrícola | Industrial | Agrícola | Industrial |
|                 |               | 530                              |            | 1200           |            | 70       | 600        | 400      | 800        |
| Superficial     | 18911         | SI                               |            | SI             |            | SI       | SI         | SI       | SI         |
| Horizonte A     | 161.4         | NO                               |            | NO             |            | SI       | NO         | NO       | NO         |
| Horizonte B     | 545.15        | SI                               |            | NO             |            | SI       | NO         | SI       | NO         |
| Horizonte BC    | 516.83        | NO                               |            | NO             |            | SI       | NO         | SI       | NO         |

Fuente: Elaboración propia.

El punto C8 presenta una superación a la normativa internacional en la muestra superficial. Tal como se puede observar en la Fotografía N°17, este punto se encuentra ubicado en un sector utilizado como depósito de chatarra y de sacos con escoria, por lo que el valor de la muestra superficial se debe a la acción del viento, posicionado el material de los sacos en la superficie del terreno.

Por otro lado, el análisis edafológico indica que el Punto C8, posee una clase de uso de suelo VI, por lo que su fin no corresponde a un uso agrícola.

### 5.3.9. Punto C9

El punto C9 se ubica en el área industrial de la fundición, cercano a la entrada del galpón N° 1.

#### 5.3.9.1. Localización

Coordenada Este : 245.336  
Coordenada Norte : 6.189.005  
Huso : 19 Sur  
Datum : WGS84

#### 5.3.9.2. Descripción

Sondeo realizado en un área cercana a hornos de la fundición y galpones. A su alrededor se encuentran desechos y residuos propios de tal actividad. No existe ninguna explotación forestal o ganadera, por tanto este suelo posee una valoración exclusivamente industrial.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipo: Industrial
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VI.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Terreno escarpado o cerros; texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

**Fotografía 20. Entorno calicata 9**



**Fuente: Propia de los autores.**

### 5.3.9.3. Análisis Edafológico

Esta unidad se encuentra en una zona sin pendiente significativa, sin presencia de cubierta vegetal y pedregosidad escasa. Está rodeado de material industrial, cercano a galpones y estructuras.

**Tabla 26. Descripción Pedón Calicata C9.**

| Profundidad (cm) | Descripción   |
|------------------|---|
| A<br>0 – 34      | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/3). Estructura en pequeños conglomerados con textura arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; Nula presencia de raíces, sin actividad biológica. Límite inferior muy definido.  |
| B<br>34 - 70     | Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura granular. Mínima pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca arcillosa. Sin presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior poco definido, con gran resistencia a la excavación. |
| BC<br>70 – 100   | Color en húmedo pardo (7.5YR 4/3). Estructura en bloques subangulares, franco, presencia de pedregosidad de pequeño tamaño, adhesivo y plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición mejor definida.                                       |

**Fuente: Elaboración propia.**

A continuación se puede observar una imagen representativa de la calicata descrita.