

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 la 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.



Palas plásticas



Guantes de látex



Pala acero inoxidable



Bolsas herméticas

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	LAB20-1735
		Basado en	LAB20-1742
		EPA 3050-B 1996,	LAB20-1743
		SM 2012, 3111-B	

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

¹ 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
Suelos Arables		
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"> - Suelos planos o casi planos. - Profundos. - Sin pedregosidad superficial y subsuperficial. - Texturas medias. - Bien drenado. - Erosión no aparente.
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"> - Suelos suavemente inclinados o ligeramente ondulados. - Moderadamente profundos. - Texturas medias, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la clase anterior. - Drenaje moderado. - Ligeramente pedregosos en el perfil. - Ligera erosión.
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"> - Moderadamente inclinados o suavemente ondulados. - Ligeramente pedregosos y gravosos - Ligeramente profundos.

Clase de Capacidad de Uso	Descripción	Atributos críticos
	limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas. Los suelos de esta clase requieren prácticas de conservación de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Texturas finas a gruesas. - Drenaje imperfecto. - Moderada pedregosidad en el perfil. - Moderada erosión. - Inundación frecuente. - Ligeramente sódicos. - Ligeramente salinos.
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"> - Fuertemente inclinado o moderadamente ondulado. - Abundante pedregosidad superficial. - Delgados. - Texturas finas a muy gruesas. - Drenaje imperfecto - Moderada pedregosidad en el perfil. - Erosión moderada. - Inundaciones frecuentes. - Moderadamente sódico. - Moderadamente salino.
Suelos No Arables		
Clase V	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%)	<ul style="list-style-type: none"> - Pobrementemente drenados a muy pobrementemente drenados, con inundación permanente.
Clase VI	Corresponden a suelos no aptos para laboreo cuando el parámetro de restrictivo es la pendiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Moderadamente escarpados o de lomajes. - Abundante pedregosidad superficial.

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"> - Profundos a delgados. - Texturas finas a muy gruesas. - Excesivamente drenado. - Abundante pedregosidad en el perfil - Erosión severa. - Fuertemente sódicos. - Muy salino.
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"> - Escarpados o de cerros. - Muy delgados. - Muy abundante pedregosidad superficial - Texturas finas a muy gruesas. - Excesivamente drenado. - Muy severa erosión. - Inundaciones muy frecuentes. - Muy fuertemente sódico. - Extremadamente salinos.
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"> - Dos a o más atributos críticos de la clase VII a la vez.

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 (mg/Kg o ppm)	Agricultura (mg/Kg o ppm)	Industrial (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.

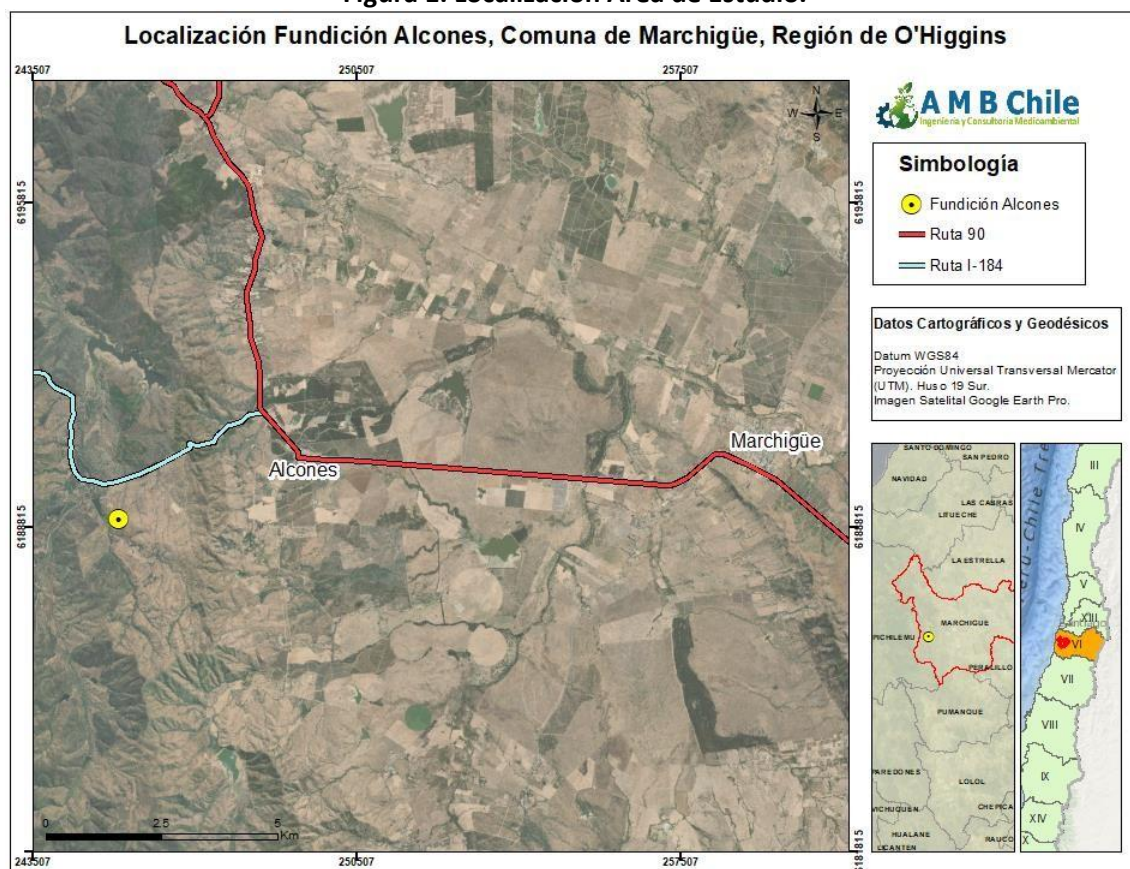
5. RESULTADOS

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.

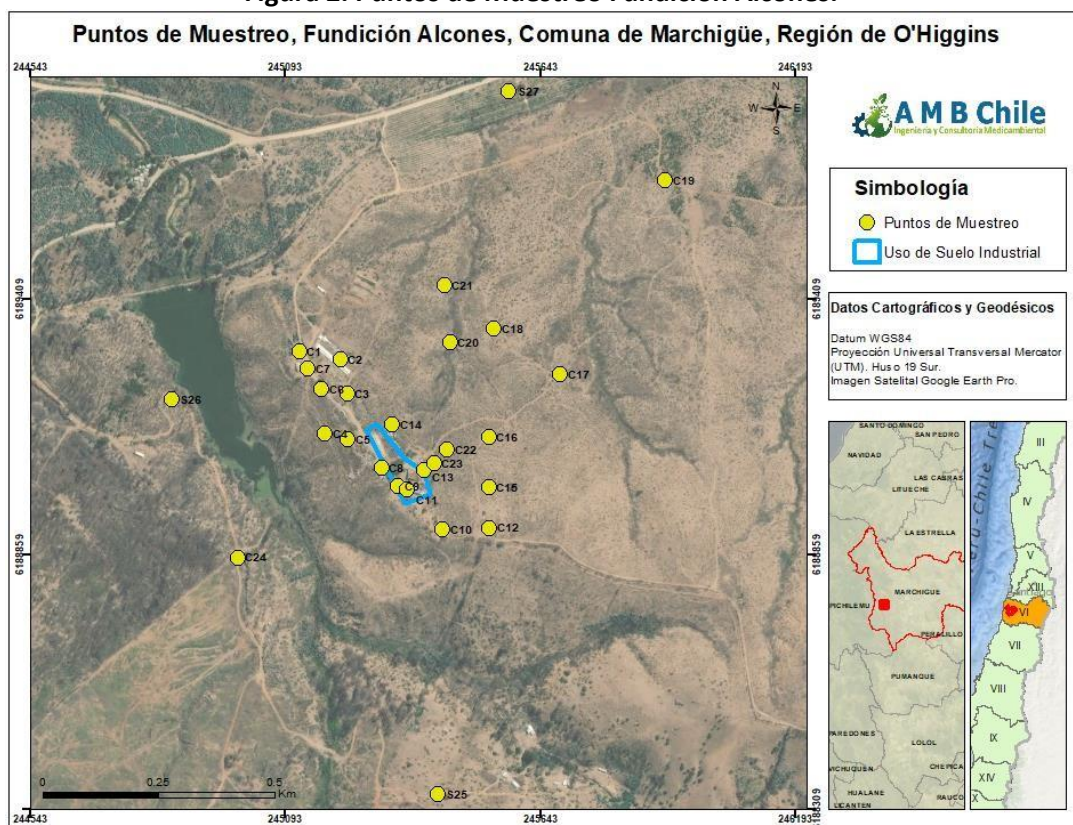


Fuente: Propia de los Autores.

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.



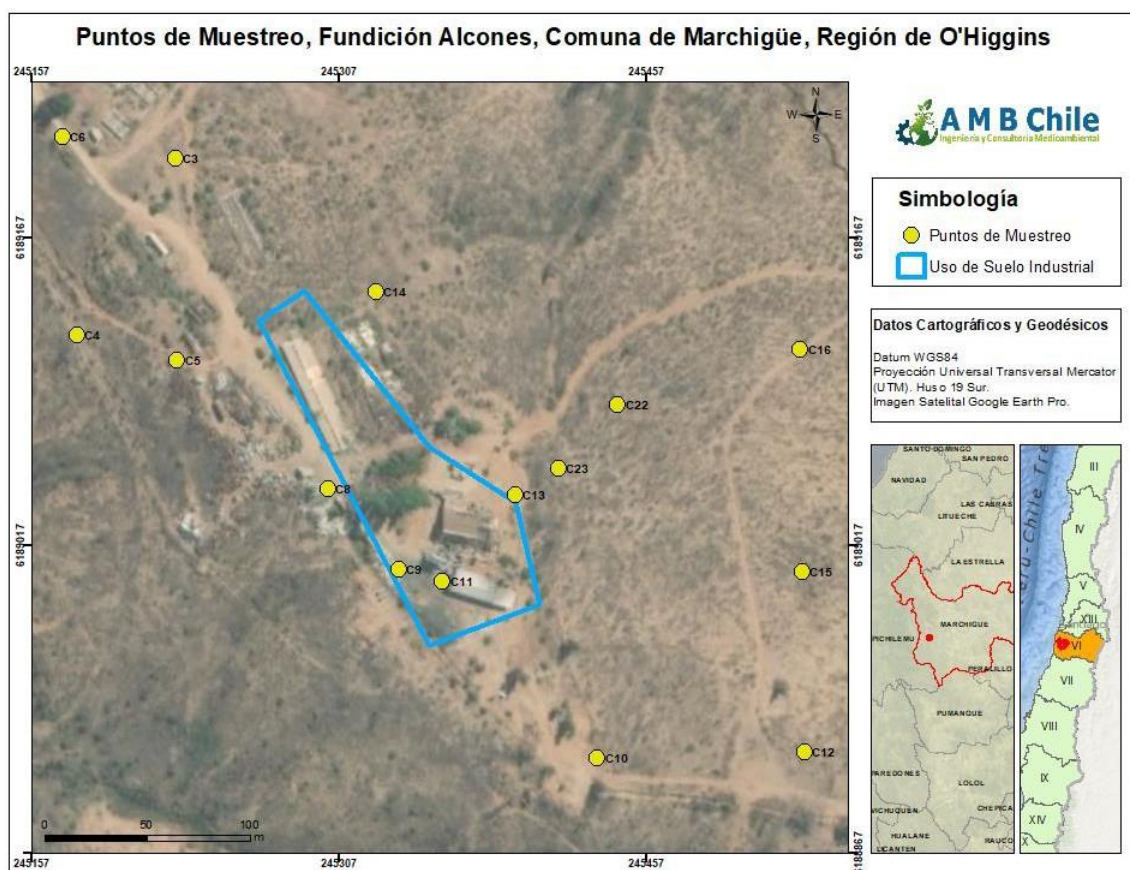
Fuente: Elaboración propia, a partir de software ArcMap.

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 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 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 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. 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 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 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 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. 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 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 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 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
Horizonte B	42.14	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	15.44	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 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 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 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
Horizonte B	14.61	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	17.38	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 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 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 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 Fundación, 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; seco 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 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 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 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
Superficial	6862.0	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte A	76.29	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte A	269.1	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte B	50.18	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	29.76	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	49.1	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	309.1	NO		NO		SI	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 Fundición 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; seco 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 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 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 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		SI	NO	NO	NO
Horizonte A	29.12	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	49.17	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	31.04	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 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 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 deshechos 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; seco 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 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 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 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.

Fotografía 21. Detalle de Calicata C9.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.9.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el análisis de suelo.

Tabla 27. Comparativa Análisis Químico, Punto C9.

Punto C9		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	43911	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Superficial	42846	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte A	1364	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte A	1364	SI		NO		SI	SI	SI	NO
Horizonte B	467.6	NO		NO		SI	NO	SI	NO
Horizonte B	729.0	SI		NO		SI	NO	SI	NO
Horizonte BC	4847	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte BC	4550	SI		SI		SI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

El punto C9 está localizado a 25 metros de la entrada al Galpón N° 1, en un terreno destinado y definido para uso Industrial, con una clase de suelo VI. Este punto posee superación de toda la normativa de suelo considerada. Los resultados obtenidos de concentración de plomo se deben a que este sector posee un alto tránsito de maquinaria y camiones con el material a utilizar en la Fundición.

5.3.10. Punto C10

El punto C10 se ubica en el sector sur de la Fundición Alcones, en la subida hacia la plantación de *Eucalyptus globulus*.

5.3.10.1. Localización

Coordenada Este	: 245.433
Coordenada Norte	: 6.188.913
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.10.2. Descripción

Sondeo realizado en un terreno con pendiente fuerte y compleja (con ondulaciones). Existe una replantación de *Eucalyptus globulus* en sus cercanías, sin posibilidades de establecimiento para otros cultivos que no sean forestales (dada su pendiente, pluviometría y textura muy fina).

- 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 22. Entorno calicata 10



5.3.10.3. Análisis Edafológico

Este sondeo se encuentra en un área de pendiente pronunciada, mayor pedregosidad superficial y profundo.

Tabla 28. Descripción Pedón Calicata C10.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 32	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 32 – 70	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 70 – 90	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y 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 23. Detalle de Calicata C10.



5.3.10.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados del análisis químico para el muestreo de la calicata C10.

Tabla 29. Comparativa Análisis Químico, Punto C10.

Punto C10		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	82.95	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO
Horizonte B	225.91	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO
Horizonte BC	40.82	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la tabla anterior, existe una superación de la norma canadiense para suelo agrícola en los Horizontes A y B. Este punto se encuentra ubicado a menos de 100 metros de la entrada del galpón N°1, en donde, las características edafológicas del terreno demuestran que corresponde a una clase de suelo VI, cuyo principal uso es de carácter forestal, debido a su alta pendiente, baja pluviometría y textura

muy fina.

5.3.11. Punto C11

El punto C11 se ubica en la zona industrial de la fundición, en específico, en la entrada del galpón N°1.

5.3.11.1. Localización

Coordenada Este	: 245.361
Coordenada Norte	: 6.189.000
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.11.2. Descripción

Calicata realizada en un área cercana a hornos de la fundición y galpones. Se aprecia la entrada a las instalaciones a menos de 3 metros de distancia, por lo que 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 24. Entorno calicata 11



Fuente: Propia de los autores.

5.3.11.3. 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 30. Descripción Pedón Calicata C11.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 35	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 35 – 67	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 67 – 95	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 definidas.

Fuente: Elaboración propia.

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

Fotografía 25. Detalle de Calicata C11.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.11.4. Análisis Químico

A continuación se presentan las concentraciones de Plomo (mg/Kg), obtenidas del análisis químico.

Tabla 31. Comparativa Análisis Químico, Punto C11.

Punto C11		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	21498	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte A	4354	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte B	3814	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte BC	1950	SI		SI		SI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

El punto C11 se encuentra en la entrada al Galpón N°1 de la Fundición Alcones, en donde el flujo de camiones con material y el traslado de este mismo es alto. A nivel superficial, el valor obtenido en el análisis de laboratorio es elevado, debido al tránsito y depósito del material a fundir. Además, debido a este gran flujo de maquinaria, el material se va compactando en el lugar, por ende existen niveles elevados en los horizontes inferiores.

Por otro lado, este punto corresponde a un punto evaluado por la Superintendencia de Medio Ambiente (Punto "Suelo Salida Galpón - Entrada Galpón 1"), en el cual se realizó un muestreo y medición de concentración de plomo en el suelo. El resultado de esta medición indicó que la concentración superficial de Plomo era de 53.266 mg/Kg, 2 veces superior al valor obtenido en el análisis realizado por Algoritmos SpA.

5.3.12. **Punto C12**

El punto C12 se localiza en el cerro ubicado en el sector sur de la Fundición, en un terreno próximo a un bosque de Pinus radiata.

5.3.12.1. Localización

Coordenada Este : 245.534
Coordenada Norte : 6.188.916
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.12.2. Descripción

Esta calicata se realizó en un terreno próximo a un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. 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; seco costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

Fotografía 26. Entorno calicata 12.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.12.3. Análisis Edafológico

Sondeo realizado en área con cubierta vegetal, y mayor cantidad de materia orgánica circundante, mínima pedregosidad superficial y profundo.

Tabla 32. Descripción Pedón Calicata C12.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/2). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillo limosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces y actividad biológica. Límite inferior definido.
B 30 – 70	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 70 – 110	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 27. Detalle de Calicata C12.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.12.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados de concentración de Plomo, obtenidos para el punto C12.

Tabla 33. Comparativa Análisis Químico, Punto C12.

Punto C12		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	82.31	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte B	38.04	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	187.9	NO		NO		SI	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados obtenidos para el Punto C12, se puede observar que cumple con la normativa en las normas internacionales de Holanda, Estados Unidos, México y en la normativa Industrial para Canadá, mientras que no cumple la normativa agrícola de este último en 2 de sus horizontes. Esta calicata se encuentra ubicada en las cercanías a un bosque de pino radiata, el cual posee una clase de suelo VI, con un subtipo de uso Forestal. Debido a sus características edafológicas, drenaje pobre, baja pluviometría, entre otros, este terreno no posee las características adecuadas para un suelo de tipo arable, utilizado para cultivos o agricultura.

5.3.13. Punto C13

El punto C13 se encuentra ubicado en el lado noreste del Galpón N°2, este sector corresponde a material de relleno, utilizado para acumulación de elementos propios de la fundición.

5.3.13.1. Localización

Coordenada Este : 245.393
Coordenada Norte : 6.189.041
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.13.2. Descripción

Terreno de relleno, generado exclusivamente para la contención de material de residuo producto de la fundición. No posee ningún uso o destino más que el 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 28. Entorno calicata 13



Fuente: Propia de los autores.

5.3.13.3. Análisis Edafológico

Esta calicata se realiza sobre un terreno compuesto por material de relleno, y se destinaba a acumulación de elementos de la fundición. Se aprecian claramente coloraciones anormales. No se observan raíces ni actividad biológica.

Tabla 34. Descripción Pedón Calicata C13.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 15	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 definido.
B 15 – 45	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/6). Estructura granular. Mayor pedregosidad de pequeño tamaño, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franca arcillosa. Sin raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior definido.
BC 45 – 90	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, coloraciones negras, blauecinas y grisáceas no naturales.

Fuente: Elaboración propia.

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

Fotografía 29. Detalle de Calicata 13.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.13.4. Análisis Químico

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos para la concentración de Plomo en el suelo, a través del análisis químico y la comparación con la normativa internacional.

Tabla 35. Comparativa Análisis Químico, Punto C13.

Punto C13		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	45326	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte A	73747	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte B	78620	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte BC	62377	SI		SI		SI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

La calicata C13 se realizó en el terreno ubicado detrás del Galpón N°2, en donde se encuentra material de relleno, compuesto por elementos mismos de la Fundición Alcones, por lo que resulta en los niveles de plomo observados en la Tabla 35, por ende, no es considerado como Recurso Natural Suelo. Este punto se encuentra ubicado dentro del polígono con cambio de uso de suelo a Industrial.

5.3.14. **Punto C14**

El punto C14 se localiza en el sector noreste del Galpón N°3 de la fundición, terreno destinado a plantación de Pinus radiata.

5.3.14.1. Localización

Coordenada Este : 245.325
Coordenada Norte : 6.189.140
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.14.2. Descripción

Excavación realizada en un terreno bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. 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 30. Entorno calicata 14



Fuente: Propia de los autores.

5.3.14.3. Análisis Edafológico

Sondeo realizado en área con cubierta vegetal, y materia orgánica circundante, con estratas muy duras, resistente a la excavación, mínima pedregosidad superficial y profundo.

Tabla 36. Descripción Pedón Calicata C14.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 33	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/2). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillo limosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces y actividad biológica. Límite inferior definido.
B	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura arcilla limosa. Escasa

Profundidad (cm)	Descripción
33 – 75	presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido. Gran resistencia a la excavación.
C 75 – 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 31. Detalle de Calicata C14.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.14.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la Calicata C14.

Tabla 37. Comparativa Análisis Químico, Punto C14.

Punto C14		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	129.3	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte A	32.12	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	20.57	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	64.49	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

La calicata C14 se encuentra ubicada en el sector Este del Galpón N°3, este sector se caracteriza por poseer una Clase de uso de suelo VI, esto debido a que corresponde a un terreno con mal drenaje y baja pluviometría. Tal como se indica en el análisis edafológico, el uso de suelo actual que posee corresponde a un Uso Forestal, por lo que no existe superación a la normativa internacional.

5.3.15. Punto C15

El punto C15 se encuentra localizado en el sector sureste de del terreno donde se encuentra emplazada la Fundición, en específico en un bosque de Pinus radiata, los cuales sucedieron por los incendios forestales.

5.3.15.1. Localización

Coordenada Este : 245.533
Coordenada Norte : 6.189.004
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.15.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. 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 32. Entorno calicata 15



Fuente: Propia de los autores.

5.3.15.3. Análisis Edafológico

Calicata en área con pendiente pronunciada, con cubierta vegetal mínima. Pedregosidad escasa, al igual que material orgánico.

Tabla 38. Descripción Pedón Calicata C15.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). 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 30 – 60	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.

Profundidad (cm)	Descripción
BC 60 – 90	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y 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 33. Detalle de Calicata C15.



Fuente: Propia de los autores..

5.3.15.4. Análisis Químico

A continuación, se presentan los resultados químicos obtenidos para el Punto C15.

Tabla 39. Comparativa Análisis Químico, Punto C15.

Punto C15		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	23.73	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	25.11	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	26.87	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

El punto C15 se encuentra localizado al este del Galpón N° 1. Posee un uso de suelo Forestal. No supera la normativa en los horizontes muestreados.

5.3.16. **Punto C16**

El punto C16 se ubica en el sector este de la Fundición, en específico en un bosque de Pinus radiata, incinerados por los incendios forestales.

5.3.16.1. Localización

Coordenada Este : 245.532
Coordenada Norte : 6.189.112
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.16.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. 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; seco costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

Fotografía 34. Entorno calicata 16.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.16.3. Análisis Edafológico

Área con pendiente fuerte, con cubierta vegetal. Pedregosidad escasa, con material orgánico.

Tabla 40. Descripción Pedón Calicata C16.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 34	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces, actividad biológica escasa. Límite inferior definido.
B 34 – 70	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franco arcillosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.
C 70 – 100	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y 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 35. Detalle de Calicata C16.



Fuente: Propia de los autores..

5.3.16.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados de concentración de Plomo obtenidos para el muestreo del punto C16.

Tabla 41. Comparativa Análisis Químico, Punto C16.

Punto C16		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	26.24	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	107.16	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte BC	11.55	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa en la tabla anterior, solo un punto supera la normativa Internacional de Canadá, correspondiente a Suelos agrícolas cultivables. El punto C16 se localiza en las inmediaciones de un bosque de Pino radiata, el cual ha sufrido las consecuencias de los incendios forestales

del año 2017, por lo que el terreno ha perdido sus características agrológicas. Por otro lado, tal como se mencionó en el análisis edafológico, este terreno presenta características limitantes para un suelo cultivable, siendo de clase de uso de suelo VI y con un bajo drenaje.

5.3.17. Punto C17

El punto C17 se localiza hacia el sector este de la Fundición, emplazado en un bosque abrasado de *Pinus radiata*.

5.3.17.1. Localización

Coordenada Este	: 245.687
Coordenada Norte	: 6.189.247
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.17.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. En esta área no se presenta pendiente. 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 36. Entorno calicata 17.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.17.3. Análisis Edafológico

Este sondeo se realizó sobre un terreno sin pendiente significativa, con pocas raicillas sub superficiales, ni pedregosidad de importancia. La dureza de las estratas dificultó la excavación y la toma de muestras.

Tabla 42. Descripción Pedón Calicata C17.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 32	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/1). 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 32 – 60	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/2). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura arcillo limosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido. Gran resistencia a la excavación.

Profundidad (cm)	Descripción
C 60 – 80	Color en húmedo pardo (7.5YR 5/2). 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 37. Detalle de Calicata C17.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.17.4. Análisis Químico

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

Tabla 43. Comparativa Análisis Químico, Punto C17.

Punto C17		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	70.11	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte A	32.93	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	25.21	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	12.55	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

El punto C17, al igual que el anterior, solo supera la normativa Internacional de Canadá, correspondiente a Suelos agrícolas cultivables, en la muestra superficial. Este se localiza en las inmediaciones de un bosque de Pino radiata, el cual ha sufrido las consecuencias de los incendios forestales del año 2017, por lo que el terreno ha perdido sus características agrológicas. Por otro lado, tal como se mencionó en el análisis edafológico, este terreno presenta características limitantes para un suelo cultivable, siendo de clase de uso de suelo VI y con un bajo drenaje. Cabe destacar que se supera la norma canadiense por 0.11 mg/Kg.

5.3.18. Punto C18

El punto C18 se encuentra ubicado en bosque de Pinus radiata, 350 metros al este de la caseta del cuidador abandonada, en el camino de entrada a la Fundición.

5.3.18.1. Localización

Coordenada Este	: 245.554
Coordenada Norte	: 6.189.345
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.18.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. Sin embargo, en esta zona el bosque se ha recuperado, por lo que se aprecia un bosque renovado y joven. En esta área no se presenta pendiente. No posee destino de otros cultivos más que forestal o ganadero.

- 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 38. Entorno calicata 18



Fuente: Propia de los autores.

5.3.18.3. Análisis Edafológico

Esta calicata se realiza sobre un terreno compuesto por material de relleno, y se destinaba a acumulación de elementos de la fundición. Se aprecian claramente coloraciones anormales. No se observan raíces ni actividad biológica.

Tabla 44. Descripción Pedón Calicata C18.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	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 30 – 55	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.

Profundidad (cm)	Descripción
C 55 – 80	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 39. Detalle de Calicata C18.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.18.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados de análisis de suelo para la calicata N°18

Tabla 45. Comparativa Análisis Químico, Punto C18.

Punto C18		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	101.25	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte A	21.84	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	10.54	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	8.3	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa en la tabla anterior, solo un punto supera la normativa Internacional de Canadá, correspondiente a Suelos agrícolas cultivables, en la Muestra superficial.

Esta calicata se localiza en las inmediaciones de un bosque de Pino radiata, el cual ha sufrido las consecuencias de los incendios forestales del año 2017, por lo que el terreno ha perdido sus características agrológicas, no encontrándose materia orgánica o raíces en el pedón analizado. Por otro lado, tal como se mencionó en el análisis edafológico, este terreno presenta características limitantes para un suelo de tipo agrícola, siendo de clase de uso de suelo VI y con un bajo drenaje, por lo que principal destino corresponde a forestal.

5.3.19. Punto C19

El punto C19 se localiza en terreno destinado a plantación de Pinus radiata. Este se encuentra a 850 metros (en línea recta) al noreste del Galpón N° 1 de la Fundición.

5.3.19.1. Localización

Coordenada Este	: 245.913
Coordenada Norte	: 6.189.666
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.19.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. Sin embargo, en esta zona el bosque se ha recuperado, por lo que se aprecia un bosque renovado y joven. En esta área no se presenta pendiente. 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 40. Entorno calicata 19



Fuente: Propia de los autores.

5.3.19.3. Análisis Edafológico

Calicata ubicada en las cercanías de un bosque de pino radiata, con estratas en extremo duras para la realización del sondeo, sin pendiente, cubierta vegetal seca y escasa materia orgánica. Pedregosidad mínima.

Tabla 46. Descripción Pedón Calicata C19.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 32	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 32 – 55	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.
C 55 – 85	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 41. Detalle de Calicata C19.



Fuente: Propia de los autores..

5.3.19.4. Análisis Químico

A continuación se presentan los resultados del análisis químico de la calicata 19.

Tabla 47. Comparativa Análisis Químico, Punto C19.

Punto C19		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	19.75	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte A	27.24	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	37.5	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	27.4	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado del análisis químico de la calicata 19 indica que las muestras no superan la normativa internacional en ninguno de los horizontes del pedón.

5.3.20. Punto C20

El punto C20 se encuentra localizado en el sector este aledaño a la fundición, en un bosque de *Pinus radiata* incinerado.

5.3.20.1. Localización

Coordenada Este : 245.449
Coordenada Norte : 6.189.316
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.20.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins.

- 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 42. Entorno calicata 20



Fuente: Propia de los autores.

5.3.20.3. Análisis Edafológico

Calicata en área con pendiente pronunciada, con cubierta vegetal mínima. Pedregosidad escasa, al igual que material orgánico.

Tabla 48. Descripción Pedón Calicata C20.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces, actividad biológica escasa. Límite inferior definido.
B 30 – 65	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franco arcillosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.
C 65 – 100	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y 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 43. Detalle de Calicata C20.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.20.4. Análisis Químico

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

Tabla 49. Comparativa Análisis Químico. Punto C20.

Punto C20		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	139.49	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte A	45.24	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	25.56	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	14.06	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa en la tabla anterior, solo un punto supera la normativa Internacional de Canadá, correspondiente a Suelos agrícolas cultivables, en la muestra superficial. Esta calicata se localiza en las inmediaciones de un bosque de Pino radiata, el cual ha sufrido las consecuencias de los incendios forestales del año 2017, por lo que el terreno ha perdido sus características agrológicas, no encontrándose materia orgánica o raíces en el pedón analizado. Por otro lado, tal como se mencionó en el análisis edafológico, este terreno presenta características limitantes para un suelo de tipo agrícola, siendo de clase de uso de suelo VI y con un bajo drenaje, por lo que principal destino corresponde a forestal.

5.3.21. **Punto C21**

El punto C20 se encuentra localizado hacia el noreste del sector aledaño a la fundición, en un bosque de Pinus radiata incinerado, a 120 metros al norte del punto anterior (Punto C20).

5.3.21.1. Localización

Coordenada Este : 245.436
Coordenada Norte : 6.189.440
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.21.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins. Terreno de topografía compleja, con ondulaciones y lomajes.

- 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 44. Entorno calicata 21



Fuente: Propia de los autores.

5.3.21.3. Análisis Edafológico

Sondeo realizado en zona de pequeños cerros, con lomajes moderados, cubierta vegetal seca, sin pedregosidad de importancia. Terreno arcilloso que impiden una fácil realización de la calicata por parte de la retroexcavadora.

Tabla 50. Descripción Pedón Calicata C21.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 25	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces, actividad biológica escasa. Límite inferior muy poco definido.
B 25 – 45	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franco arcillosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.
BC 45 – 80	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y 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 45. Detalle de Calicata C21.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.21.4. Análisis Químico

En la Tabla 51 se presentan los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio del muestreo realizado al punto C21.

Tabla 51. Comparativa Análisis Químico, Punto C21.

Punto C21		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	32.3	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte A	9.99	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	8.07	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	8.89	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

En análisis realizado en laboratorio indica que no existe superación de la normativa internacional para el muestreo del punto C21.

5.3.22. Punto C22

El punto C22 se encuentra localizado en el sector aledaño al galpón N° 1 y N°2, específicamente en la ladera de cerro ubicado detrás del galpón N° 2, aproximadamente a 85 metros al este del galpón mencionado.

5.3.22.1. Localización

Coordenada Este : 245.443
Coordenada Norte : 6.189.085
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.22.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins.

Terreno de pendiente fuerte, topografía compleja, con ondulaciones y lomajes. No posee destino de otros cultivos más que forestal.

- 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 46. Entorno calicata 22.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.22.3. Análisis Edafológico

Área con pendiente mucho más evidente, con cubierta vegetal y material orgánico. Pedregosidad escasa.

Tabla 52. Descripción Pedón Calicata C22.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces, actividad biológica escasa. Límite inferior definido.
B	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franco arcillosa. Escasa

Profundidad (cm)	Descripción
30 – 65	presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.
C 65 – 90	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y plástico. Ausencia de raicillas y materia orgánica. Formas de transición más evidente, resistente a la excavación.

Fuente: Elaboración propia.

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

Fotografía 47. Detalle de Calicata C22.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.22.4. Análisis Químico

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

Tabla 53. Comparativa Análisis Químico, Punto C22.

Punto C22		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	1914.8	SI		SI		SI	SI	SI	SI
Horizonte A	144.0	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte B	330.5	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte BC	217.0	NO		NO		SI	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

El Punto C22 se encuentra localizado hacia el noreste de la fundición, a menos de 90 metros del horno N°2. Tal como se puede observar en los resultados obtenidos (Tabla 53), la muestra superficial presenta valores elevados de Plomo, esto se debe a la pluma de los hornos de fundición, en donde el material es depositado en las cercanías de los galpones. Además, el estudio edafológico indica que este punto posee características de una clase de suelo VI, debido a su grado de pendiente, topografía compleja, ondulaciones del terreno y drenaje pobre.

Por otro lado, este punto corresponde a un punto evaluado por la Superintendencia de Medio Ambiente (Punto 30), 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 4918 mg/Kg, 2.6 veces superior al valor obtenido en el análisis realizado por Algoritmos SpA.

5.3.23. Punto C23

El punto C23 se encuentra localizado en el sector aledaño al galpón N°2, específicamente en la ladera de cerro ubicado detrás del galpón N° 2, aproximadamente a 40 metros al este del galpón mencionado.

5.3.23.1. Localización

Coordenada Este	: 245.414
Coordenada Norte	: 6.189.054
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.23.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de *Eucalyptus globulus* y pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O'Higgins.

Terreno de pendiente fuerte, topografía compleja, con ondulaciones y lomajes. No posee destino de otros cultivos más que forestal.

- 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 48. Entorno calicata 23.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.23.3. Análisis Edafológico

Sondeo realizado en zona de pendiente acusada, con pequeños árboles de eucaliptos, con lomajes moderados, cubierta vegetal seca, con pedregosidad moderada.

Tabla 54. Descripción Pedón Calicata C23.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/4). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces, actividad biológica escasa. Límite inferior muy poco definido.
B 30 – 55	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 4/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franco arcillosa. Escasa presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.
BC 55 – 90	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y plástico.

Profundidad (cm)	Descripción
	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 49. Detalle de Calicata C23.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.23.4. Análisis Químico

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

Tabla 55. Comparativa Análisis Químico, Punto C23.

Punto C23		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	532.36	SI		NO		SI	NO	SI	NO
Horizonte A	343.52	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte B	330.93	NO		NO		SI	NO	NO	NO
Horizonte BC	292.1	NO		NO		SI	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

El Punto C23 se encuentra localizado hacia el noreste de la fundición, a menos de 45 metros del horno N°2. Tal como se puede observar en los resultados obtenidos (**Tabla 55**), la muestra superficial presenta valores elevados de Plomo, esto se debe a la pluma de los

hornos de fundición, en donde el material es depositado en las cercanías de los galpones. Además, el estudio edafológico indica que este punto posee características de una clase de suelo VI, debido a su grado de pendiente, topografía compleja, ondulaciones del terreno y drenaje pobre.

Por otro lado, este punto corresponde a un punto evaluado por la Superintendencia de Medio Ambiente (Punto “Ladera ubicada atrás del galpón 2), en el cual se realizó un muestreo y medición de concentración de plomo en el suelo, m. El resultado de esta medición indicó que la concentración superficial de Plomo era de 1351.1 mg/Kg, 2.5 veces superior al valor obtenido en el análisis realizado por Algoritmos SpA.

5.3.24. Punto C24

El punto C24 se encuentra localizado en el sector oeste de la laguna ubicada en el terreno aledaño a la Fundición. Este sector se encontraba conformado por bosque de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, el cual fue consumido en los incendios forestales del año 2017.

5.3.24.1. Localización

Coordenada Este	: 244 991
Coordenada Norte	: 6.188.852
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.24.2. Descripción

Sondeo realizado en un bosque de *Eucalyptus globulus* y pino radiata, el cual ha sufrido los efectos de los incendios forestales acaecidos en enero y febrero de 2017 en la región de O’Higgins. No posee destino de otros cultivos más que forestal o ganadero.

Terreno de pendiente fuerte, topografía compleja, con ondulaciones y lomajes. Se encuentra cercano a Tranque o Laguna existente en la propiedad de la fundición.

- 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 50. Entorno calicata 24



Fuente: Propia de los autores.

5.3.24.3. Análisis Edafológico

Calicata realizada en un terreno con suaves pendiente, rodeado de árboles de pino radiata y de eucaliptos, cubierta vegetal seca y escasa, con pedregosidad moderada.

Tabla 56. Descripción Pedón Calicata C24.

Profundidad (cm)	Descripción
A 0 – 30	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 6/3). Estructura en pequeños conglomerados con textura franco arcillosa, plástico, adhesivo en húmedo; pedregosidad mínima. Mayor presencia de raíces, algunas de magnitud superior, actividad biológica escasa. Límite inferior poco definido.
B 30 – 55	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR 5/3). Estructura granular. Baja pedregosidad, plástico, adhesivo en húmedo. Textura franco arcillosa. Presencia de raicillas, sin actividad biológica. Límite inferior gradual y poco definido.
BC 55 – 90	Color en húmedo pardo (7.5YR 5/4). Estructura en bloques subangulares débiles, franco, presencia de pedregosidad de diverso tamaño, adhesivo y 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 51. Detalle de Calicata C24.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.24.4. Análisis Químico

A continuación, se presentan los resultados de concentración de Plomo obtenidos en el análisis, además, se puede observar la comparativa con las normas internacionales.

Tabla 57. Comparativa Análisis Químico, Punto C24.

Punto C24		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	13.05	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte A	9.06	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte B	10.45	NO		NO		NO	NO	NO	NO
Horizonte BC	9.32	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Este punto, localizado en el lado oeste de la laguna ubicada en el sector aledaño de la Fundición Alcones, no presenta valores que superen las normas internacionales de concentración de plomo en el suelo.

5.3.25. Punto S25

El punto S25 corresponde a una muestra del tipo superficial (0 – 10 cm). Se encuentra localizado en el sector sur de la fundición y de la laguna ubicada en el terreno aledaño a esta.

Este punto se ubica en los alrededores de un caserío próximo a la Fundición.

5.3.25.1. Localización

Coordenada Este	: 245.423
Coordenada Norte	: 6.188.342
Huso	: 19 Sur
Datum	: WGS84

5.3.25.2. Descripción

Toma de muestra realizada en un terreno con topografía compleja, con ondulaciones y lomajes. Se encuentra cercano a caserío existente cercano a la propiedad de la fundición. 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 52. Entorno Muestra Superficial S25



Fuente: Propia de los autores.

5.3.25.1. Análisis Químico

En la tabla 58 se observan los resultados obtenidos del análisis químico para el punto superficial S25.

Tabla 58. Comparativa Análisis Químico, Punto S25.

Punto S25		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	17.08	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Este punto, localizado en el lado sur oeste de la laguna ubicada en el sector aledaño de la Fundición Alcones, cercano a un caserío, no presenta valores que superen las normas internacionales de concentración de plomo en el suelo.

5.3.26. Punto S26

El punto S26 corresponde a una muestra del tipo superficial (0 – 10 cm). Se encuentra localizado en el sector de la laguna ubicada en el terreno aledaño a la Fundición.

5.3.26.1. Localización

Coordenada Este : 244.848
Coordenada Norte : 6.189.857
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.26.2. Descripción

Toma de muestra realizada en Fondo de lago, sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso se limita a la existencia de vida silvestre.

- Tipo de uso de suelo: Área Verde
- Sub tipo: Área Libre
- Clase de Capacidad de Uso: Clase VIII.
- Atributos críticos y/o limitaciones: Limitaciones severas de diversa índole para cultivos u otra actividad agrícola.

Fotografía 53. Muestra Superficial S26



Fuente: Propia de los autores.

5.3.26.3. Análisis Químico

En la tabla 59 se observan los resultados obtenidos del análisis químico para el punto superficial S26.

Tabla 59. Comparativa Análisis Químico, Punto S26.

Punto S26		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	7.8	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Este punto, localizado en el lado oeste de la laguna ubicada en el sector aledaño de la Fundición Alcones, no presenta valores que superen las normas internacionales de concentración de plomo en el suelo.

5.3.27. **Punto S27**

El punto S27 se localiza en el sector de Plantación de Tunas, ubicado en el camino de ingreso al predio perteneciente a la Fundición Alcones. Actualmente perdura la plantación de estas.

5.3.27.1. Localización

Coordenada Este : 245.576
Coordenada Norte : 6.189.857
Huso : 19 Sur
Datum : WGS84

5.3.27.2. Descripción

Toma de muestra realizada en un terreno sin pendiente y con escasa pluviometría. Permite la posibilidad de cultivar especies productivas que se desarrollan en suelos poco fértiles y con altas temperaturas. Es por esto que existe una plantación de Tunas (*Opuntia ficus-indica*, de la familia Cactaceae), especie que presenta una amplia tolerancia edáfica.

- Tipo de uso de suelo: Actividad Productiva.
- Sub tipos: Agrícola.
- Clase de Capacidad de Uso: Clase IV
- Atributos críticos y/o limitaciones: Texturas finas; secano costero con muy baja pluviometría; drenaje pobre.

Fotografía 54. Muestra Superficial S27.



Fuente: Propia de los autores.

Fotografía 55. Entorno Muestra Superficial S27.



Fuente: Propia de los autores.

5.3.27.3. Análisis Químico

En la tabla 60 se observan los resultados obtenidos del análisis químico para el punto superficial S27.

Tabla 60. Comparativa Análisis Químico, Punto S27.

Punto S27		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	6.87	NO		NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

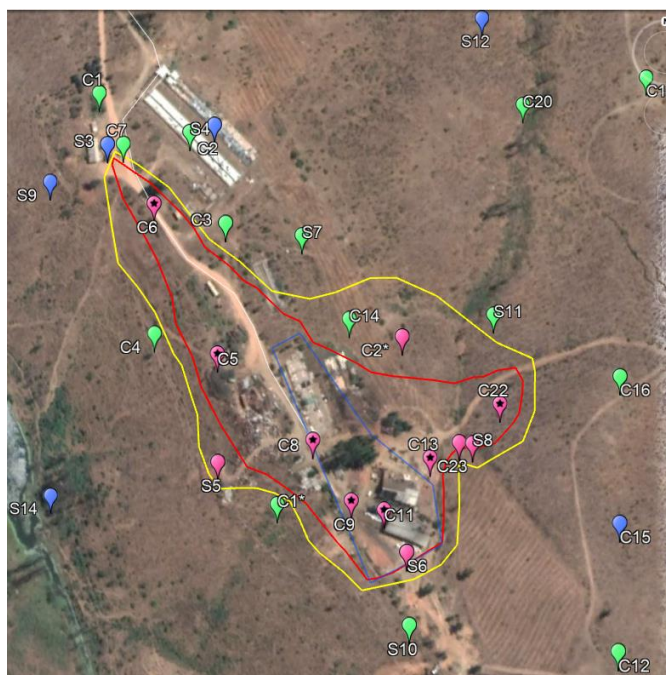
El punto S27 se localiza en el cultivo de Tunas, el cual no supera la normativa internacional. Además, cabe destacar, que el valor obtenido de concentración de plomo es 10 veces inferior a la normativa de suelos agrícolas cultivables de Canadá, norma caracterizada por sus valores conservadores.

6. ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES AFECTADAS

En relación a la extensión que ocupan las superficies de los terrenos afectados por plomo y que superan valores criterios de normativa internacional para uso de suelo industrial, en el siguiente cuadro se presenta una estimación de las superficies afectadas, en hectáreas. La estimación se realizó interpolando manualmente en función de los puntos de muestreo analizados (dato superficial) en el área afectada (ver figura); para disponer de mayor cantidad de datos, se han incluido los puntos tomados en la campaña realizada por Algoritmos el Año 2019 (Anexo VIII). La zona de mayor concentración (>1200 mg/kg) corresponde a los sectores donde se emplaza la infraestructura de la fundición y la zona más cercana. El desplazamiento del área hacia el nor-este, frente a la fundición, puede estar influenciado por los vientos locales que presentan esa dirección preferencial en el ciclo anual.

Valores Guía Normativa Internacional Uso de Suelo Industrial	Valores criterio mg/kg	Superficie (ha)
Holanda	530	5,0
EEUU	1200	3,1

Figura 4. Estimación de superficies afectadas por plomo.



Elaboración propia a partir de imagen Google Earth

7. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS AMBIENTALES

De acuerdo a los resultados de la caracterización de los sondeos anteriormente descritos, los suelos evaluados pertenecen casi en su totalidad a la **Clase VI** de Capacidad de Uso. Sus atributos críticos, definidos por la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011 rectificado) son suelos con pendientes moderadamente ondulados, con texturas finas y drenaje imperfecto como factores limitantes para cultivos.

Las áreas con concentración de plomo, si bien se encuentran en una zona rural, debido a que no se encuentran comprendidas en los límites urbanos de la comuna de Marchigüe, no presentan una caracterización adecuada para ser utilizada en agricultura, más bien, el área de estudio presenta un uso de suelo adecuado para plantaciones forestales, ya que el uso de suelo que se pudo observar, y luego de un exhaustivo análisis edafológico, ha quedado manifestado que la Capacidad de Uso de Suelo es equivalente a una clase de suelo VI

Tal como ha quedado demostrado en el presente informe, la calidad de suelo corresponde a usos de suelo de clase VI, por lo que la comparación realizada por la Superintendencia de Medio Ambiente respecto a la Norma Internacional, específicamente de Canadá no es la adecuada, debido a que, el país anteriormente mencionado, define como suelo agrícola aquel que es cultivable, lo que corresponde a una clasificación de Uso de Suelo I II y III, los cuales no están presentes en el área de Estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis Edafológico de los suelos del Fundo Alcones y sus alrededores, se obtiene que el uso de suelo adecuado para la zona de estudio no corresponde a un uso agrícola, por lo que, los resultados del análisis de concentración de plomo realizados en laboratorio se deben comparar con los valores de referencia de la normativa internacional vigente de acuerdo a un uso de suelo industrial.

Al realizar la comparación de los resultados obtenidos en laboratorio con la normativa internacional de los valores máximos de referencia permitidos, es decir, Holanda (530 mg/kg), Canadá (600 mg/kg), México (800 mg/kg) y EEUU (1200 mg/kg), se obtiene lo siguiente:

- De un total de 27 puntos analizados, existe un total de 8 calicatas analizadas que superan la normativa de referencia, ubicados, principalmente, en las inmediaciones de la Fundición Alcones. Los puntos que superan la normativa de referencia son C5, C6, C8, C9, C11, C13, C22 y C23.
- Mientras que un total de 19 puntos muestreados se encuentran dentro de la normativa ambiental aplicable.

Por último, la Superintendencia de Medio Ambiente ha realizado un muestreo y análisis de concentración de Plomo en 2 puntos ubicados en el Sector Acopio Suroeste del Galpón 3,

utilizado para el depósito de escoria generada por la Fundición, los cuales no fueron analizados en el presente informe, lo anterior debido a que dicho muestreo se efectuó en un sector sobre el cual se ubica un radier, por lo que no corresponde realizar un estudio edafológico o un análisis químico de la componente suelo, debido a que ésta no está presente en dichos puntos. Cabe destacar que, no existe percolación de material por el radier presente.

Se ha efectuado una estimación de las superficies afectadas por plomo, tomando como referencia las normativas de Holanda (530 mg/kg) y EEUU (1.200 mg/kg), obteniendo valores de 5,0 ha y 3,1 ha respectivamente. La zona con mayor presencia de plomo incluye el sector industrial donde se emplazan las instalaciones de la Fundición Alcones.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 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).
- “Mapa de asociaciones de grandes grupos de suelos de Chile” (Luzio y Alcayaga, 1992).
- Guía para la 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)
- Procedimiento Técnico para Muestreo de Suelo P-1001. Algoritmos SpA.
- NCh 3400/1:2016 Calidad del Suelo-Muestreo-Parte 1: Directrices para el diseño de los programas de muestreo.
- NCh 3400/2:2016 Calidad del suelo – Muestreo – Parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo.
- NCh 3400/3:2016 Calidad del suelo – Directrices sobre seguridad.
- Regulación Internacional:
 - Dutch Target and Intervention Values, 2000 (the New Dutch List).
 - Norma USEPA. Norma de riesgo para plomo en pintura, polvo y suelo (TSCA Sección 403)
 - Environmental Quality Guidelines, EQG, 1999.
 - Norma oficial Mexicana NOM-147-Semarnat/SSA1-2004.

ANEXOS

ANEXO I: Antecedentes generales

ANEXO II: Fotografías puntos de muestreo.

ANEXO III: Cadenas de Custodia.

ANEXO IV. Informes de Ensayo y declaraciones juradas.

ANEXO V Autorizaciones y acreditaciones ETFA.

ANEXO VI Responsables y participantes de las actividades de muestreo, medición y análisis.

ANEXO VII Cambio de Nombre Puntos de Muestreo.

Anexo VIII Muestras Superficiales Fundición Alcones Campaña Algoritmos Julio 2019.