ADENDA COMPLEMENTARIA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO TREN ALAMEDA MELIPILLA

ANEXO 8-PCS-1_2

ACTUALIZACIÓN PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS

GRUPO EFE

Santiago, 2018

Sustentable S.A.
Asesoría y Gestión Ambiental
Av. Providencia 2640. Of. 15 - A
Teléfono: (56-2) 23659306 Fax: (56-2) 23659307
www.sustentable.cl

ANEXO 8-PCS-1_2 ACTUALIZACIÓN PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS

ADENDA COMPLEMENTARIA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO TREN ALAMEDA MELIPILLA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 1

2 OBJETIVOS 1

3 ÁREA DE ESTUDIO 2

3.1 Localización, tenencia e intereses productivos 2

4 METODOLOGÍA 4

4.1 Caracterización de predios para aplicar el plan de compensación de suelos 4

4.2 Trabajo de Campo 4

4.3 Elaboración informe y cartografía 6

5 PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS 7

5.1 Plano topográfico y red hídrica 7

5.2 Uso actual de los Predios 8

5.3 Uso Proyectado de los terrenos por parte del propietario 10

5.4 Caracterización de los suelos 10
5.4.1 Caracterización de los suelos de acuerdo a CIREN (1996) 10
5.4.2 Caracterización del suelo a partir del análisis de perfiles de suelo 16

5.5 Labores a realizar para aumentar la capacidad de uso de suelos clase IV y VI hasta clase III 32
5.5.1 Mejoramiento del drenaje 32
5.5.2 En relación al Hardpan o duripán 33
5.5.3 En relación a la topografía 34

5.6 Indicadores de cumplimiento 38

5.7 Informes de avance 40

5.8 Cronograma de actividades 40

6 BIBLIOGRAFÍA 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Identificación de predios del PCS 2
Tabla 2 Análisis Fisicoquímicos de Muestras Provenientes de Terreno 5
Tabla 3 Series y clases de suelo, según CIREN (1996) 10
Tabla 4 Perfiles modales Terrenos 1 y 2 30
Tabla 5 Resumen labores por terreno 36
Tabla 6 Situación inicial y final de las características técnicas del terreno en relación al suelo. Terreno 1, Fase FRU-2 38
Tabla 7 Situación inicial y final de las características técnicas del terreno en relación al suelo. Terreno ,1 Fase FRU-1 38
Tabla 8. Situación inicial y final de las características técnicas del terreno en relación al suelo. Terreno 2, Fase PRA-1 39
Tabla 9. Situación inicial y final de las características técnicas del predio en relación al suelo. Terreno 2 (sector con pendientes sobre 20%) 39

Apéndice 1
Tabla 10: Unidades de capacidad de uso 4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación general del predio 2
Figura 2 Ubicación de terrenos a compensar 3
Figura 3 Excavación calicatas 5
Figura 4 Mapa de Pendientes Terreno 1 7
Figura 5 Mapa de Pendientes Terreno 2 8
Figura 6 Vista Terreno 1 9
Figura 7 Vista Terreno 2 9
Figura 8 Series de suelo (CIREN, 1996) 14
Figura 9 Clases de Capacidad de Uso del Suelo (CIREN, 1996) 15
Figura 10 Ubicación del Predio y calicatas 16
Figura 11 Fases presentes en los Terrenos 31
Figura 12 Propuesta de una red de drenaje 33
Figura 13 Diagrama de bloque de presencia del hardpan 34
Figura 14 Secciones transversales de la topografía predial 35

APÉNDICE

Apéndice 1: Materiales y símbolos
Apéndice 2: Descripción de propiedades físicas, químicas hidrológicas de los suelos
Apéndice 3: Levantamiento topográfico
Apéndice 4: Fotografías del área de estudio
Apéndice 5: Análisis de laboratorio

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a una actualización del Plan de Compensación de Suelos (PCS) elaborado en el marco de la tramitación ambiental del Proyecto "Tren Alameda – Melipilla", ubicado en las comunas de Cerrillos, El Monte, Estación Central, Maipú, Melipilla, Padre Hurtado, Peñaflor y Talagante, de la Región Metropolitana de Santiago. Dicho Proyecto corresponde a una serie de obras aledañas a la actual línea del tren que conecta Santiago con Melipilla, las que en total suman una superficie aproximada de 162,32 ha de obras permanentes y 3,6 ha de obras temporales.

La Resolución N°21/2004 del Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2004), y la Ordenanza del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (OPRMS) del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, (MINVU, 2007), recomiendan compensar en una relación de superficie de 1:1,5 ha; la pérdida de suelos de alta prioridad agrícola, vale decir, suelos con Clases de Capacidades de Uso I, II y III. En el área de influencia definida para este Proyecto se intervendrán 0,49 ha de suelos clase II y 2,50 ha de suelos clase III, sumando un total de 2,99 ha, las que serán compensadas a una superficie de 4,5 ha. No obstante, lo anterior se propone la compensación de 5,1 ha en un terreno ubicado en la comuna de Melipilla.

Actualmente, los suelos propuestos para realizar la compensación presentan una clase de capacidad de uso IV y VI, donde los factores limitantes más severos son la pendiente, el mal drenaje y la existencia de un *hardpan* o estrata compactada localizada en profundidad. Por tanto, se plantea bajar las clases de capacidad de uso IV y/o VI (CIREN-1996) a una clase arable de tipo III con menos limitaciones.

Para lo anterior es necesario realizar obras de desbroce de vegetación, ciega de la pradera, nivelación de la pendiente del terreno, mejoramiento del drenaje a través de drenes colectores y eliminación o reducción parcial del *hardpan* en profundidad, mediante labores de subsolado. El sistema de riego deberá ser reestablecido a la nueva condición topográfica del predio.

Las obras de habilitación darán cuenta del cambio en la clase de capacidad de uso del suelo ya mencionado, de acuerdo a las normas establecidas por el SAG, (2011) en su **Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo (G-PR.GA-05)** y los lineamientos y recomendaciones establecidos por CIREN, (1996) en su documento **Materiales y Símbolos** integrado en el **Estudio Agrológico de Suelos de la Región Metropolitana**.

2 OBJETIVOS

- Describir y caracterizar el recurso suelo en los predios donde se aplicará el PCS;
- Levantar una cartografía predial para definir superficies de compensación;
- Proponer medidas de compensación a fin de reducir los factores limitantes para la producción agrícola.

3 ÁREA DE ESTUDIO

3.1 LOCALIZACIÓN, TENENCIA E INTERESES PRODUCTIVOS

Los terrenos a compensar se localizan en la región Metropolitana, específicamente en la comuna de Melipilla, y se encuentran al interior de un predio mayor de 33,4 ha de propiedad del señor Eduardo Lara. En la Tabla 1 se presentan los datos de los terrenos y la superficie a compensar.

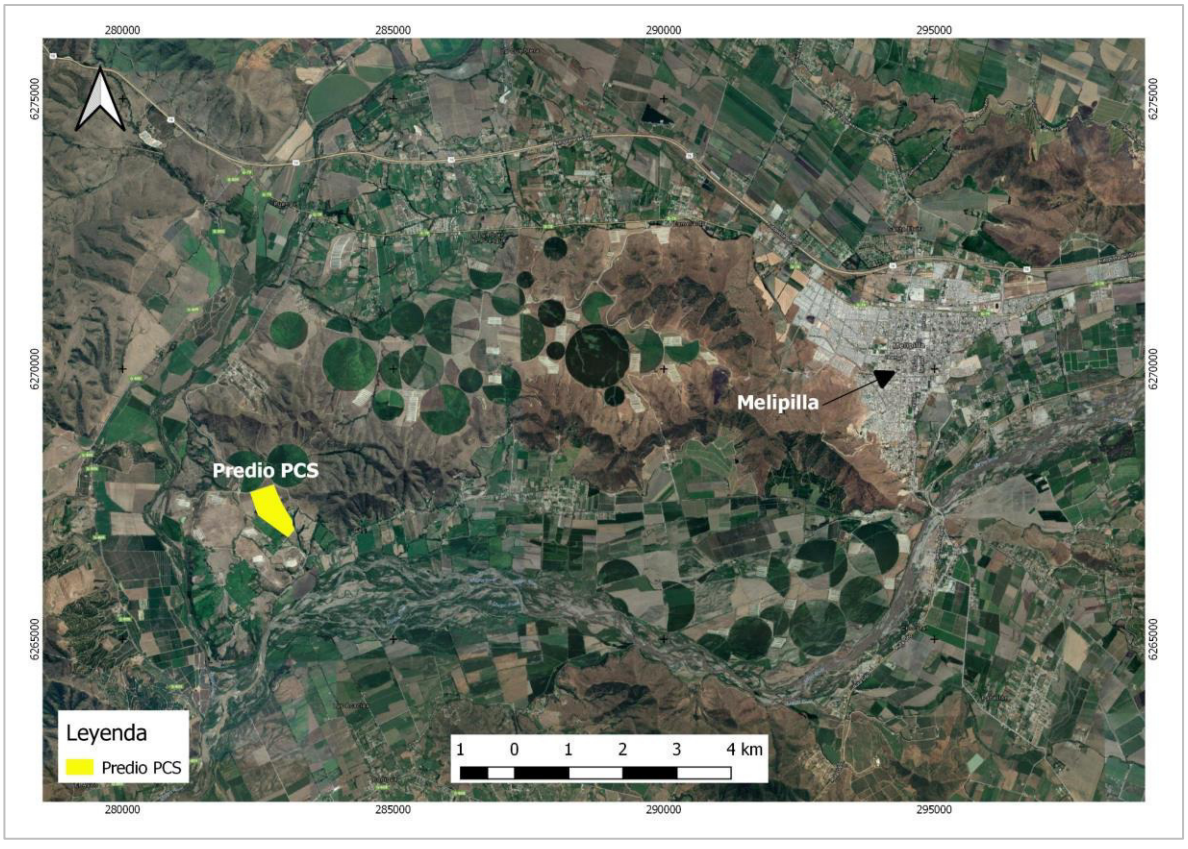
Tabla 1 Identificación de predios del PCS

Propietario	Nombre predio	Rol	Superficie por compensar Terreno 1 (ha)	Superficie por compensar Terreno 2 (ha)	Superficie total por compensar (ha)
Eduardo Lara	Huechún Bajo el descanso	2022-81	1,3	3,8	5,1

Fuente: Elaboración propia.

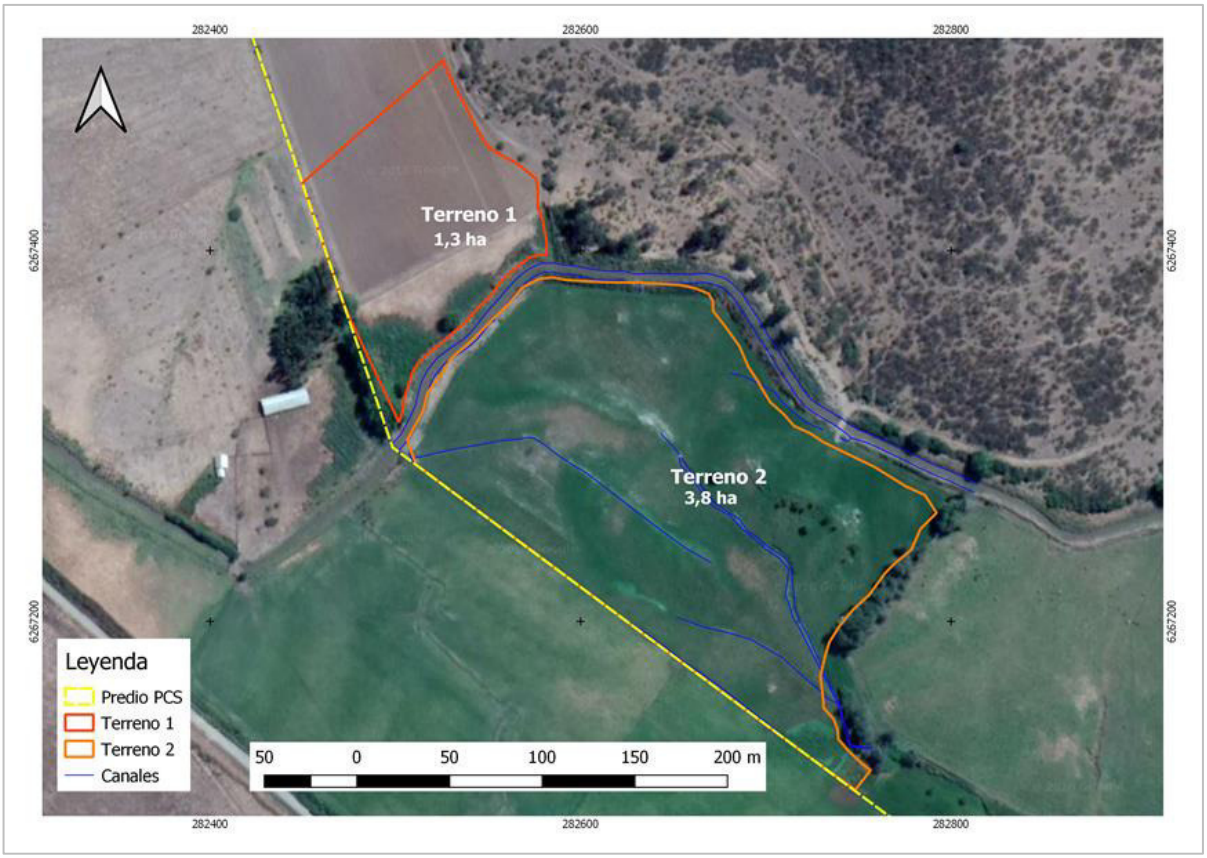
Las siguientes figuran muestran la localización del predio y los dos terrenos propuestos, a diferentes escalas espaciales.

Figura 1 Ubicación general del predio



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Ubicación de terrenos a compensar



Fuente: Elaboración propia

4 METODOLOGÍA

4.1 CARACTERIZACIÓN DE PREDIOS PARA APLICAR EL PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS

En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica del recurso suelo en el predio seleccionado, a fin de obtener los antecedentes necesarios para la descripción de los suelos de la propiedad, los que fueron complementados con la información generada en terreno. Se considera el marco normativo vigente y las siguientes fuentes bibliográficas (entre otras):

- Börgel, R. (1983). Geografía de Chile, Geomorfología;
- Casanova et al (2013). The soils of Chile;
- FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC (2012). Harmonized World Soil Database (version 2);
- IUSS Grupo de Trabajo WRB (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo;
- Luzio, W. (ed.) (2010). Suelos de Chile;
- SERNAGEOMIN (2003). Carta geológica de Chile 1:1.000.000.

Los manuales consultados fueron:

- FAO (2009). Guía para la descripción de suelos;
- Honorato, R. (2000). Manual de edafología;
- National Soil Survey et al (2012). Field Book for Describing and Sampling Soils;
- Schlatter, J. et al (2003). Manual para el reconocimiento de suelo;
- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG (2011). Pauta para estudios de suelo;
- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG (2011). Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo.

4.2 TRABAJO DE CAMPO

A partir de la información recopilada en la etapa anterior, se realizaron visitas al predio seleccionado durante el mes de septiembre del año 2015, los meses de noviembre y diciembre del 2017, y febrero del 2018, en donde se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- **Reconocimiento general del área de estudio**: con el fin de corroborar el número y la localización de las calicatas.

- **Observación de aspectos topográficos, geomorfológicos, paisajísticos y de uso de suelo actual**: Esto permitió complementar el análisis de los perfiles de suelo y fue utilizado como insumo para la definición de las clases de capacidad uso de suelo presente en el área de estudio.

- **Levantamiento Topográfico:** con el fin de describir las cotas y variaciones de la topografía, información que permite describir la pendiente de los dos terrenos y elaborar con mayor precisión las obras de mejoramiento propuestas.

- **Ejecución y caracterización preliminar de calicatas**: de acuerdo con el análisis realizado en gabinete, la superficie a prospectar y el reconocimiento general de los suelos del área de estudio en terreno, se realizó la excavación y el análisis de dos (2) calicatas en el mes de junio del 2015 y once (11) en el mes de noviembre del 2017. Las once calicatas excavadas en el mes de noviembre fueron realizadas con una máquina retroexcavadora, a fin de poder alcanzar los 2 m de profundidad o hasta la presencia del duripán.

Figura 3 Excavación calicatas



Fuente: Terreno noviembre 2017

La descripción de calicatas se efectuó a nivel de unidades homogéneas o series y a nivel de fases o variantes que describen los factores limitantes de cada serie en términos de drenaje, pendiente, profundidad y erosión. Las fases se identificaron con un código cartográfico y un subíndice numérico. Para el terreno 1 se proponen las fases FRU-1 y FRU-2 por estar actualmente cubiertos de frutillas; y para el terreno 2 las fases PRA-1 y PRA-2 por estar cubiertos de praderas.

- **Toma de muestras para análisis fisicoquímico**: Se tomaron muestras de suelo (del al menos 2,5 kg) provenientes de los primeros 30 cm de los horizontes que conforman el perfil del suelo de las trece (13) calicatas analizadas (2 calicatas del estudio de la Adenda Nº1 y 11 calicatas del presente estudio actualizado incluido en esta Adenda Complementaria).

  Adicionalmente, en el mes de febrero del 2018, se realizaron 2 calicatas en zonas representativas de los terrenos afectos al PCS desde las cuales se obtuvieron muestras de suelo de los horizontes 2 y 3 (más profundos) (H_1 y H_2), de manera de complementar la información fisicoquímica obtenida de los horizontes superficiales de las trece (13) calicatas ya analizadas. Los análisis que se realizaron se identifican en la siguiente tabla.

Tabla 2 Análisis Fisicoquímicos de Muestras Provenientes de Terreno

Propiedad Evaluada	Método de Evaluación	Importancia
Granulometría	Tamices	Define la frecuencia de separatas
Densidad Aparente	Terrón/ Cilindro	Porosidad/Compactación
Reacción del Suelo-pH	Potenciométrico	Establecimiento de cultivos
Conductividad Eléctrica	Conductivímetro	Establecimiento de vegetación
Razón de Adsorción de Sodio	Concentración de iones en soluciones	Efecto del Sodio en el suelo
Contenido de Materia Orgánica	Digestión	Nivel de fertilidad
Capacidad de Campo	Olla de presión	Humedad disponible para las plantas

Punto de Marchitez Permanente	Olla de presión	Humedad disponible para las plantas
Humedad Aprovechable	Diferencia CC-PMP	Humedad disponible para las plantas
Sodio soluble	Colorímetro, EDTA, fotómetro	Disponibilidad de nutrientes
Calcio soluble	Colorímetro, EDTA, fotómetro	Disponibilidad de nutrientes
Magnesio soluble	Colorímetro, EDTA, fotómetro	Disponibilidad de nutrientes

Fuente: Tan, K.H. (1996). Soil Sampling, Preparation and Analysis.

La evaluación de la calificación de las propiedades se efectuó a través de la Pauta de Estudios de Suelos del SAG (2011).

4.3 ELABORACIÓN INFORME Y CARTOGRAFÍA

A partir de la información generada en gabinete y la información recogida en terreno, se ha elaborado el presente informe, el cual contiene, entre otros:

- Descripción del recurso suelo de los sitios seleccionados para la aplicación del PCS, considerando las características del perfil del suelo y morfológicas del terreno según las clases y valores de: pendiente (%), profundidad (cm), pedregosidad superficial (% de piedras y % de gravas), drenaje, textura, pedregosidad subsuperficial, entre otros.

- Definición de las clases de capacidad de uso de suelo presentes en los sitios seleccionados.

- Descripción y planificación de las labores a realizar para el mejoramiento de suelos (medidas de compensación).

Tanto el predio en estudio, la ubicación de las calicatas, las series de suelo y las diferentes clases de capacidad de uso de suelo definidas se presentan cartografiadas a escala apropiada para su debida visualización.

En el Apéndice 1 se presenta una descripción de los conceptos y simbología utilizada en el presente informe.

5 PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS

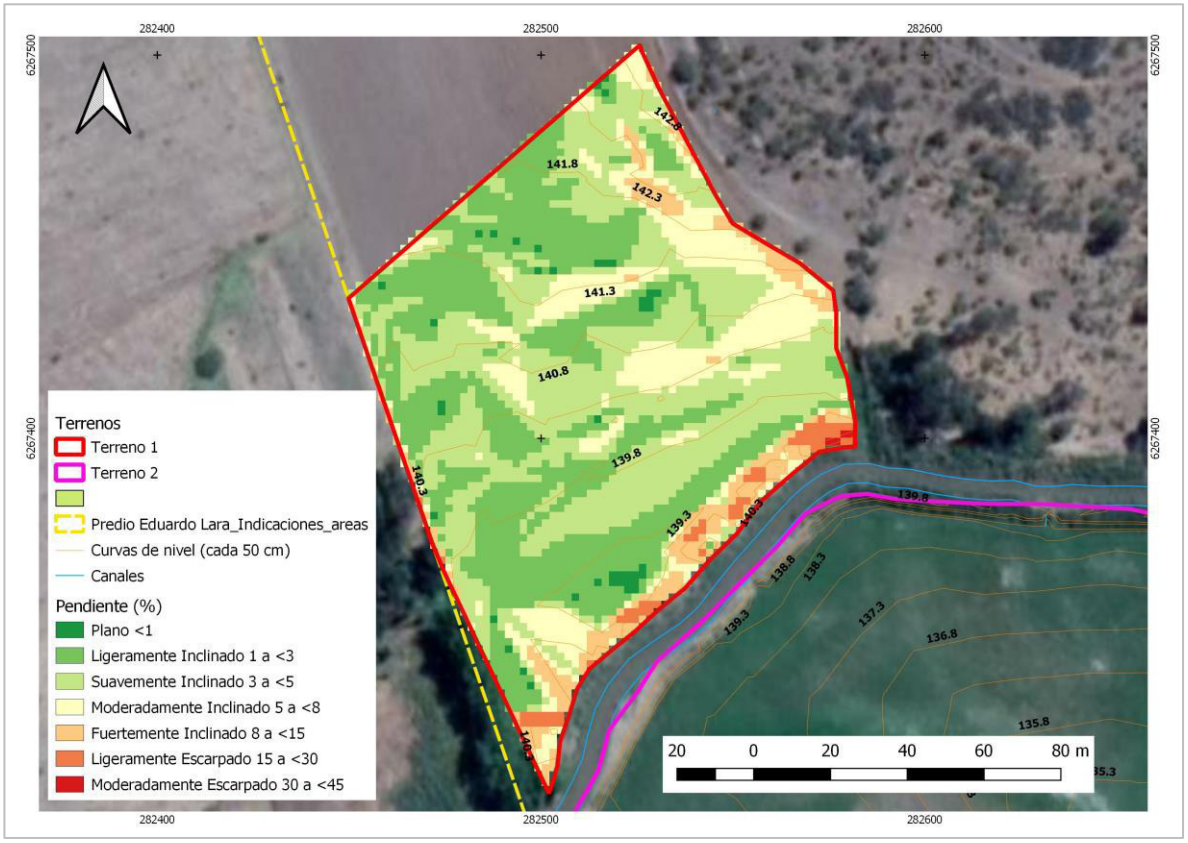
A continuación, se presenta la caracterización de los suelos de los terrenos a compensar, en base a la información levantada en terreno.

5.1 PLANO TOPOGRÁFICO Y RED HÍDRICA

En el Apéndice 3 (a) y Apéndice 3 (b) se presenta un plano por cada uno de los terrenos a compensar, en los que se muestra la topografía de cada uno de ellos (levantada a escala 1:500), la red de canales e información adicional relevante (infraestructura, caminos, entre otros).

La Figura 4 muestra una representación espacial de las pendientes de los terrenos (de acuerdo a los rangos establecidos en la Pauta para Estudios de Suelos, 2011), a partir del levantamiento topográfico realizado[1].

Figura 4 Mapa de Pendientes Terreno 1



Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la figura anterior, las pendientes en el Terreno 1, son clasificadas en su mayoría entre los rangos "Plano" (1 a <3%) y "Moderadamente inclinado" (5 a <8%), a excepción de las zonas cercanas al pie del

[1] Las pendientes del Terreno 1 fueron clasificadas como pendientes simples, mientras que las del terreno 2, como pendientes complejas.

cerro localizado inmediatamente al NE del terreno y en la zona adyacente al canal de regadío, en donde es posible encontrar zonas clasificadas entre los rangos “Fuertemente inclinado” (8 a <15%) y “Moderadamente escarpado” (30 a <45%)

Figura 5 Mapa de Pendientes Terreno 2



Fuente: Elaboración propia

El Terreno 2 posee en su mayoría valores de pendientes entre los rangos “Casi plano” (1 a <3%) y “Suavemente ondulado” (5 a <8%). En el sector Este del predio se observa un sector con pendientes que varían entre “Moderadamente ondulado” (8 a <15%) y “De lomajes” (30 a <45%), al igual que la zona del límite NO del terreno, adyacente a un canal de regadío.

5.2 USO ACTUAL DE LOS PREDIOS

- **Terreno 1**: Plantación frutales menores (frutillas).
- **Terreno 2**: Pradera (para alimento ganado).

Las siguientes fotografías muestran la situación actual de los terrenos por compensar.

Figura 6 Vista Terreno 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Vista Terreno 2



Fuente: Elaboración propia

5.3 USO PROYECTADO DE LOS TERRENOS POR PARTE DEL PROPIETARIO

Los terrenos sometidos a restauración deben cumplir con las características propias de su nueva clase en términos de los parámetros edafológicos básicos que las definen: pendiente, profundidad efectiva y drenaje. Por tanto, un suelo de clase III tiene un amplio rango de cultivos factibles de establecer de acuerdo con las limitantes mejoradas planteadas por la clase.

Por tanto, la intensidad de las obras de restauración de suelos está orientada a establecer cierta calidad del suelo capaz de cumplir con los requerimientos de cultivos planteada por el beneficiario, vale decir suelos aptos para el establecimiento de cítricos en el Terreno 1 y praderas en el Terreno 2.

5.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

5.4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DE ACUERDO A CIREN (1996)

De acuerdo al Estudio Agrológico de la región Metropolitana elaborado por CIREN (1996) los terrenos en estudio se localizan sobre suelos clase VI y IV. La siguiente tabla muestra el detalle de las clases y series de suelo presentes en el predio a compensar.

Tabla 3 Series y clases de suelo, según CIREN (1996)

Terreno	Serie	Clase	Sub Clase	Superficie ha
Terreno 1	LVZ-6	VI	e	0,07
	PUD-9	IV	w	1,24
Terreno 2	LVZ-6	VI	e	1,69
	PUD-9	IV	w	1,38
	PUD-5	IV	s	0,76

- **Rango de variaciones presentes en el área de influencia**

I. <u>Serie Lo Vásquez (LVZ), franco arcillo arenosa</u>

a) Caracterización General

La Serie Lo Vásquez es un miembro de la Familia franca fina, mixta, térmica de los Ultic Haploxeralfs (Alfisol). Suelos evolucionados derivados de rocas graníticas, moderadamente profundos a profundos, de los cerros de la Cordillera de la Costa de Región Central. De color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR y textura franco arcillo arenosa en la superficie, arcillosa en profundidad, con un contenido de gravilla de cuarzo que se incrementa junto con la proximidad de la roca descompuesta, donde toma un color rojizo amarillento en el matiz 5YR y pardo amarillento oscuro en el matiz 7.5YR, siendo la textura arcillo arenosa. Los materiales se encuentran bien estructurados en los primeros 40 ó 50 cm y no presenta estructuras en profundidad. El substrato está constituido por rocas graníticas descompuestas.

A continuación, se presentan las características físicas y morfológicas del pedón.

Profundidad (cm)	Características
0-18 A_1	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares y angulares finos, moderados. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravilla de cuarzo escasa. Límite ondulado, claro.
18-32 B_{21}	Pardo rojizo oscuro (5YR 3.5/3, 70% y 2.5YR 3/4, 30%), todos en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques angulares medios, fuertes. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravilla de cuarzo escasa. Límite lineal, gradual.
32-43 B_{22t}	Pardo rojizo oscuro (2.5YR 3/4) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques angulares medios, fuertes. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Cutanes de arcilla delgados, discontinuos. Gravilla de cuarzo común. Límite lineal, gradual.
43-57 B_{23t}	Pardo rojizo (5YR 4/3 a 4/4) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; friable; macizo. Raíces finas abundantes; poros finos comunes. Cutanes de arcilla delgados, continuos. Gravilla de cuarzo abundante. Límite ondulado, gradual.
57-78 B_3	Pardo rojizo (5YR 4/3) en húmedo a rojo amarillento (5YR 5/8) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; macizo. Raíces finas abundantes y algunas raíces medias; poros finos comunes. No hay cutanes observables. Gravilla de cuarzo, abundante. Límite ondulado, gradual.
78-115 C_1	Pardo oscuro (7.5YR 4/4) en húmedo; arcillo arenosa. Raíces finas escasas y algunas raíces medias; poros finos y medios comunes. Gravilla de cuarzo muy abundante. Límite ondulado, gradual.
115 y más R	Roca granítica en diversos estados de meteorización.

b) Rango de variaciones

La profundidad efectiva del suelo varía entre 50 y 120 cm. La temperatura media anual del suelo se estima que fluctúa entre 15 y 16º C. El horizonte A presenta colores pardo muy oscuro en el matiz 10YR, especialmente donde se ha producido acumulación de materiales antiguos; la textura fluctúa entre franco arcillosa y franco arcillo arenosa. El horizonte B_{21} es siempre de color pardo rojizo, variando los valores de 2 a 4 y permaneciendo invariable los cromas en 2; la textura puede ser arcillo arenosa fina o muy fina, especialmente cuando no hay gravilla. El horizonte B_{22t} varía en color de 2.5YR 3/4 a 5YR 3/3; la textura puede ser arcillo arenosa fina y la estructura prismática fina o media, moderada, que se parte en las estructuras que muestran los suelos en invierno, bloques angulares o subangulares medios, fuertes.

El horizonte B23t varía en color de 5YR 3/2 a 4.5/4 y de 2.5YR 3/4 a 4/4; la textura puede ser arcillo arenosa fina si el contenido de gravilla es reducida; la estructura puede ser prismática fina, moderada, si el suelo se encuentra seco, en húmedo no hay estructuras.

El horizonte B3 presenta variaciones principalmente de color dependiendo del grado y forma en que se altere la roca granítica.

c) Posición

La Serie Lo Vásquez ocupa la posición de cerros en la Cordillera de la Costa de la región Central de Chile. Las pendientes dominantes son de 20 a 50%.

Variaciones presentes en el área de estudio

LVZ-6

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, ligeramente profunda, moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso: VIs7 Categoría de riego: 4s Erosión actual: 0	Clase de drenaje: 5 Aptitud frutal: D Aptitud agrícola: 6

II. Serie Pudahuel (PUD), franco arenosa fina

a) Caracterización General

La Serie Pudahuel es un miembro de la Familia franca gruesa, mixta de los Vitradic Durixerolls (Mollisol). Son suelos ligeramente profundos que tienen un horizonte A de color pardo oscuro en matices 10YR ó 7.5YR, textura moderadamente gruesa y estructura de bloques subangulares medios, débiles, en superficie es granular media, débil. El horizonte B es de color pardo oscuro en el matiz 7.5YR, texturas gruesas y estructura de bloques subangulares finos, débiles. El horizonte C varía en color de pardo oscuro en matiz 7.5YR a pardo grisáceo en matices 10YR, texturas gruesas, o estructurado y con fragmentos del horizonte inferior incluidos. El horizonte C2m (duripán) es de color pardo pálido en matiz 10YR, textura gruesa o moderadamente gruesa, no estructurado, extraordinariamente duro y muy firme, con poros escasos y sin raíces. En profundidad, los materiales arenosos del horizonte C3, se encuentran sueltos, son de color pardo amarillento pálido en matiz 10YR, escasamente porosos.

A continuación, se presentan las características físicas y morfológicas del pedón.

Profundidad (cm)	Características
0-19 A_1	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques subangulares finos, débiles, con granular fina, débil especialmente en los primeros 3 a 5 cm. Raíces finas abundantes; poros finos comunes. Límite lineal, claro.
19-34 A_3	Pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (7.5YR 3/2 a 10YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; muy friable en húmedo; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas escasas; poros finos comunes. Límite lineal, abrupto.
34-48 B	Pardo oscuro (7.5YR 3.5/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces escasas; poros finos comunes. Límite lineal, abrupto.
48-55 C_1	Pardo oscuro (7.5YR 4/4) en húmedo; arenosa; no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Fragmentos comunes de tosca de pómez de 0,25 a 1,5 cm de longitud y de 0,25 a 0,5 cm de ancho. Raíces aisladas; poros finos escasos a comunes. Límite lineal, abrupto.
55-73 C_{2m}	Pardo pálido (10YR 6/3) en húmedo; arenosa o areno francosa; no plástico y no adhesivo, extraordinariamente duro. Raíces solamente por grietas que se producen ocasionalmente en el duripán. Se presenta una especie de estructura laminar fina, observándose fuerte acumulación de óxidos de hierro y manganeso, asociada con una muy fuerte concentración silícea. Límite irregular, abrupto.

73-120 C_3	Pardo amarillento pálido (10YR 6/4) en húmedo; arenosa; no plástico y no adhesivo; muy friable; grano simple. No hay raíces, poros finos escasos.

b) Rango de variaciones

La profundidad efectiva del suelo varía entre 35 y 70 cm. Se estima que la temperatura media anual del suelo varía entre 15 y 16ºC. El horizonte A1 varía de textura franco arenosa fina a areno francosa fina, ocasionalmente y en los sectores planos de la parte alta de la topografía es posible encontrar texturas franca o franco arcillo arenosa; color de matices 10YR a 7.5YR, con valores de 3 y cromas de 2 a 3; la estructura dominante es de bloques subangulares débiles, variando el tamaño de finos a medios.

El horizonte A3 varía de textura areno francosa fina a franco arenosa fina; color de matices 7.5YR y 10YR, cromas de 2 y valores de 3 a 5; estructura de bloques angulares y/o subangulares finos o medios, débiles, ocasionalmente son moderados.

El horizonte B cámbico presenta matices 7.5YR a 10YR, cromas de 2 a 3 y valores de 3 a 5; la textura puede ser franco arenosa fina a areno francosa fina. El horizonte C1 varía bastante en color, en matices 10YR y 7.5YR, los cromas van de 2 a 4 y los valores de 4 a 5; la textura de arenosa fina a franco arenosa, generalmente no estructurada, salvo aquellos sectores donde se evidencia que constituyen parte de la tosca resblandecida y en este caso, se presenta una apariencia de estructura laminar media, débil; raíces aisladas a escasas.

El horizonte C2m (duripán) varía en textura de arenosa a franco arenosa y el tamaño de las arenas de media a fina; los materiales presentan un diverso grado de compactación, generalmente se encuentran indurados; el color dominante siempre en matiz 10YR, varía de 5/2 a 6/4. El horizonte C3 se encuentra constituido por arenas pumicíticas que muestran en áreas importantes una ligera compactación de los materiales, escasa porosidad y ocasionalmente raíces que han penetrado por grietas que se producen en el duripán, colores 10YR 6/3 - 6/4, aunque hay sectores de color pardo fuerte en el matiz 7.5YR.

c) Posición

La Serie Pudahuel se encuentra adosada a los piedmont graníticos que bajan de la Cordillera la Costa, ocupando una topografía de lomajes suaves, de cumbres casi planas y caídas fuertes hacia quebradas y esteros. La pendiente dominante es de 1 a 3% en las planicies altas y de 5 a 20% en las caídas.

El suelo se ha formado a partir de cenizas volcánicas, redepositadas por agua, de tipo pumicítico.

Variaciones presentes en el área de estudio

PUD-5

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, ligeramente ondulada con 2 a 5% de pendiente y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso: IVs8 Categoría de riego: 4t Erosión actual: 0	Clase de drenaje: 5 Aptitud frutal: E Aptitud agrícola: 4

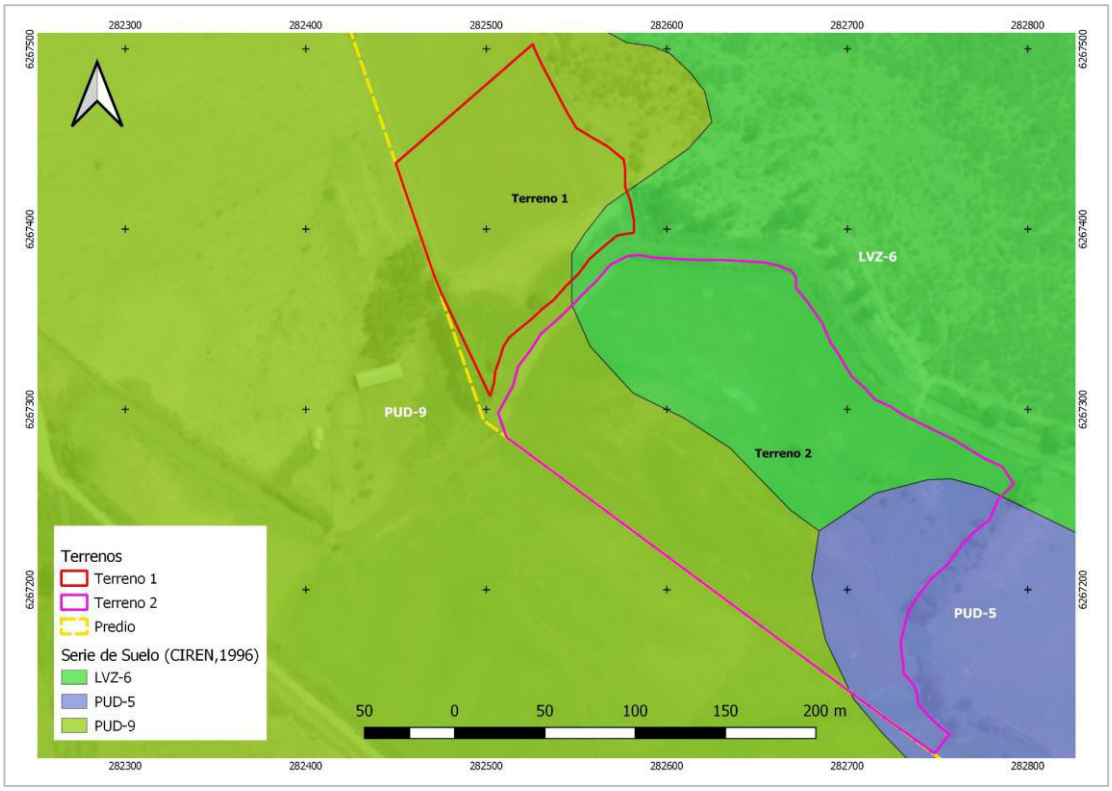
PUD-9

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, casi plana con 1 a 3% de pendiente y de drenaje imperfecto. Se clasifica en:

Capacidad de uso: IVw8 Categoría de riego: 5 Erosión actual: 0	Clase de drenaje: 3 Aptitud frutal: E Aptitud agrícola: 4

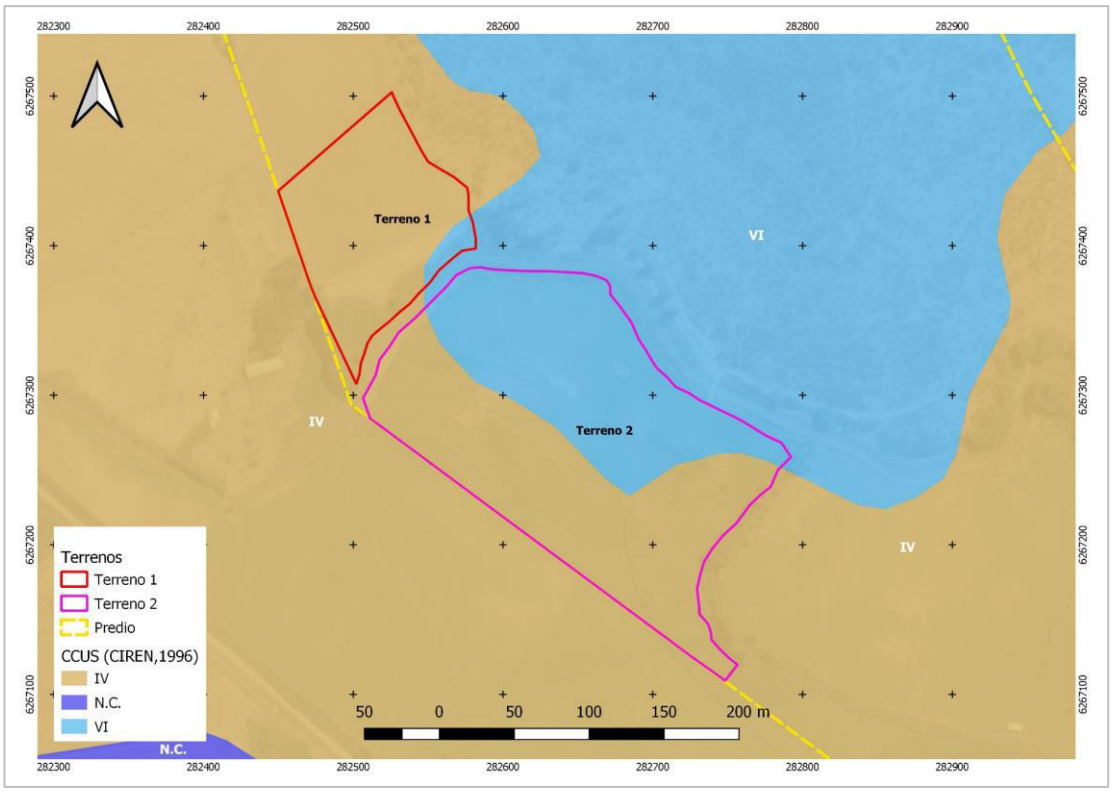
La Figura 8 muestra las series de suelo presentes en los Terrenos afectos a la compensación.

Figura 8 Series de suelo (CIREN, 1996)



Fuente: CIREN (1996).

Figura 9 Clases de Capacidad de Uso del Suelo (CIREN, 1996)



Fuente: CIREN (1996).

5.4.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUELO A PARTIR DEL ANÁLISIS DE PERFILES DE SUELO

La siguiente figura muestra la localización de las 15 calicatas analizadas para realizar la caracterización edafológica de los suelos a compensar[2].

Figura 10 Ubicación del Predio y calicatas



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la caracterización morfológica del perfil de cada una de las calicatas. En el Apéndice 2 se presentan los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados en laboratorio.

[2] Tal como se mencionó, las Ca-14 y Ca-15 fueron realizadas en zonas representativas de cada Terreno a fin de obtener información complementaria respecto de los horizontes H_2 y H_3 (más profundos) de los suelos del sector.

Ca-1		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.705 E – 6.267.173 N.
	Altitud	*132 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*No aparente a ligera*
	Drenaje	*Muy Pobremente drenado*
	Pendiente	*Compleja, 7% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 100 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0-38	A1	Negro (7.5YR 2.5/1) húmedo; franco arcillo arenoso, moderadamente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques angulares medios, moderados. Raíces finas a gruesas, abundantes; poros muy finos a gruesos, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Límite plano, abrupto.
38-75	A2	Pardo (7.5YR 4/2) en húmedo; arcillo arenoso con gravas, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques subangulares muy finos, débiles. Raíces finas y medias, abundantes; poros muy finos a medios, abundantes, tubulares dendríticos. Gravas medias, y guijarros redondeados, muy abundantes. Levemente efervescente al HCl. Presencia de fragmentos meteorizados. Límite plano, difuso.
75 y +	A3g	Pardo (7.5YR 5/2) en húmedo; arenoso con gravas, ligeramente plástico y no adhesivo, muy friable; gránulo simple. Sin raíces; poros finos y medios, abundantes, intersticiales. Gravas medias y gruesas, redondeadas. Levemente efervescente al HCl. Presencia de fragmentos meteorizados. Duripán fuertemente gleizado a los 100 cm de profundidad. Aspectos redoximórficos de color pardo amarillento (10YR 5/6) por efecto del mal drenaje.
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-2		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.621 E – 6.267.223 N
	Altitud	*131 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*No aparente a ligera*
	Drenaje	*Muy Pobremente drenado, nivel freático a 65 cm.*
	Pendiente	*Compleja, 3% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 100 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 52	*A1*	Pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2) en húmedo; arcillo arenoso, moderadamente plástico y muy adhesivo, friable; bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas, abundantes, y medias, comunes; poros finos a gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad en el perfil. Ligera efervescencia al HCl. Límite lineal, claro.
52 – 65	*A2*	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco limoso, muy plástico y muy adhesivo, muy friable; bloques subangulares gruesos, débiles. Raíces finas, comunes; poros muy finos a medios, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Horizonte gleizado, levemente influenciado por aspectos redoximórficos.
65 y más	–	Napa freática.
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-3		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.565 E – 6.267.280 N
	Altitud	*129 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*No aparente a ligera*
	Drenaje	*Imperfecto.*
	Pendiente	*Compleja, 3% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVs*
	Limitantes	*Duripán localizado a 100 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 31	*A1*	Pardo oscuro (7.5YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, moderadamente plástico y moderadamente adhesivo; friable; bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas, abundantes, y medias, comunes; poros finos a gruesos, comunes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Límite lineal, difuso.
31 – 51	*A2*	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; areno francoso, moderadamente plástico y moderadamente adhesivo, muy friable; bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas, comunes; poros medios, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Límite lineal, difuso.
51 – 73	*A31*	Pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo; arenoso, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques angulares finos, débiles. Raíces finas, escasas; poros gruesos, comunes, tubulares dendríticos. No efervescente al HCl. Fuerte incidencia de aspectos redoximórficos por efecto del mal drenaje. Límite quebrado, abrupto.
73 y +	*A32*	Duripán en matriz de color pardo (10YR 4/3), con manchas de color pardo amarillento (10YR 5/8).
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-4		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.627 E – 6.267.321 N
	Altitud	*128 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*Ligera*
	Drenaje	*Muy Pobremente Drenado*
	Pendiente	*Compleja, 3% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 115 cm de profundidad*

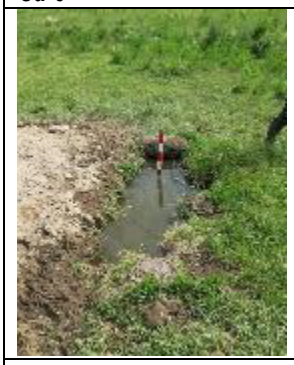
Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
No hubo descripción de propiedades debido a que el perfil se encontraba inundado al momento de evaluarlo, un día después de su apertura		

PAISAJE ASOCIADO	

Ca-5		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.727 E – 6.267.285 N
	Altitud	*130 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*No aparente a ligera*
	Drenaje	*Muy Pobremente Drenado, nivel freático en superficie*
	Pendiente	*Compleja, 4% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán, localizado a 115 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
No hubo descripción de propiedades debido a que el perfil se encontraba inundado al momento de evaluarlo, un día después de su apertura.		

PAISAJE ASOCIADO	

Ca-6		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.721 E – 6.267.224 N
	Altitud	*124 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*No aparente a ligera*
	Drenaje	*Muy Pobremente Drenado, nivel freático en superficie*
	Pendiente	*Compleja, 8% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 100 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
No hubo descripción de propiedades debido a que el perfil se encontraba inundado al momento de evaluarlo, un día después de su apertura		

PAISAJE ASOCIADO	

Ca-7		
	***Sector***	*Terreno-1*
	Coordenadas	282.488 E – 6.267.636 N
	Altitud	*121 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta, ecotono base de Cerro*
	Material Parental	*Depósitos fluviales y coluviales*
	Vegetación	*Frutilla*
	Uso actual	*Cultivo de frutillas con 66% de cobertura*
	Erosión	*Ligera*
	Drenaje	*Imperfecto*
	Pendiente	*Simple, 4% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 90 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 33	***A1***	Pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; franco arcillo limoso, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; bloques angulares medios, fuertes. Raíces finas y medias, escasas; poros finos y gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Límite lineal, difuso.
33 – 61	***A2***	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; franco arenoso, no plástico y no adhesivo, friable; bloques subangulares medios, fuertes. Raíces medias y gruesas, escasas; poros finos y medios, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Presencia de fragmentos rocosos altamente meteorizados. Límite lineal, difuso.
61 y +	***A3***	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; franco arenoso, no plástico y no adhesivo, muy friable; bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas, escasas; poros gruesos, escasos, tubulares dendríticos. No efervescente al HCl. Presencia de fragmentos rocosos meteorizados. Límite quebrado, abrupto.
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-8		
	***Sector***	*Terreno-1*
	Coordenadas	282.520 E – 6.267.473 N
	Altitud	*124 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta, ecotono base de Cerro*
	Material Parental	*Depósitos fluviales y coluviales*
	Vegetación	*Frutilla*
	Uso actual	*Cultivo de frutillas con 66% de cobertura*
	Erosión	*Ligera*
	Drenaje	*Pobremente drenado, nivel freático a 69 cm*
	Pendiente	*Simple, 4% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 77 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 15	*A1*	Pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; franco arcillo arenoso, moderadamente plástico y muy adhesivo, friable; bloques angulares gruesos, moderados. Raíces finas y medias, escasas; poros gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Límite lineal, difuso.
15 – 37	*A2*	Pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3) en húmedo; franco arcillo arenoso, muy plástico y muy adhesivo, muy friable; bloques angulares gruesos, débiles. Raíces muy finas, escasas; poros medios, comunes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. Ligeramente efervescente al HCl. Actividad biológica común. Límite lineal, difuso.
37 – 54	*A31*	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, moderadamente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas, escasas; poros gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. Estado de humedad húmedo. No efervescente al HCl. Actividad biológica común. Límite lineal, claro.
54 y más	*A32*	Pardo (7.5YR 4/3) en húmedo; arcillo arenoso con gravas, moderadamente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques subangulares medios, débiles. Sin raíces; poros gruesos, abundantes. No efervescente al HCl. Presencia de fragmentos rocosos altamente meteorizadas. Horizonte saturado de agua.
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-9		
	**Sector**	*Terreno-1*
	Coordenadas	282.479 E – 6.267.455 N
	Altitud	*131 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta, ecotono base de Cerro*
	Material Parental	*Depósitos fluviales y coluviales*
	Vegetación	*Frutilla*
	Uso actual	*Cultivo de frutillas con 66% de cobertura*
	Erosión	*Ligera*
	Pedregosidad	*Superficial, 40%*
	Drenaje	*Pobremente drenado, nivel freático en superficie*
	Pendiente	*Simple, 2% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 110 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	Horizonte	Descripción
No hubo descripción de propiedades debido a que el perfil se encontraba inundado		

PAISAJE ASOCIADO	

Ca-10		
	***Sector***	*Terreno-1*
	Coordenadas	282.470 E – 6.267.393 N
	Altitud	*130 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta, ecotono base de Cerro*
	Material Parental	*Depósitos fluviales y coluviales*
	Vegetación	*Frutilla*
	Uso actual	*Cultivo de frutillas con 66% de cobertura*
	Erosión	*Ligera*
	Pedregosidad	*Superficial, 35%*
	Drenaje	*Muy Pobremente drenado, nivel freático a 35 cm*
	Pendiente	*Simple, 3% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 65 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 11	*A1*	Pardo oscuro (7.5YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas y medias, abundantes; poros gruesos, comunes, tubulares dendríticos. Pedregosidad moderada, clastos redondeados. Ligeramente efervescente al HCl. Actividad biológica común. Límite lineal, difuso.
11 – 24	*A21*	Pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, moderadamente plástico y muy adhesivo, muy friable; bloques subangulares gruesos, fuertes. Raíces finas, comunes; poros gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. Pedregosidad ligera, clastos redondeados. No efervescente al HCl. Límite lineal, difuso.
24 y +	*A22*	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, ligeramente plástico y moderadamente adhesivo, muy friable; bloques angulares medios, fuertes. Raíces finas, muy pocas; poros gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. No efervescente al HCl (napa freática a partir de los 35 cm).
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-11		
	***Sector***	*Terreno-1*
	Coordenadas	282.556 E – 6.267.404 N
	Altitud	*130 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta, ecotono base de Cerro*
	Material Parental	*Depósitos fluviales y coluviales*
	Vegetación	*Maleza: bromo, ballica, galega.*
	Uso actual	*Agrícola*
	Erosión	*Ligera*
	Pedregosidad	*Sin pedregosidad superficial*
	Drenaje	*Imperfecto*
	Pendiente	*Simple, 4% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 63 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 24	*A1*	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arcillo arenoso, ligeramente plástico y moderadamente adhesivo, muy friable; bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas y medias, abundantes; poros gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. Sin pedregosidad. No efervescente al HCl. Incidencia de aspectos redoximórficos. Límite ondulado, claro.
24 – 43	*A21*	Pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, ligeramente plástico y moderadamente adhesivo, friable; bloques subangulares gruesos, fuertes. Raíces finas, comunes; poros gruesos, comunes, tubulares dendríticos. Pedregosidad moderada. No efervescente al HCl. Límite lineal, abrupto.
43 y +	*A22*	Pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3) en húmedo; franco arcillo arenoso con gravas, moderadamente plástico y moderadamente adhesivo, muy friable; bloques subangulares finos, fuertes. Raíces finas, comunes; poros gruesos, abundantes, tubulares dendríticos. No efervescente al HCl.
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-12		
	***Sector***	*Terreno-1*
	Coordenadas	282.501 E – 6.267.466 N
	Altitud	*141 msnm*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta, ecotono base de Cerro*
	Material Parental	*Depósitos fluviales y coluviales*
	Vegetación	*Cultivo de frutillas*
	Uso actual	*Agrícola, cultivo de frutillas*
	Erosión	*Ligera*
	Pedregosidad	*2%-5% de pedregosidad superficial*
	Drenaje	*Pobremente drenado*
	Pendiente	*Simple, 3% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Limitantes	*Duripán localizado a 67 cm de profundidad*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 22	*A1*	Pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; franco areno arcilloso, muy plástico y moderadamente adhesivo, muy friable; bloques subangulares gruesos, moderado. Raíces finas y muy finas, comunes (se concentran en los primeros 10 cm); poros muy finos, abundantes, tubulares. Gravas subangulares y subredondeadas, moderada. No efervescente. Límite ondulado, difuso.
22 – 37	*A12*	Pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; franco areno limoso, moderadamente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques subangulares medios, débiles. Raíces muy finas pocas; poros muy finos, abundantes. Gravas subredondeadas y redondeadas, ligera. No efervescente. Límite ondulado, gradual.
37 – 48	*B11*	Rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo; franco areno arcilloso, ligeramente plástico y moderadamente adhesivo; muy friable; masivo, rompe en grano suelto. Raíces muy finas, muy pocas; poros muy finos y finos, abundantes, intersticiales. Gravas subredondeadas, redondeadas, subangulares y angulares, muy abundantes. No efervescente. Límite ondulado, claro.
48 – 67	*B12*	Pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; arcilloso (arcillas densas), muy plástico y ligeramente adhesivo, friable; masiva. Raíces muy finas, muy pocas; poros muy finos, abundantes. Sin pedregosidad. No efervescente.
67 y más	*C*	Sustrato rocoso
PAISAJE ASOCIADO		

Ca-13		
	***Sector***	*Terreno-2*
	Coordenadas	282.671 E – 6.267.307 N
	Altitud	*Sin información*
	Geomorfología	*Terraza fluvial alta*
	Material Parental	*Depósitos fluviales*
	Vegetación	*Pradera con ballica, galega y vinagrillo, con 90% de cobertura*
	Uso actual	*Pradera de pastoreo animal*
	Erosión	*No aparente a ligera*
	Drenaje	*Pobremente Drenado*
	Pendiente	*Compleja, 5% de gradiente*
	Clase Cap. Uso	*IVw*
	Pedregosidad	*15% de pedregosidad superficial*
	Limitantes	*Duripán localizado a 100 cm de profundidad aproximadamente*

Profundidad (cm)	***Horizonte***	***Descripción***
0 – 25	A1	Pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2) en húmedo; franco arenoso, moderadamente plástico y ligeramente adhesivo, muy friable; bloques subangulares gruesos, moderado. Raíces muy finas y finas, pocas; poros muy finos y finos, abundantes, tubulares. Sin pedregosidad. No efervescente. Límite ondulado, gradual.
25 – 60	A21	Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; areno francoso, ligeramente plástico y no adhesivo, muy friable; bloques subangulares gruesos, débiles. Raíces finas y medias, pocas (primeros 10 cm); poros muy finos y finos, abundantes, tubulares. Sin pedregosidad. No efervescente. Límite irregular, gradual.
60 y más	A22	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; franco areno limoso, ligeramente plástico y no adhesivo; muy friable; bloques subangulares gruesos, débiles. No se observan raíces; poros finos y medios, abundantes. Sin pedregosidad. No efervescente. Nivel freático a 93 cm de la superficie.
PAISAJE ASOCIADO		

Análisis fisicoquímicos

A partir de los análisis fisicoquímicos realizados en laboratorio (Apéndice 2), se ha definido un perfil modal para cada Terreno, es decir, un perfil de suelo representativo en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas. La siguiente tabla da cuenta de lo anterior.

Tabla 4 Perfiles modales Terrenos 1 y 2

PERFIL MODAL								
			TERRENO -1			TERRENO-2		
Propiedad	Variable	Unidades	Horizontes					
			H1	H2	H3	H1	H2	H3
Físicas	Textura		Franco	Franco arenosa	Arcillosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa
Físicas	Arena	%	44,00	56,00	36,00	58,50	62,00	62,00
Físicas	Limo	%	33,00	28,00	22,00	25,50	28,00	30,00
Físicas	Arcilla	%	23,00	16,00	42,00	16,00	10,00	8,00
Físicas	Densidad aparente	g/cc	1,53	1,62	1,94	1,56	1,28	1,32
Físicas	CC	%	28,50	21,10	37,60	21,35	15,40	14,20
Físicas	PMP	%	15,90	10,60	25,20	11,05	6,80	5,40
Físicas	HA	%	12,60	10,50	12,40	10,30	8,60	8,80
Químicas	pH	-	7,85	6,24	6,64	6,42	7,84	7,75
Químicas	CE	dS/m	2,41	0,82	0,58	1,27	2,76	1,98
Químicas	RAS	-	1,88	0,69	1,84	0,57	2,33	1,87
Químicas	Na soluble	meq/L	5,39	1,20	2,11	0,91	7,27	5,13
Químicas	Mg soluble	meq/L	2,21	1,35	0,87	2,00	2,99	2,11
Químicas	Ca soluble	meq/L	15,54	4,57	1,77	5,59	16,60	13,00
Biológicas	CMO	%	2,55	1,15	0,45	1,73	0,24	0,15

A partir, tanto de la información morfológica y fisicoquímica de las calicatas analizadas, se observa que en general los suelos de ambos terrenos presentan características homogéneas. El Terreno 1 presenta una unidad homogénea, que denominamos serie FRUTILLAS (FRU) con 2 Fases: Fase pedregosa (FRU-2) y Fase modal (FRU-1). Por su parte el Terreno 2 presenta gran homogeneidad en el perfil, existiendo solo diferencias principalmente producto de la pendiente, especialmente en la zona NE, donde se identifica la serie PRADERAS (PRA), con 2 Fases: Fase pendiente (PRA-2) y Fase modal (PRA-1).

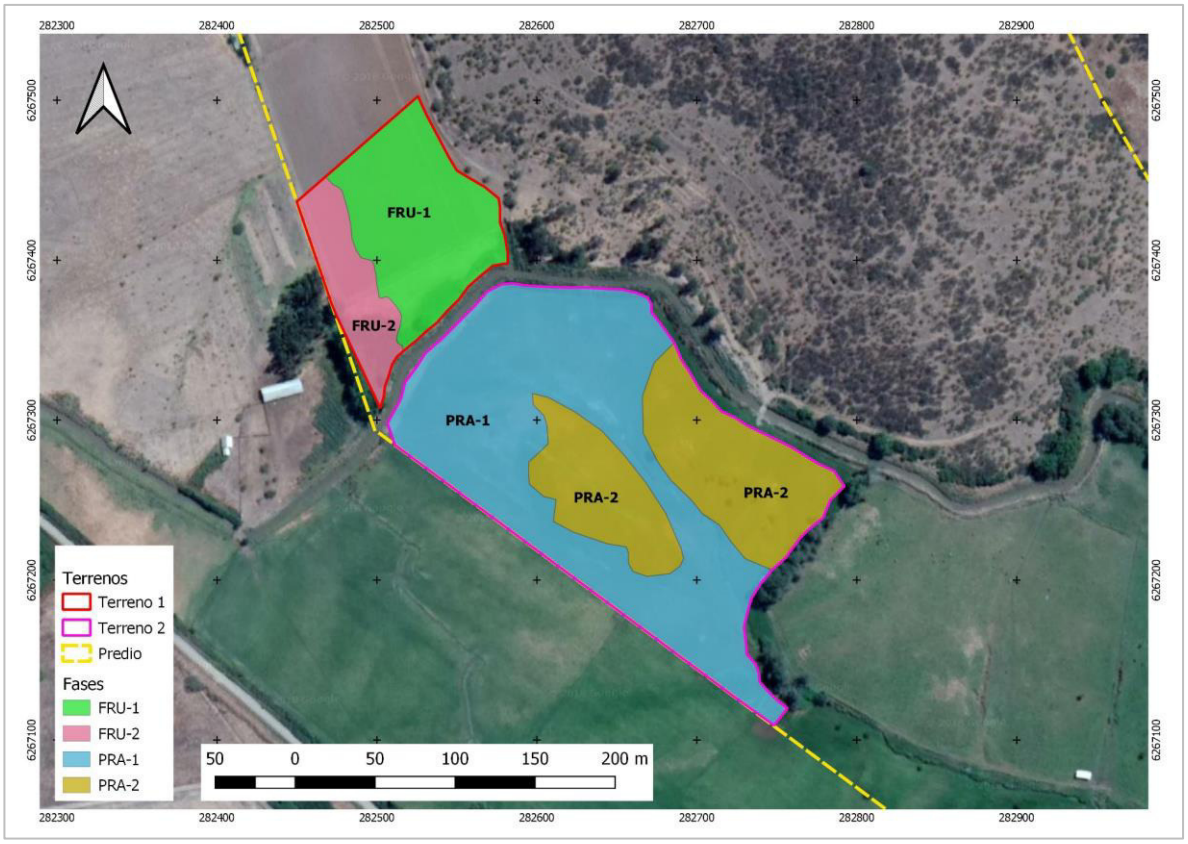
La Fase FRU-1 corresponde al perfil modal de la unidad homogénea FRUTILLAS, representada por las calicatas 11, 7, 8 y 12. Esta Fase se caracteriza por presentar principalmente pendientes simples suave y moderadamente inclinadas; moderadamente profundo, drenaje imperfecto, erosión ligera, clase de capacidad de uso IVw y un hardpan localizado a 65 cm de profundidad.

La Fase FRU-2 corresponde a la variante pedregosa y con mal drenaje del perfil modal; representada por las calicatas 9 y 10. Se caracteriza por presentar principalmente pendientes ligera y suavemente inclinada, ligeramente profunda, pobremente drenada, erosión ligera, clase de capacidad de uso IVw y un hardpan localizado a 110 cm de profundidad.

La Fase PRA-1 corresponde al perfil modal de la unidad homogénea PRADERAS, representada por las calicatas 1, 2, 3, 4, y 6. Esta Fase se caracteriza por presentar principalmente pendientes complejas ligera y suavemente inclinadas; suelos profundos, pobremente drenada, erosión moderada, clase de capacidad de uso IVw y un hardpan localizado a 110 cm de profundidad.

La Fase PRA-2 corresponde a la variante de pendientes ligeramente escarpadas del perfil modal; representada por las calicatas 5 y 13. Se caracteriza por presentar pendientes por sobre los 8% (suavemente ondulada a pendientes de lomajes), ligeramente profunda, pobremente drenada, erosión moderada, clase de capacidad de uso IVw y un hardpan localizado a 65 cm de profundidad.

Figura 11 Fases presentes en los Terrenos



Fuente: Elaboración propia

5.5 LABORES A REALIZAR PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE USO DE SUELOS CLASE IV Y VI HASTA CLASE III

Luego del diagnóstico realizado a partir de la información bibliográfica, el estudio agrológico realizado por CIREN (1996), el levantamiento topográfico escala 1:500, y la caracterización morfológica y físico-química de perfiles de suelo, se proponen las siguientes labores para bajar la clase de capacidad de uso de suelo de los dos terrenos a una categoría arable (Clase III).

5.5.1 MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

Esta actividad requiere 2 condiciones específicas:

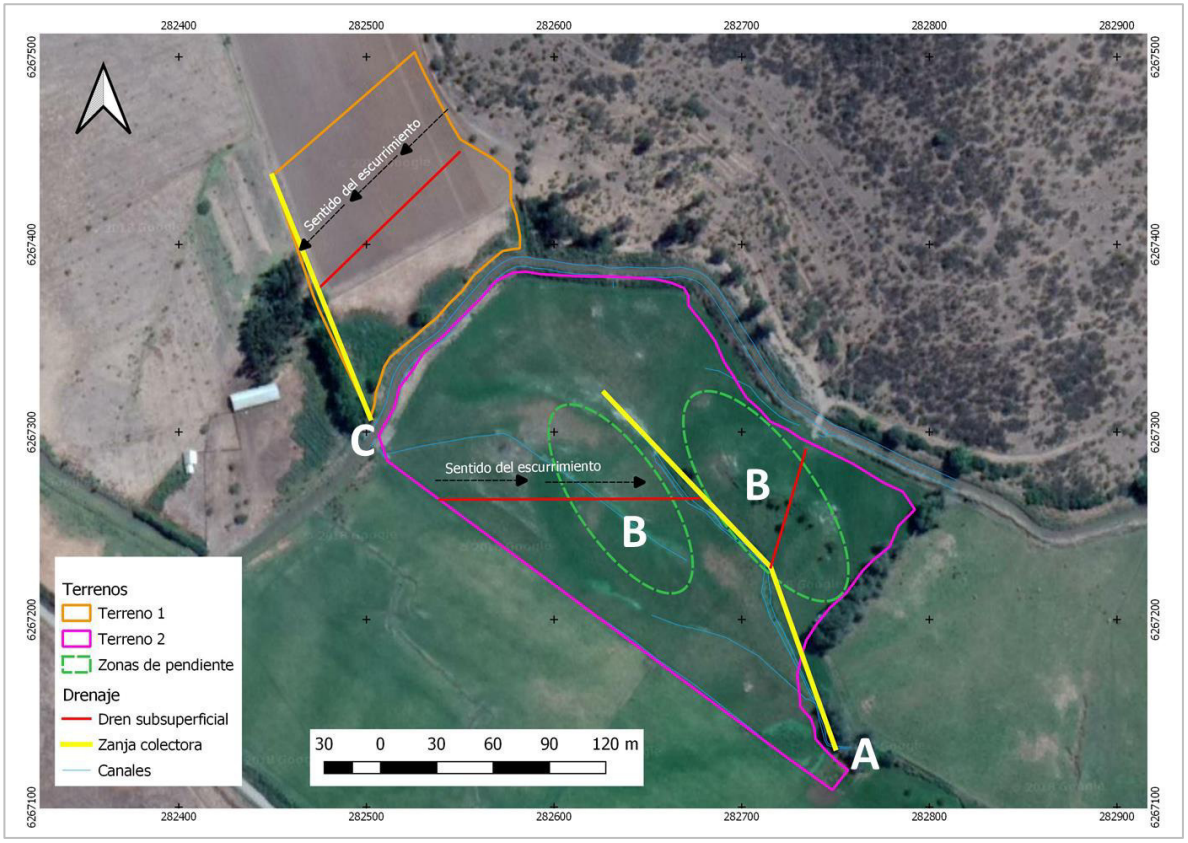
1) Efectuar un estudio previo capaz de levantar información técnica para el diseño de obras de drenaje. Las variables a medir son la permeabilidad del suelo, la tasa de infiltración, la conductividad hidráulica saturada, la conductividad hidráulica no saturada, y la conductividad eléctrica del agua y del suelo.
2) Las obras de drenaje deberán ser ejecutadas por especialistas idóneos.

A priori se proponen algunas actividades orientadoras para diseñar el drenaje del predio:

- Desbroce de vegetación para eliminar biomasa arbórea y arbustiva a fin de trazar y construir las zanjas colectoras.
- Ciega de la pradera a fin permitir el ingreso del tractor y arado subsolador para construir posibles drenes.
- Construcción de una (a lo más dos) zanjas colectoras perimetrales que recolectan el exceso de aguas de drenaje interno de ambos terrenos. La construcción considerará la pendiente de la zanja, el área de la sección transversal, el tipo de sección transversal, el caudal de evacuación y el trazado en el terreno.
- Construcción de drenes subsuperficiales de evacuación de agua; localizados a la profundidad de diseño y distanciados según corresponda, y de acuerdo al trazado del diseño que dependerá de la topografía final del área de estudio.
- Habilitación y restauración de zanjas superficiales de drenaje pre-existentes. Se reparará y mejorará la condición hidráulica (profundidad, sección transversal) y de trazado (dirección y pendiente) de aquellas zanjas actualmente existentes en el predio (Q = 0.11 m^3/s) y que funcionan como drenes colectores superficiales.

En particular, se propone en función de la topografía, hidrología del perfil y factores económicos un **sistema de drenes encadenados a una zanja colectora principal**, previa nivelación de los sitios señalados. La siguiente figura muestra la propuesta de diseño de drenaje, dónde Punto **A**: descarga de aguas del predio a través de zanja colectora; Puntos **B**: áreas de movimiento de tierras para nivelación del terreno, zonas altas del potrero; y Punto **C**: punto de carga o ingreso de agua de riego al predio (el resto del terreno constituyen puntos bajos del potrero).

Figura 12 Propuesta de una red de drenaje

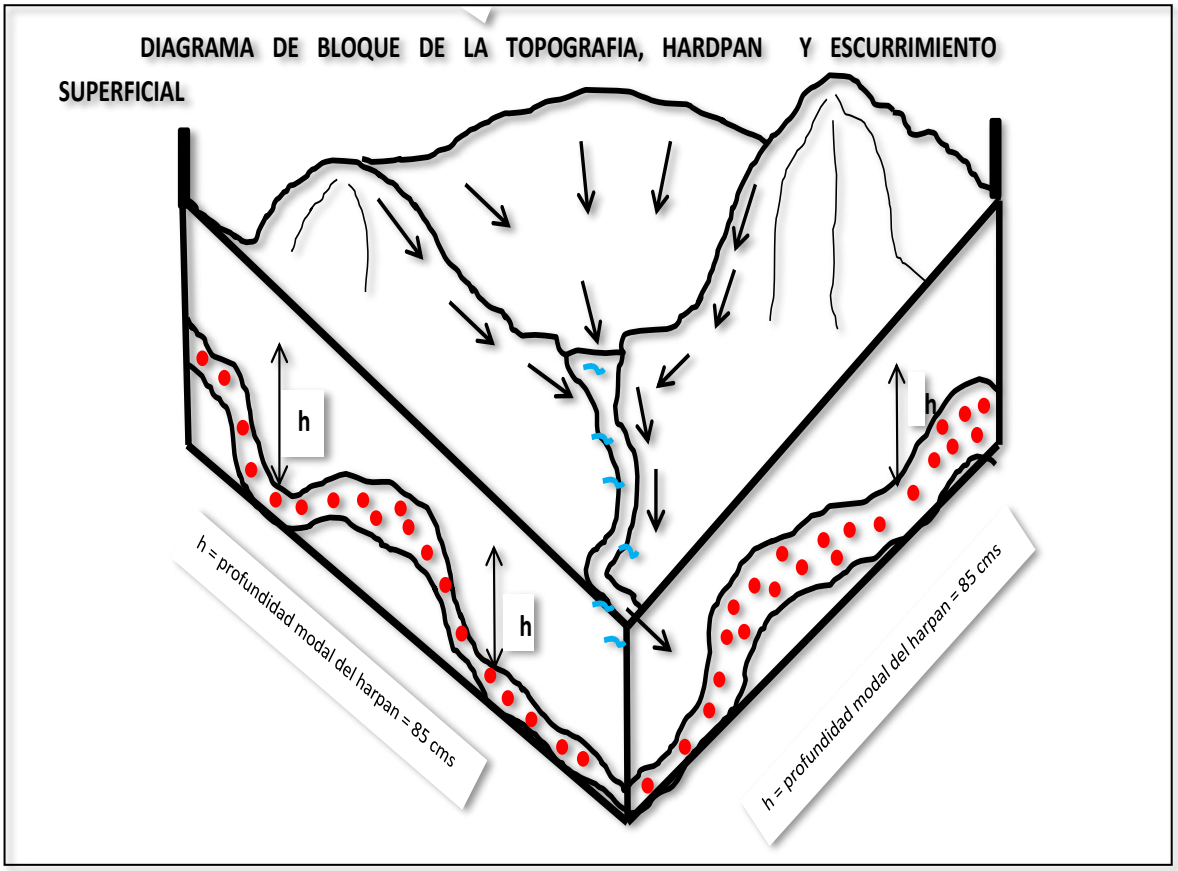


Fuente: Elaboración propia

5.5.2 EN RELACIÓN AL HARDPAN O DURIPÁN

Se realizará un subsolado del terreno a la profundidad necesaria para romper el pie de arado o hardpan antrópico (0-40 cm de profundidad) o bien el hardpan pedogenético (0-70 cm de profundidad). El subsolado deberá utilizar un subsolador de 3-5 puntas.

Figura 13 Diagrama de bloque de presencia del hardpan

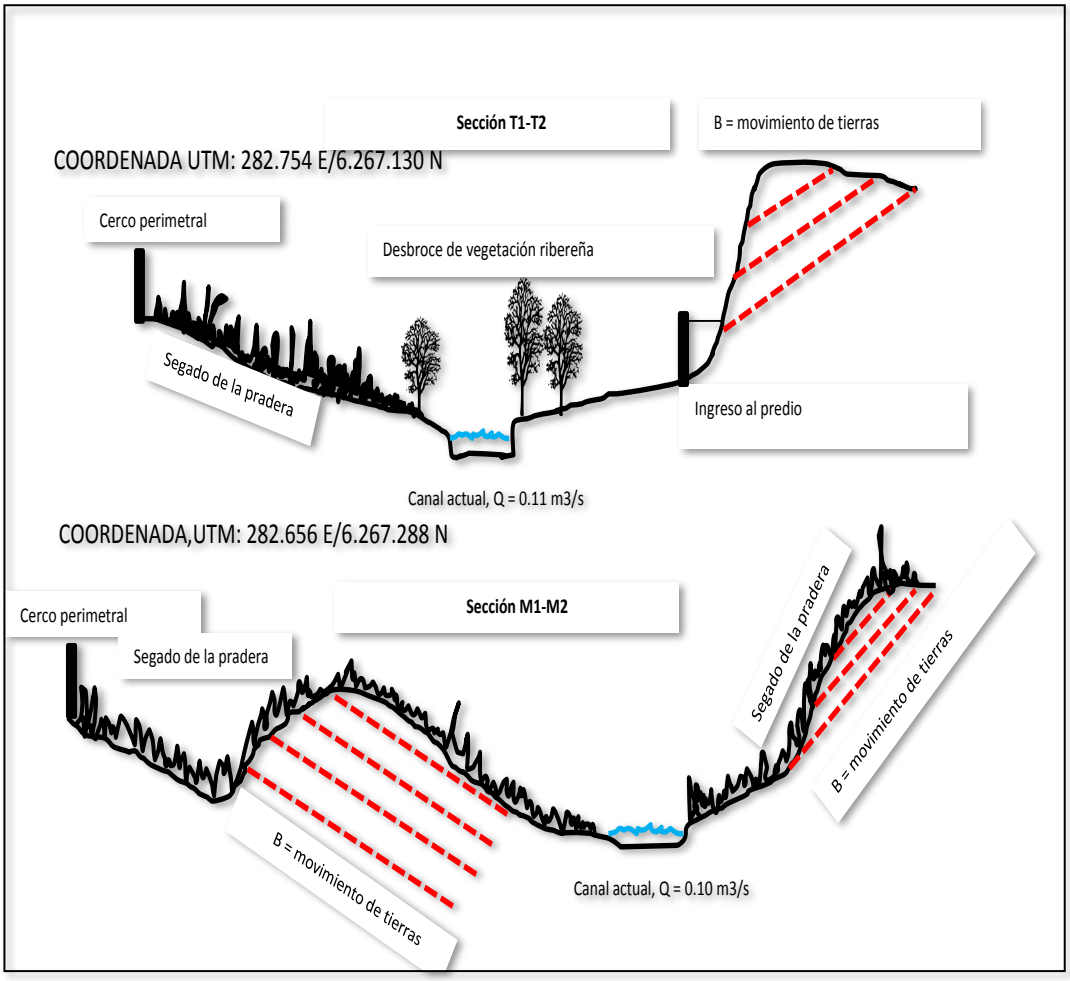


Fuente: Elaboración propia

5.5.3 EN RELACIÓN A LA TOPOGRAFÍA

Efectuar una nivelación del terreno, distribuyendo materiales de zonas altas hacia zonas bajas y evitando la formación de sectores de apozamiento. Se dispone de un mapa topográfico con curvas de nivel cada 50 cm para diseñar la nivelación topográfica del predio y la localización de las obras de drenaje.

Figura 14 Secciones transversales de la topografía predial



Fuente: Elaboración propia

En Apéndice 4 se presenta un registro fotográfico e información complementaria a las labores descritas, de las zonas a compensar. La siguiente tabla resume las labores a realizar para cada uno de los terrenos que serán compensados.

Tabla 5 Resumen labores por terreno

Actividad / Labor	Terreno -1	Terreno-2
Desbroce de vegetación 	Solo requiere desbroce de vegetación arbustiva y arbórea en la zona o franja de habilitación de la zanja colectora en la parte baja de la pendiente del terreno, aproximadamente 90 metros de longitud y 3 mts de ancho. Se recomienda desbrozadora manual con disco circular.	Desbroce de vegetación arbustiva y arbórea en la zona de salida de la zanja colectora. Aproximadamente 50 metros de longitud y 3 mts de ancho. Se recomienda desbrozadora manual con disco circular.
Siega de pradera 	No requiere siega dado que hay actualmente un cultivo de frutilla que se puede eliminar e incorporar con las labores de subsolado.	Siega de pradera para facilitar las labores de subsolado. Actualmente el pasto tiene una altura media de 60 cm que es necesario rebajar a sólo 3-4 cm de altura. Se utiliza un segador o peine de segado de 1.90 mts de ancho de corte.
Nivelación 	Terreno de escasa pendiente (5-8%) que no requiere nivelación	Terreno de pendientes moderadas (15-20%) que requiere nivelación con Trailla niveladora y/o pala de cola.

Subsolado 	Subsolado realizado a 0-40 cm de profundidad para eliminar el pie de arado subsuperficial. Subsolado entre 0-70 cms de profundidad para eliminar el hardpan pedogenético.	Subsolado entre 0 y 70 cms de profundidad para eliminar el hardpan pedogenético.
Drenaje		
Zanja colectora  	Habilitación de zanja colectora superficial de aproximadamente 90 metros de longitud y 1.50 metros de profundidad, localizada en la parte baja de la pendiente del terreno. Sección transversal cercana a los 0.90 mt2. Enlaza con canal de riego perimetral del terreno-2. Construida con pala mecánica	Zanja colectora superficial localizada en el centro del Terreno-2, a modo de rehabilitación del dren actualmente existente. Longitud total cercana a los 250-300 metros. Sección transversal próxima a los 1.1 m^2. Enlaza con canal perimetral actualmente existente. Construida con pala mecánica.
Habilitación de drenes	Drenes subsuperficiales a profundidad de diseño construidos sobre suelos arcillosos.	Drenes subsuperficiales construidos a profundidad de diseño sobre suelos arcillosos.

5.6 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

A continuación, se presentan una serie de tablas en la que se señala la condición actual y la condición final esperada de los suelos de cada uno de los terrenos, de acuerdo a ciertas propiedades del suelo y las Fases detectadas.

Tabla 6 Situación inicial y final de las características técnicas del terreno en relación al suelo. Terreno 1, Fase FRU-2

Terreno-1, fase FRU-2		
Propiedad	**Condición Inicial**	**Condición Final**
Clase de Capacidad de Uso	IVw	IIIw
Profundidad efectiva	80-110 cm	110 cm
Pendiente	1% - 5%	1% - 5%
Erosión	Ligera	Ligera
Pedregosidad superficial	35-40%	35-40%
Pedregosidad interna	35-40%	35-40%
Salinidad	2.0 dS/m	2 dS/m
Alcalinidad	Lig. calcáreo	Lig. calcáreo
RAS	0.30 meq/l / meq/l	No sódico
Drenaje	Pobremente drenado	Bien drenado
Hardpan	Localizado entre 0 y 110 cm de profundidad	Localizado a 70 cm de profundidad
Para cambiar la clase de capacidad de uso del suelo de una condición de clase IVw a clase IIIw se plantea la intervención del Terreno-1 Fase FRU-2 a través de 2 actividades fundamentales a saber: a) subsolado y b) drenaje. El subsolado pretende eliminar el pie de arado o hardpan antrópico localizado entre los 20 y 40 cm de profundidad, mientras que el drenaje pretende pasar de una condición de pobremente drenado a bien drenado. Esta última actividad definitivamente cambiaría la clase de capacidad de uso del suelo. Por su parte el hardpan pedogenético se eliminará en el rango que la maquinaria lo permite, vale decir entre los 0 y 70 cms de profundidad. Además, no se considera el despedrado del perfil, dado que este factor limitante por su parte contribuye a evacuar el agua con mayor libertad, es decir la pedregosidad (superficial o interna) mejora el drenaje. Al mejorar el drenaje también es posible que se reduzcan factores limitantes asociados a la presencia de agua, como es la salinidad y la alcalinidad.		

Tabla 7 Situación inicial y final de las características técnicas del terreno en relación al suelo. Terreno ,1 Fase FRU-1

Terreno-1, fase FRU-1		
Propiedad	**Condición Inicial**	**Condición Final**
Clase de Capacidad de Uso	IVw	IIIw
Profundidad efectiva	80-110 cm	110 cm
Pendiente	1%-8%	1%-8%
Erosión	Ligera	Ligera
Pedregosidad superficial	<5% Sin pedregosidad	<5% Sin pedregosidad
Pedregosidad interna	<5% Sin pedregosidad	<5% Sin pedregosidad
Salinidad	0.50 -4.60 dS/m No salino-Lig. Salino	0.50 -4.60 dS/m No salino-Lig. Salino
Alcalinidad	Ligeramente calcáreo	Ligeramente calcáreo
RAS	0.60-4.50 No sódico	0.60-4.50 No sódico
Drenaje	Pobremente drenado	Bien drenado
Hardpan	Localizado entre los 0 y 65-85 cm de profundidad	Localizado a 70 cm de profundidad.

Para cambiar la clase de capacidad de uso del suelo de una condición de clase IVw a clase IIIw se plantea la intervención del Terreno 1 Fase FRU-1 a través de 2 actividades fundamentales a saber: a) subsolado y b) drenaje. El subsolado pretende eliminar el hardpan antrópico o pie de arado localizado entre los 20 y 40 cm de profundidad, mientras que el drenaje pretende pasar de una condición de pobremente drenado a bien drenado. Esta última actividad definitivamente cambiaría la clase de capacidad de uso del suelo. Por su parte el hardpan pedogenético que llega a niveles de profundidad entre los 0 y 85 cm de profundidad, se eliminará en el rango que la maquinaria lo permite, vale decir entre los 0 y 70 cm de profundidad. Al mejorar el drenaje también es posible que se reduzcan factores limitantes asociados a la presencia de agua, como es la salinidad y la alcalinidad.

Tabla 8. Situación inicial y final de las características técnicas del terreno en relación al suelo. Terreno 2, Fase PRA-1

Terreno-2, fase PRA-1		
Propiedad	**Condición Inicial**	**Condición Final**
Clase de Capacidad de Uso	IVw y VIs	IIIw
Profundidad efectiva	80-110 cm	110 cm
Pendiente	1%-8%	1%-8%
Erosión	Ligera	Ligera
Pedregosidad superficial	<5% Sin pedregosidad	<5% Sin pedregosidad
Pedregosidad interna	<5% Sin pedregosidad	<5% Sin pedregosidad
Salinidad	1.7-3.8 dS/m No salino a Lig. salino	1.7-3.8 dS/m No salino a Lig. salino
Alcalinidad	No calcáreo a Lig. calcáreo	No calcáreo a Lig. calcáreo
RAS	1.7-2.6 No sódico	1.7-2.6 No sódico
Drenaje	Muy pobremente drenado	Bien drenado
Hardpan	Localizado entre los 0 y 85-100 cm de profundidad.	Localizado a 70 cm de profundidad.

Esta fase presenta una clase de capacidad de uso preferentemente IVw, dado que la clase VIs según CIREN-1996, corresponde a una inclusión de clase IV al interior de una gran Unidad de Clase VI, que conforma el ecotono de la serie Pudahuel, con suelos de aptitud forestal correspondientes a la Serie Lo Vásquez. Por tanto, las obras de compensación más importantes para reducir la clase de capacidad de uso son el drenaje y el subsolado con menor incidencia de la nivelación. Respecto del hardpan pedogenético, si bien se encuentra a una profundidad entre los 0 y 100 cm, la labor de subsolado se cumplirá entre los 0-70 cm de profundidad de acuerdo a lo que permite la maquinaria. Se tendrá por tanto la precaución que la profundidad de localización de los drenes subsuperficiales sea inferior a la profundidad del hardpan, para evacuar el agua libre por sobre esta limitante.

Tabla 9. Situación inicial y final de las características técnicas del predio en relación al suelo. Terreno 2 (sector con pendientes sobre 20%)

Terreno-2, fase PRA-2		
Propiedad	**Condición Inicial**	**Condición Final**
Clase de Capacidad de Uso	IVw y VIs	IIIw
Profundidad efectiva	80-110 cm	110 cm
Pendiente	8%-45%	1%-8%
Erosión	Ligera	Ligera
Pedregosidad superficial	<5% Sin pedregosidad	<5% Sin pedregosidad
Pedregosidad interna	<5% Sin pedregosidad	<5% Sin pedregosidad
Salinidad	Sin información	-
Alcalinidad	No calcáreo	No calcáreo
RAS	Sin información	-

Drenaje	Muy Pobremente drenado	Bien drenado
Hardpan	Localizado entre los 0 y 85-100 cm de profundidad.	Localizado a 70 cm de profundidad.

Esta fase corresponde a la fase de mayor pendiente del suelo de praderas, donde existen 2 grandes sitios con pendientes entre 8 y 45%. En esta fase es fundamental reducir la pendiente para uniformizar el terreno con respecto a la fase PRA-1 de 1-8% de pendiente. De igual forma se mejora el drenaje y se elimina el hardpan, que tiene las mismas características de la fase PRA-1. Se tendrá por tanto la precaución que la profundidad de localización de los drenes subsuperficiales sea inferior a la profundidad del hardpan, para evacuar el agua libre por sobre esta limitante.

5.7 INFORMES DE AVANCE

Se entregará un informe a la autoridad competente que dé cuenta del estado inicial y final de los terrenos en donde ejecutará el PCS luego de las labores realizadas. Este informe será elaborado por un profesional Ingeniero Agrónomo, o bien Ingeniero Civil Agrícola o Ingeniero Civil Hidráulico, especialista en riego y drenaje de suelos con conocimientos de diseño de obras de drenaje y experiencia comprobada en construcción de obras en terreno.

5.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las labores contempladas por el PCS deberán iniciarse y finalizar antes del inicio de la fase de operación del Proyecto, de acuerdo al siguiente cronograma.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Terreno 1			
1. Desbroce de vegetación	x		
2. Subsolado	x	x	
3, Zanja colectora		x	x
4. Red de drenaje		x	x
Terreno 2			
1. Siega pradera	x		
2. Desbroce vegetación arbórea y arbustiva	x		
3. Subsolado	x	x	
4. Nivelación por perfiles	x		
5. Habilitación zanja colectora		x	x
6. Habilitación red de drenaje		x	x

6 BIBLIOGRAFÍA

- Börgel, R. (1983). Geografía de Chile, Geomorfología. Tomo II.
- Casanova et al. (2013). The soils of Chile.
- Dirección Meteorológica de Chile: "Climas de Chile" [en línea], Dirección General de Aeronáutica Civil, http://www.meteochile.cl/climas/climas_tercera_region.html, consultado el 21 de agosto de 2014.
- FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012. *Harmonized World Soil Database (version 1.2)*. FAO, Rome, Italy and IIASA, Luxenburg, Austria.
- Honorato, R. (2000) Manual de edafología. México, Alfaomega. 268p.
- IUSS et al. (2007). Base referencial mundial del recurso suelo.
- Luzio, W. (ed.) (2010) Suelos de Chile. Santiago, Chile, Universidad de Chile, 364p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2009). Guía para la descripción de suelos. 4ta edición 99p.
- Rioseco, Reinaldo y Tesser, Claudio (2014): "Cartografía Interactiva de los climas de Chile" [en línea], Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, <www.uc.cl/sw_educ/geografia/cartografiainteractiva>, consultado el 21 de agosto de 2014.
- Schlatter, J., Grez, R., Gerding, V. (2003). Manual para el reconocimiento de suelo. 3era edición. Valdivia, Chile, 114p.
- Schoeneberger, P.J., WysockI, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. (ed.) (2002). Field book for describing and sampling soils, Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 228p.
- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG (2011). Pauta para estudios de suelo. Santiago, Chile, 26p.

APÉNDICE 1

MATERIALES Y SIMBOLOS

1. Clases de capacidad de uso de suelo y atributos críticos[3]

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.

Atributos críticos

- No presentan atributos críticos por tratarse de suelos con las siguientes características:
- Suelos planos o casi planos.
- Profundos.
- Sin pedregosidad superficial y sub-superficial.
- Texturas medias.
- Bien drenados.
- Erosión no aparente a leve.

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.

Atributos críticos

- 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 por presentar hasta un 15% de pedregosidad en superficie. También puede presentar limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas. Los suelos de esta clase requieren prácticas de conservación de suelo.

[3]Extraído de SAG (2011), Pauta para estudios de suelo

Atributos críticos

- Moderadamente inclinados o suavemente ondulados.
- Ligeramente pedregosos y gravosos
- Ligeramente profundos.
- Texturas finas a gruesas.
- Drenaje imperfecto.
- Moderada pedregosidad en el perfil.
- Moderada erosión.
- Inundación frecuente.
- Ligeramente sódicos.
- Ligeramente salinos.

Clase IV

Terrenos que pueden presentar riesgo de erosión por pendientes, por lo que requiere prácticas de conservación en el laboreo del suelo. Estos suelos corresponden a la última categoría de suelos arables sin grandes riesgos de erosión con un manejo adecuado. Aun cuando pueden presentar otras limitaciones, poseen pendientes de hasta un 15% o bien una profundidad no superior a 40 cm.

Atributos críticos

- 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%).

Atributos críticos

- Pobremente drenados a muy pobremente drenados, con inundación permanente.

.

Clase VI

Corresponden a suelos no aptos para laboreo cuando el parámetro restrictivo es la pendiente. 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.

Atributos críticos

- Moderadamente escarpados o de lomajes.
- Abundante pedregosidad superficial.
- 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.

Atributos críticos

- 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.

2. Sub-Clases de Capacidad de Uso[4]

Las Sub-clases corresponden a divisiones de las clases de capacidad de uso, mediante las cuales se señala el factor genérico considerado como más limitante para el uso de la clase. Las Sub-clases son las siguientes:

- s: Suelo
- w: Humedad
- e: Riesgos o de efectos de antiguas erosiones
- cl: Clima

2.1 Unidades de Capacidad de Uso

Las Unidades de Capacidad de Uso corresponden a una subdivisión de las subclases de capacidad de uso, mediante las cuales se indica el o los factores específicos que limitan al suelo respecto de su utilización en actividades agropecuarias o forestales. Las unidades, representadas a través de números arábigos, son las siguientes:

Tabla 10: Unidades de capacidad de uso

Unidad	Descripción	Sub-clase asociada			
		s	e	w	cl
1	Profundidad	x	x	x	
2	Pendiente	x	x		
3	Pedregosidad superficial	x			
4	Drenaje insuficiente	x	x	x	
5	Drenaje excesivo	x			
6	Textura liviana (arenosos)	x	x		
7	Textura pesada (arcilloso)	x		x	
8	Bajo almacenamiento de agua	x	x		
9	Pedregosidad sub-superficial	x			
10	Baja cobertura vegetacional		x		
11	Heladas				x
12	Vientos				x
13	Inundaciones	x		x	
14	Nivel freático alto	x		x	

[4]Extraído de SAG, 2011. Pauta para estudios de suelo

Unidad	Descripción	Sub-clase asociada			
		s	e	w	cl
15	Salinidad	x			
16	Sodicidad	x			
17	Alcalinidad	x			

3. Categorías de suelos para regadío

Una categoría de Suelos para Regadío consiste en una agrupación de suelos para fines de regadío, que se asemejen con respecto al grado de sus limitaciones y riesgos en su uso.
No puede establecerse una delimitación muy exacta entre las Categorías de Suelos para Regadío, sin embargo, hay ciertas características inherentes a cada una de ellas. A continuación, se definen brevemente cada una de las seis Categorías:

CATEGORÍA 1: Muy bien adaptada. Los suelos de esta Categoría son muy apropiados para el regadío y tiene escasas limitaciones que restringen su uso. Son suelos casi planos, profundos, permeables y bien drenados, con una buena capacidad de retención de agua.

CATEGORÍA 2: Moderadamente bien adaptada. Los suelos de esta Categoría son moderadamente apropiados para el regadío y poseen algunas limitaciones que reducen la elección de cultivos y/o requieren prácticas especiales de conservación; una pequeña limitación con respecto a cualquiera de las características de los suelos mencionados bajo la Categoría 1, coloca generalmente los suelos en Categoría 2.

CATEGORÍA 3: Pobremente adaptada. Los suelos de esta Categoría son poco apropiados para el regadío y poseen serias limitaciones que reducen la elección de cultivos y requieren de prácticas de conservación.

CATEGORÍA 4: Muy pobremente adaptada. Los suelos de esta Categoría son muy poco apropiados para el regadío y tienen limitaciones muy serias que restringen la elección de los cultivos. Requieren de un manejo muy cuidadoso y/o prácticas especiales de conservación.

CATEGORÍA 5: Esta es la Categoría de condiciones especiales. Los suelos de la Categoría 5 no cumplen con los requerimientos mínimos para las Categorías 1 a 4. Con condiciones climáticas favorables y prácticas especiales de tratamiento, manejo y conservación pueden ser aptos para ser usados en cultivos especiales.

CATEGORÍA 6: No apta. Los suelos de esta Categoría no son apropiados para el regadío y corresponden a aquellos que no cumplen con los requerimientos mínimos para ser incluidos en las Categorías 1 a 5.

Subcategorías:
Son agrupaciones dentro de cada Categoría, en las cuales se indica la causa por la que una superficie determinada se considera inferior a la 1ª Categoría. Éstas deben indicarse colocando como subíndice las letras "s", "t" o "w" al número de la categoría, si la deficiencia es por "suelo", "topografía" o "drenaje". La Subcategoría refleja el factor más limitante para la condición de riego, sólo en forma muy ocasional y siempre que ello se justifique, se podrá usar más de un subíndice.

4. Clase de drenaje del suelo

Sobre la base de las observaciones e inferencias usadas para la obtención del drenaje externo, permeabilidad y drenaje interno se obtienen las Clases de Drenaje.

Seis Clases de Drenaje son usadas en la descripción de los suelos y su definición es como sigue:

Clase 1. Muy pobremente drenado

El agua es removida del suelo tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie en la mayor parte del tiempo. Los suelos generalmente ocupan lugares planos o deprimidos y están frecuentemente inundados. Los suelos son suficientemente húmedos para impedir el crecimiento de los cultivos (excepto el arroz), a menos que se les provea de un drenaje artificial.

Clase 2. Pobremente drenado

El agua es removida tan lentamente que el suelo permanece húmedo una gran parte del tiempo. El nivel freático está comúnmente en o cerca de la superficie durante una parte considerable del año. Las condiciones de pobremente drenado son debidas al nivel freático alto, o capas lentamente permeables en el pedón, al escurrimiento o a alguna combinación de estas condiciones.

La gran cantidad de agua que permanece en y sobre los suelos pobremente drenados impide el crecimiento de los cultivos bajo condiciones naturales en la mayoría de los años. El drenaje artificial es generalmente necesario para la producción de cultivo.

Clase 3. Drenaje imperfecto

El agua es removida del suelo lentamente, suficiente para mantenerlo húmedo por períodos, pero no durante todo el tiempo. Los suelos de drenaje imperfecto comúnmente tienen capas lentamente permeables dentro del pedón, niveles freáticos altos, suplementados a través del escurrimiento, o una combinación de estas condiciones. El crecimiento de los cultivos es restringido a menos que se provea un drenaje artificial.

Clase 4. Drenaje moderado

El agua es removida algo lentamente, de tal forma que el pedón está húmedo por poca pero significativa parte del tiempo. Los suelos de drenaje moderado comúnmente tienen capas lentamente permeables dentro o inmediatamente bajo el "solum", un nivel freático relativamente alto, sumado al agua a través del escurrimiento, o alguna combinación de estas condiciones.

Clase 5. Bien drenado

El agua es removida del suelo fácilmente pero no rápidamente. Los suelos bien drenados comúnmente tienen texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales pueden también estar bien drenados. Los suelos bien drenados retienen cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de las plantas después de lluvias o adiciones de agua de riego.

Clase 6. Excesivamente drenado

El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos excesivamente drenados son comúnmente litosoles o litosólicos y pueden ser inclinados, muy porosos o ambos. El agua proveniente de las precipitaciones no es suficiente en estos suelos para la producción de cultivos comunes, por lo que necesitan de regadío e incluso así, no pueden lograrse rendimientos máximos en la mayoría de los casos.

Cuando la estructura y porosidad son muy favorables, se puede subir en una clase la aptitud del suelo. A la inversa, cuando estos factores están limitados se puede bajar la aptitud a la clase siguiente. En los suelos estratificados, un quiebre abrupto de textura que provoca un nivel freático suspendido, permite castigar la aptitud del suelo hasta la clase siguiente.

5. Clase de aptitud frutal

Uno de los principales problemas que presenta cualquier clasificación, es que sólo considera factores inherentes al suelo y no toma en consideración otros factores como ser climáticos, de fertilidad del suelo, disponibilidad, manejo y calidad de las aguas de riego, etc. que están incidiendo directamente en la productividad de ellos.
En el presente estudio se ha utilizado una pauta elaborada por la Asociación de Especialistas en Agrología, basada en una anterior del DIPROREN-SAG y que consta de cinco clases de aptitudes de acuerdo a las limitaciones que presentan los suelos en relación a los frutales.

Clase A. Sin limitaciones

Suelos cuya profundidad efectiva es superior a 100 cm[5], textura superficial que varía de areno francosa fina a franco arcillosa y cuyos subsuelos varían de franco arenoso a franco arcilloso; de buen drenaje, pero que pueden presentar moteados escasos, finos, débiles, a más de 100 cm. de profundidad, permeabilidad moderada a moderadamente rápida (2 a 12.5 cm/hora); pendientes entre 0 y 1 % y libres de erosión, salinidad inferior a 0.3 s/m y escasos carbonatos (ligera reacción al ácido clorhídrico 1/3).

Clase B. Ligeras limitaciones

Suelos cuya profundidad varía entre 75 y 100 cm., la textura superficial varía entre areno francosa fina y arcillosa y la textura de los subsuelos varía entre franco arenosa y franco arcillosa; el drenaje puede ser bueno a moderado pudiendo presentar moteados escasos, finos, débiles, a más de 75 cm. de profundidad; la permeabilidad varía entre moderada y moderadamente rápida (2 a 12,5 cm/hora); la pendiente debe ser inferior a 3 % y la erosión ligera o no existir; la salinidad inferior a 0.4 s/m y escasos carbonatos (ligera reacción al ácido clorhídrico 1/3).

Clase C. Moderadas limitaciones

Suelos cuya profundidad efectiva varía entre 40 y 75 cm.; tanto al textura superficial como la del subsuelo varían entre arenosa fina y arcillosa; el drenaje es excesivo a moderadamente bueno; puede presentar moteado común, medio, distinto, a más de 75 cm. de profundidad; la permeabilidad varía de moderadamente lenta a rápida (0.5 a 25 cm/hora); la pendiente es inferior a 6 % y la erosión puede ser moderada; la salinidad inferior a 0.6 s/m y los carbonatos moderados en abundancia (reacción moderada al ácido clorhídrico 1/3).

[5]Hay especies que, por un hábito de arraigamiento, 75 cm. es suficiente para considerarlo como sin limitaciones y por lo tanto, serían Clase A en relación a un determinado suelo de su profundidad.

Clase D. Severas limitaciones

Suelos cuya profundidad efectiva puede ser inferior a 30 cm., la textura superficial y del subsuelo puede ser cualquiera; el drenaje puede ser imperfecto hacia abajo y presentar cualquier tipo de moteados; permeabilidad varía desde muy lenta a muy rápida (-0,5 a 25 cm/hora); la pendiente puede ser superior a 6 % y la erosión llega hasta severa; la salinidad superior a 0.8 s/m; el contenido de carbonato elevado (fuerte reacción al ácido clorhídrico 1/3).

Clase E. Sin aptitud frutal.

Todos los suelos que por sus características negativas no permiten el desarrollo de las especies frutales.

6. Clases de erosión

Erosión Ligera (1)

Existen signos de erosión ligera o de manto. Es difícil explicar en detalle cuales son las características de un suelo con erosión ligera, pero sería significativo observar los cambios de color del suelo superficial, las diferencias en el desarrollo de las plantas que forman la cobertura vegetal, la presencia de piedras en la superficie del suelo o de algunos pedestales de erosión, etc.

Erosión Moderada (2)

Existen signos claros de erosión de manto y de surcos. Las características señaladas para la erosión ligera se acentúan y por los cambios de color del suelo se puede determinar la definitiva exposición del subsuelo. El desarrollo de la vegetación se observa notoriamente afectado en superficies amplias, luego los pedestales de erosión y pavimento de erosión son bien visibles.

Erosión Severa (3)

Existe un proceso activo de erosión de manto y cárcavas. Se podría señalar que sólo pequeñas áreas presentan el horizonte superior a la vista, siempre bastante erosionado y el subsuelo es visible en gran parte. La vegetación está seriamente afectada y todos los indicadores de erosión de manto están presentes.

Erosión Muy Severa (4)

Superficie cubierta por cárcavas profundas. En estas áreas sólo retazos mínimos revelan que hubo suelo en la zona. Sólo se presenta a la vista el subsuelo y en muchas áreas es visible el material de origen.

7. Aptitud agrícola

Es una agrupación convencional de los suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y se representa bajo un mismo tipo de manejo y está basada en un conjunto de alternativas que relacionan suelo-agua-planta.

Grupo de Aptitud 1

Corresponde a suelos que no presentan limitaciones para todos los cultivos de la zona. Se incluyen dentro de este grupo los suelos clasificados en Clase I de Capacidad de Uso.

Grupo de Aptitud 2

Corresponde a suelos que presentan ligeras limitaciones para todos los cultivos de la zona. Se incluyen en este grupo los suelos clasificados en Clase II de Capacidad de Uso.

Grupo de Aptitud 3

Corresponde a suelos que presentan moderadas limitaciones para todos los cultivos de la zona. Se incluyen en este grupo los suelos clasificados en Clase IIIs, IIIe y IIIw de Capacidad de Uso.

Grupo de Aptitud 4

Corresponde a suelos que presentan severas limitaciones para los cultivos de la zona. Se incluyen los suelos de Clase IVsyIVe de Capacidad de Uso.

Grupo de Aptitud 5

En este grupo se incluyen preferentemente los suelos de mal drenaje, aptos para maravilla, arroz y pastos. Corresponden a suelos de Clase IIIw (con características especiales), IVw y VIw de Capacidad de Uso. Se incluyen además los suelos IIIsyIVs sobre tosca.

Grupo de Aptitud 6

En este grupo se incluyen los suelos preferentemente para praderas. Corresponden a las Clases VIs y VIe de Capacidad de Uso. Se incluyen también los suelos de Clase VII mal drenados o delgados.

Grupo de Aptitud 7

Suelos de aptitud preferentemente forestal, de Clase VII de Capacidad de Uso.

Grupo de Aptitud 8

Sin aptitud agrícola ni forestal. Clase VIII de Capacidad de Uso.

8. Profundidad

Símbolo	Clases	Profundidad Efectiva (cm)
D1	Muy Delgado	<20
D2	Delgado	20 a 40
D3	Ligeramente Profundo	40 a 70
D4	Moderadamente Profundo	70 a 90
D5	Profundo	>90
D6	Muy Profundo	-

Fuente: SAG, 2011.

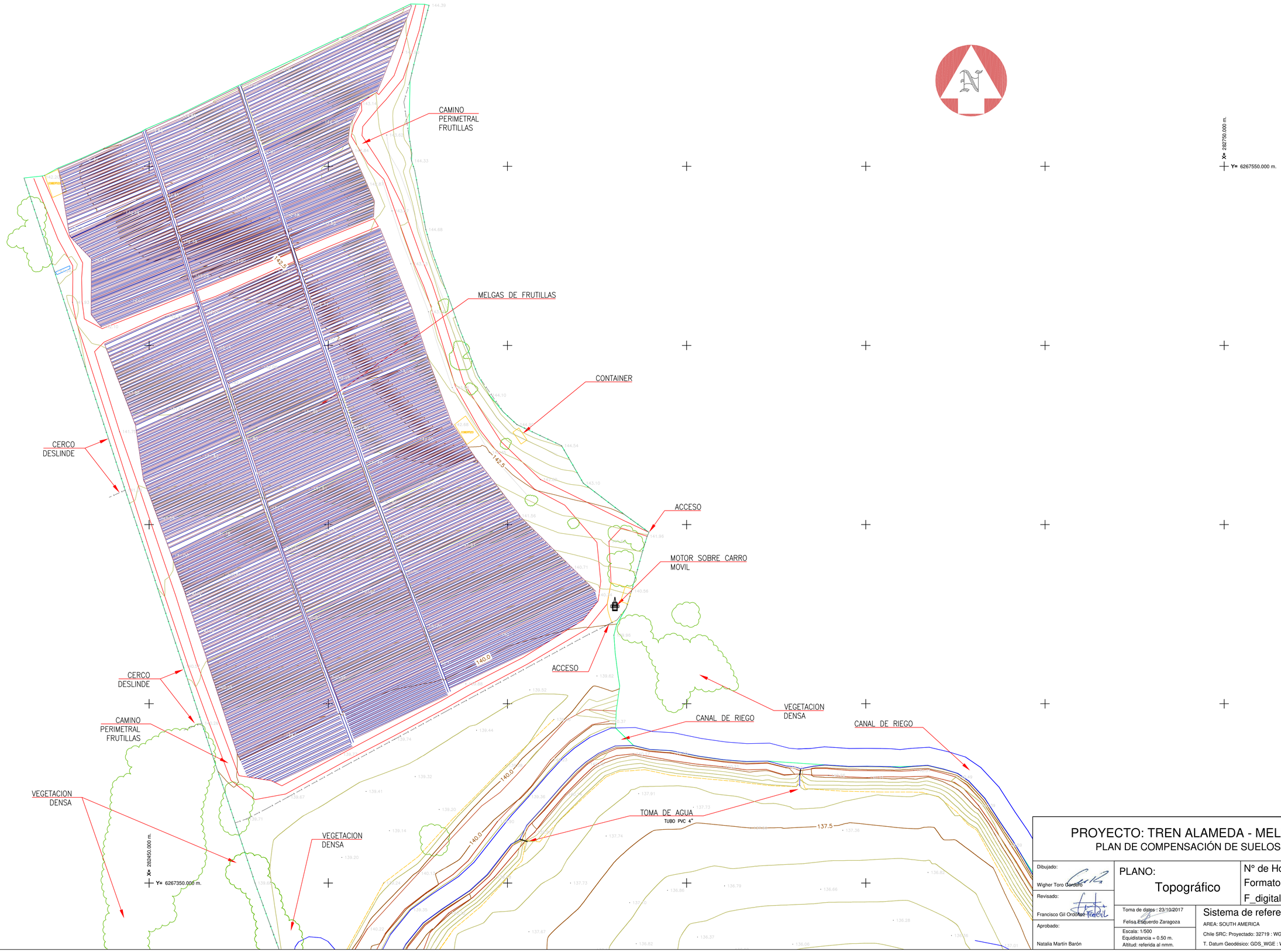
APÉNDICE 2

DESCRIPCIÓN DE PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS E HIDROLOGICAS DE LOS SUELOS

Resultados de laboratorio													
Propiedad	Variable	Unidades	Terreno 2					Terreno 1					
			Ca-1 (0-30cm)	Ca-2 (0-30cm)	Ca-3 (0-30cm)	Ca-14		Ca-8	Ca-9	Ca-11	Ca-12	Ca-15	
						H_2 (30-70 cm)	H_3 (70 cm y +)					H_2 (14-50 cm)	H_3 (50-70 cm)
Físicas	Textura	-	Franca	Franca	Arcillo arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franca	Franca	Franco arenosa	Franco arenosa
Físicas	Arena	%	48,00	40,00	58,00	62,00	62,00	60,00	57,00	48,00	50,00	56,00	56,00
Físicas	Limo	%	30,00	36,00	6,00	28,00	30,00	24,00	27,00	30,00	30,00	28,00	28,00
Físicas	Arcilla	%	22,00	24,00	36,00	10,00	8,00	16,00	16,00	22,00	20,00	16,00	16,00
Físicas	Densidad aparente	g/cc	1,62	1,45	1,61	1,28	1,32	1,63	1,49	1,51	1,26	1,62	1,62
Físicas	CC	%	27,10	29,90	32,10	15,40	14,20	19,80	22,90	28,60	30,60	21,10	21,10
Físicas	PMP	%	15,00	16,70	22,50	6,80	5,40	10,20	11,90	16,10	17,60	10,60	10,60
Físicas	HA	%	12,10	13,20	9,60	8,60	8,80	9,60	11,00	12,50	13,00	10,50	10,50
Químicas	pH	-	7,83	7,87	7,94	7,84	7,75	6,84	6,00	5,80	7,58	6,24	6,24
Químicas	CE	mS/cm	1,67	3,14	3,76	2,76	1,98	0,50	2,04	2,42	4,64	0,82	0,82
Químicas	RAS		2,06	1,71	2,64	2,33	1,87	0,82	0,31	0,65	4,51	0,69	0,69
Químicas	Na soluble	meq/L	4,78	6,01	10,50	7,27	5,13	1,06	0,76	1,82	18,30	1,20	1,20
Químicas	Mg soluble	meq/L	1,45	2,97	3,99	2,99	2,11	1,19	2,82	3,20	5,02	1,35	1,35
Químicas	Ca soluble	meq/L	9,28	21,80	27,40	16,60	13,00	2,10	9,09	12,30	27,80	4,57	4,57
Biológicas	CMO	%	2,32	2,79	1,18	0,24	0,15	0,89	2,56	3,71	6,44	1,15	1,15

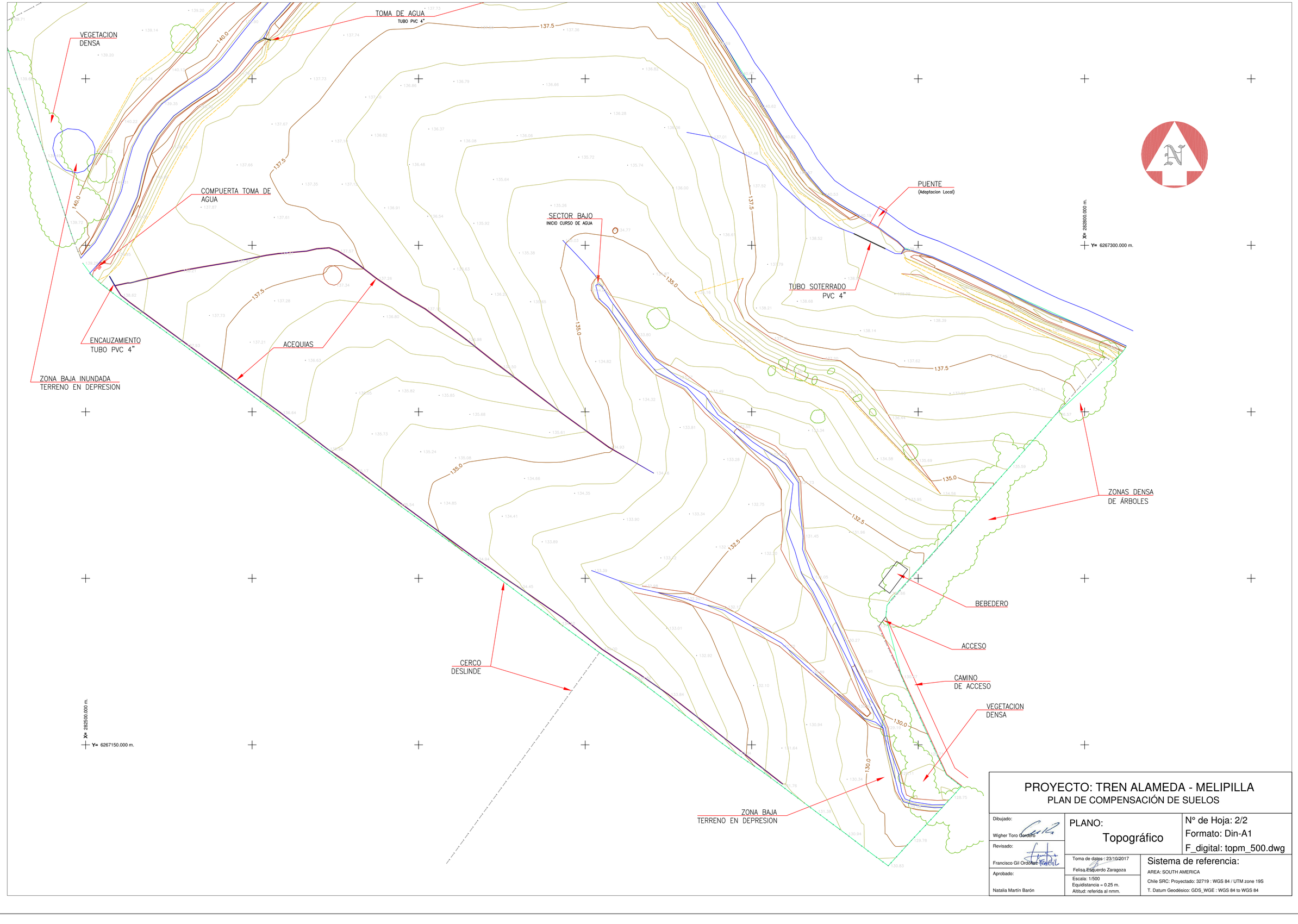
APÉNDICE 3

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: TREN ALAMEDA - MELIPILLA
PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS

Dibujado: Wigher Toro Gordero	PLANO: Topográfico	N° de Hoja: 1/2
Revisado: Francisco Gil Ordóñez		Formato: Din-A1
Aprobado: Natalia Martín Barón		F_digital: topm_500.dwg
Toma de datos : 23/10/2017 Felisa Esquerdo Zaragoza	Escala: 1/500 Equidistancia = 0.50 m. Altitud: referida al nmm.	Sistema de referencia: AREA: SOUTH AMERICA Chile SRC: Proyectado: 32719 : WGS 84 / UTM zone 19S T. Datum Geodésico: GDS_WGE : WGS 84 to WGS 84



PROYECTO: TREN ALAMEDA - MELIPILLA
PLAN DE COMPENSACIÓN DE SUELOS

Dibujado: Wigher Toro Gordero	PLANO: Topográfico	N° de Hoja: 2/2 Formato: Din-A1 F_digital: topm_500.dwg
Revisado: Francisco Gil Ordóñez	Toma de datos : 23/10/2017 Felisa Esquerdo Zaragoza	Sistema de referencia:
Aprobado: Natalia Martín Barón	Escala: 1/500 Equidistancia = 0.25 m. Altitud: referida al nmm.	AREA: SOUTH AMERICA Chile SRC: Proyectado: 32719 : WGS 84 / UTM zone 19S T. Datum Geodésico: GDS_WGE : WGS 84 to WGS 84

APÉNDICE 4

FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA DE ESTUDIO





A. Es necesario un desbroce de vegetación previo a la construcción de zanjas colectoras sobre todo en los sectores de salida del escurrimiento del predio.
B. Surco de riego en los sectores altos con pendiente hacia los sectores más bajos. Será necesario rediseñar el trazado del riego posterior a las obras de subsolado y nivelación.





C. Actual zanja de desagüe de sección trapezoidal que conduce un caudal de aproximadamente Q = 0.11 m^3/s.

D. Sectores alto y sectores bajos de un suelo de pradera de clase de capacidad de uso IV y VI que requiere se transformado en clase III. Previamente es necesario la siega de la pradera formada principalmente por galega, bromo, trébol blanco y vinagrillo.





E. El Terreno 1 por su parte, tiene una pendiente de aproximadamente 5-8%, donde no es necesario nivelar el terreno dado que ya ha sido intervenido y el drenaje oscila entre imperfecto y muy pobremente drenado.

F. Aproximadamente entre los 80 y 110 cm aparece un hardpan que reduce la profundidad efectiva del suelo y también altera la dinámica del drenaje.





G. Camino lateral en las cotas bajas del terreno, y aledaño a la plantación, donde es posible establecer el trazado de la zanja colectora de evacuación del drenaje del Terreno 1 de aproximadamente 90 metros de longitud.

H. Compuerta de riego y canal de riego perimetral que se utilizará para descargar los flujos de drenaje del Terreno 1.

APÉNDICE 5

ANÁLISIS DE LABORATORIO

FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANALISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Atención a: ERIC PARRA
IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE S.A. AGENCIA EN CHILE
HUERFANOS N° 670 - PISO 26 Comuna:SANTIAGO Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio** : 7744
Fecha Recepción : 22/11/2017 **Fecha Entrega** : 13/12/2017

Identificación	Nº de Laboratorio	43471	43472	43473	43474
	CUARTEL	CA 1	CA 2	CA 3	CA 8 - H1
Análisis	Unidad				
PROPIEDADES QUIMICAS					
pH suspensión	-	7,83	7,87	7,94	6,84
C.eléctrica extracto (C.E)	mS/cm	1,67	3,14	3,76	0,50
Materia Orgánica (MO)	%	2,32	2,79	1,18	0,89
CATIONES SOLUBLES					
Sodio (Na)	meq/L	4,78	6,01	10,5	1,06
Magnesio (Mg)	meq/L	1,45	2,97	3,99	1,19
Calcio (Ca)	meq/L	9,28	21,80	27,40	2,10
RAS	-	2,06	1,71	2,64	0,82
PROPIEDADES FISICAS					
Densidad aparente (d.a)	g/cc	1,62	1,45	1,61	1,63
Capacidad de Campo (C.C)	%	27,1	29,9	32,1	19,8
Punto de Marchitez Permanente (P.M.P)	%	15,0	16,7	22,5	10,2
Humedad Aprovechable (H.A)	%	12,1	13,2	9,6	9,6
Arcilla	%	22	24	36	16
Limo	%	30	36	6	24
Arena	%	48	40	58	60
Textura	-	FRANCA	FRANCA	ARCILLO ARENOSA	FRANCO ARENOSA

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Nota: Metodología; Métodos de Analisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).
Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.
Las recomendaciones solo tienen carácter se sugerencias y deberán se evaluadas por el asesor.
Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.

FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANALISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Atención a: ERIC PARRA
IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE S.A. AGENCIA EN CHILE
HUERFANOS N° 670 - PISO 26 Comuna:SANTIAGO Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 7744
Fecha Recepción : 22/11/2017 **Fecha Entrega :** 13/12/2017

Identificación	N° de Laboratorio	43475	43476	43477
	CUARTEL	CA 9 - H1	CA 11 - H1	CA 12 - H1
Análisis	Unidad			
PROPIEDADES QUIMICAS				
pH suspensión	-	6,00	5,80	7,58
C.eléctrica extracto (C.E)	mS/cm	2,04	2,42	4,64
Materia Orgánica (MO)	%	2,56	3,71	6,44
CATIONES SOLUBLES				
Sodio (Na)	meq/L	0,76	1,82	18,30
Magnesio (Mg)	meq/L	2,82	3,20	5,02
Calcio (Ca)	meq/L	9,09	12,30	27,80
RAS	-	0,31	0,65	4,51
PROPIEDADES FISICAS				
Densidad aparente (d.a)	g/cc	1,49	1,51	*1,26
Capacidad de Campo (C.C)	%	22,9	28,6	30,6
Punto de Marchitez Permanente (P.M.P)	%	11,9	16,1	17,6
Humedad Aprovechable (H.A)	%	11	12,5	13
Arcilla	%	16	22	20
Limo	%	27	30	30
Arena	%	57	48	50
Textura	-	FRANCO ARENOSA	FRANCA	FRANCA

* D.A en probeta por ausencia de terrones.

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Nota: Metodología; Métodos de Analisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).
Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.
Las recomendaciones solo tienen carácter se sugerencias y deberán se evaluadas por el asesor.
Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.

FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANALISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Atención a: MARCELA PARRA
SUSTENTABLE S.A
AV. PROVIDENCIA 2640 OF. 15-A Comuna:PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 8630
Fecha Recepción : 02/03/2018 **Fecha Entrega :** 23/03/2018

Análisis	N° de Laboratorio	47951	47952	47953	47954
	CUARTEL	CA15 H2	CA15-H3	CA16-H2	CA16-H3
	Unidad				
PROPIEDADES QUIMICAS					
pH suspensión	-	7,84	7,75	6,24	6,64
C.eléctrica extracto (C.E)	mS/cm	2,76	1,98	0,82	0,58
Materia Orgánica (MO)	%	0,24	0,15	1,15	0,45
CATIONES SOLUBLES					
Sodio (Na)	meq/L	7,27	5,13	1,2	2,11
Magnesio (Mg)	meq/L	2,99	2,11	1,35	0,87
Calcio (Ca)	meq/L	16,6	13	4,57	1,77
RAS	-	2,33	1,87	0,69	1,84
PROPIEDADES FISICAS					
Densidad aparente (d.a)	g/cc	1,28	1,32	1,62	1,94
Capacidad de Campo (C.C)	%	15,4	14,2	21,1	37,6
Punto de Marchitez Permanente (P.M.P)	%	6,8	5,4	10,6	25,2
Humedad Aprovechable (H.A)	%	8,6	8,8	10,5	12,4
Arcilla	%	10	8	16	42
Limo	%	28	30	28	22
Arena	%	62	62	56	36
Textura	-	FRANCO ARENOSA	FRANCO ARENOSA	FRANCO ARENOSA	ARCILLOSA

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Nota: Metodología; Métodos de Analisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).
Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.
Las recomendaciones solo tienen carácter se sugerencias y deberán se evaluadas por el asesor.
Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.