ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO

“PARQUE HÍBRIDO EÓLICO, SOLAR Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA LAS QUINTAS (PHLQ)”

ANEXO 4. ESTUDIO DE INFILTRACIÓN

2026

Sustentable S.A.
Asesoría y Gestión Ambiental
www.sustentable.cl

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivo General 3
2.2. Objetivos específicos 3
3. ANTECEDENTES EDAFOLÓGICOS 3
4. METODOLOGÍA 5
4.1. Procesamiento de datos método de porchet 6
4.2. Supuestos 7
4.3. Clasificación de Permeabilidad 7
4.4. Procesamiento de datos método de coeficiente de absorción 8
5. RESULTADOS 8
5.1. Recopilación de información en terreno 8
5.2. Infiltración y conductividad hidráulica saturada 9
5.3. Clasificación de permeabilidad 24
5.4. Coeficiente de absorción 24
5.5. Interpretación 30
6. CONCLUSIONES 30
7. BIBLIOGRAFÍA 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clases de drenaje 7
Tabla 2. Coordenadas y clases texturales de los puntos de muestreo 8
Tabla 3. Antecedentes punto PVI-01 9
Tabla 4. Datos de infiltración PVI-01. 9
Tabla 5. Antecedentes punto PVI-02. 12
Tabla 6. Datos de infiltración PVI-02. 12
Tabla 7. Antecedentes punto PVI-03 15
Tabla 8. Datos de infiltración PVI-03. 15
Tabla 9. Antecedentes punto PVI-04. 18
Tabla 10. Datos de infiltración PVI-04. 18
Tabla 11. Antecedentes punto PVI-05. 21
Tabla 12. Datos de infiltración PVI-05. 21
Tabla 13. Clases de drenaje 24
Tabla 14. Coeficiente de absorción 24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de Porchet 6
Figura 2. Validación método de Porchet 7
Figura 3. Coeficiente de Absorción del suelo 8
Figura 4. Puntos de muestreo para pruebas de velocidad de infiltración 9
Figura 5. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-01. 10
Figura 6. Diagrama entorno PVI-01. 11
Figura 7. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-02. 13
Figura 8. Diagrama entorno PVI-02. 14
Figura 9. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-03. 16
Figura 10. Diagrama PVI-03. 17
Figura 11. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-04. 19
Figura 12. Diagrama PVI-04. 20
Figura 13. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-05. 22
Figura 14. Diagrama PVI-05. 23
Figura 15. Coeficiente de absorción PVI-01 25
Figura 16. Coeficiente de absorción PVI-02. 26
Figura 17. Coeficiente de absorción PVI-03 27
Figura 18. Coeficiente de absorción PVI-04 28
Figura 19. Coeficiente de absorción PVI-05 29

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se evalúa la capacidad de drenaje del suelo en donde se emplaza el Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" (en adelante el Proyecto, PHLQ, Parque Híbrido, indistintamente), ubicado entre las comunas de San Pedro, región Metropolitana y la comuna de Litueche, región del Libertador Bernardo O'Higgins.

La caracterización de la capacidad de drenaje del suelo se realiza en función de los requerimientos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, según lo establecido en el artículo 19 del D.S. N°40 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), lo determinado en el artículo 11, letra B) de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (N°19.300) en donde se especifican los potenciales efectos de un proyecto y la clasificación determinada en la Pauta de Estudio para Suelos (SAG, 2011, rectificada en 2016).

A partir de la Guía de Evaluación Impacto Ambiental Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables (2015), se interpreta que el Proyecto pudiese modificar la geomorfología del área de influencia (AI), provocando una alteración en la red de drenaje y por tanto, cambios en el régimen de infiltración, siendo necesario un estudio técnico sobre la capacidad de filtración del suelo.

Para efectos de este informe, la infiltración es definida como el "flujo de agua que penetra en un medio poroso a través de la superficie del suelo" (SEA, 2015).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la capacidad de drenaje del suelo en el área de influencia.

2.2. Objetivos Específicos

Estimar y caracterizar la permeabilidad del suelo en el área de influencia.

3. Clasificar e interpretar la clase de drenaje y coeficiente de absorción del suelo en el área de influencia ANTECEDENTES EDAFOLÓGICOS

En la Línea de Base del componente Suelo, el Área de Influencia (AI) se define como la superficie donde se emplazarán las obras, partes y acciones del Proyecto y que podría verse afectada por los potenciales impactos derivados de las actividades en fase de construcción y operación. Para su delimitación, se consideraron además la geomorfología, nivel de pendientes, cobertura vegetacional y series de suelos presentes en la zona. Bajo estos criterios, el Área de Influencia alcanza una superficie total de 564,81 ha.

En este sentido, dentro del área de influencia, se identificaron cuatro unidades homogéneas de suelo: Cerro Moderadamente Ondulado (CMO), Cerro Fuertemente Ondulado (CFO) y Lomajes (LOM). Adicionalmente, se reconoció una unidad cartográfica denominada "Otros Usos", correspondiente a sectores donde el suelo ha sido removido, modificado o sustituido por edificaciones. Debido a la ausencia de horizontes edáficos y a que estos sectores no han atravesado procesos de formación de suelo, no se consideran parte del componente edáfico.

Considerando la descripción y caracterización fisicoquímica y biológica de los suelos presentes, se determinó la existencia mayoritaria de suelos clase IV con 47,29% de la superficie del área de influencia, seguido de suelos clase III y VI, con 27,65% y 17,75% respectivamente. Una menor proporción de suelo presentan suelos clase VII representando el 4,22% de la superficie. Las principales limitantes corresponden al grado de pendiente y humedad aprovechable y en menor medida, restricciones por drenaje insuficiente y pedregosidad subsuperficial.

En la unidad CSO, los suelos evaluados presentan condiciones de drenaje que van desde pobre hasta buenas, dependiendo principalmente de la transición desde texturas gruesas hacia texturas más finas en profundidad y pérdida de estructura en los horizontes inferiores. La retención de agua aprovechable es diversa, variando entre pobre y muy buena siendo menor en suelos con mayor proporción de texturas gruesas y porosidad gruesa. En general, presenta bajos niveles de NPK se explican por la acidez del suelo, que reduce la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

La unidad CMO presenta suelos ligeramente profundos y presentan texturas moderadamente gruesas en superficie, con variaciones de drenaje que van desde bien drenado hasta pobremente drenado. Estas diferencias se relacionan con estratas limitantes y texturas más finas en profundidad, donde se observan moteados y concreciones. La humedad aprovechable varía entre buena y pobre, influida por las clases texturales y porosidad gruesa a lo largo del perfil. La fertilidad es baja en la mayoría de los casos, con contenidos reducidos de nitrógeno, fósforo y potasio disponible, en donde solo dos calicatas presentan concentraciones dentro del rango adecuado de este último elemento.

La unidad homogénea CFO presenta suelos ligeramente profundos a profundos con texturas moderadamente gruesas en superficie que pueden volverse más finas en profundidad. En general, el drenaje es bueno debido a la ausencia de estratas limitantes, excepto en la calicata CA-18, donde se observan rasgos redoximórficos que indican drenaje deficiente en los horizontes inferiores. La retención de agua varía ampliamente, desde buena hasta muy pobre. La fertilidad es baja en la mayoría de los puntos, con concentraciones reducidas de nitrógeno, fósforo y potasio. La única excepción es la calicata CA-19, que presenta valores altos de fósforo y potasio, probablemente debido al tránsito de bovinos y a condiciones de pH que favorecen la disponibilidad de nutrientes.

Por último, la unidad de Lomajes (LOM) registra suelos ligeramente profundos a profundos, con texturas moderadamente gruesas que cambian hacia texturas más finas y presentan pedregosidad moderada. El drenaje es bueno, sin estratas limitantes, lo que permite una fácil remoción del agua. La humedad aprovechable es baja a regular, con valores entre 5,46 y 10,60 cm c.a. La fertilidad es limitada, con bajos niveles de nitrógeno y fósforo, mientras que el potasio se encuentra dentro de rangos adecuados. Estas características son consistentes con las observadas en otras unidades de suelo evaluadas.

Para los fines del presente informe, se evalúa la velocidad de infiltración en las superficies representadas por las calicatas CA-09 y CA-16, clasificadas con clase de capacidad de uso IV, y por el punto CA-21, clasificada en clase III. Todas estas unidades presentan una textura superficial franco arenosa, la cual varía en profundidad hacia texturas moderadamente finas, como franco arcillo arenosa y arcillosa.

En la Línea de Base de Suelo se describen en detalle los suelos presentes en el AI del Proyecto.

4. METODOLOGÍA

Para estimar la velocidad de infiltración, se supone el conocimiento previo de los siguientes conceptos para su comprensión e interpretación (Consorcio TRACASA-NIPSA, 2014 y SAG, 2011), independiente de la metodología utilizada:

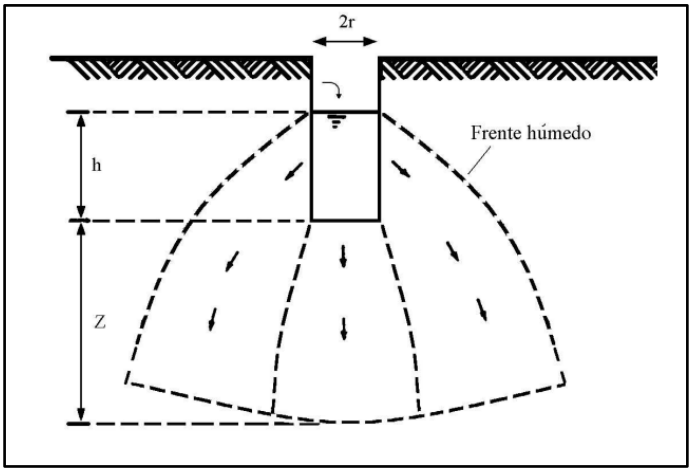
- **Velocidad de Infiltración:** Es la tasa bajo la cual ingresa el agua al suelo en un período de tiempo determinado. El valor de la velocidad de infiltración final corresponde a un fase estabilizada, por lo que se asimila a la conductividad hidráulica saturada (Ks) del suelo.
- **Conductividad hidráulica:** Corresponde a la velocidad bajo la cual el agua se mueve a través del suelo, considerando las características particulares del suelo, tal como clase textural, y gradientes hidráulicos. Esta puede presentarse en condiciones de saturación y no saturación.
- **Permeabilidad:** Es la propiedad física que posee el suelo y que permite que el agua se mueva a través de este. Esta condición puede variar según la clase textural que presente el suelo y se relaciona con la conductividad hidráulica saturada (Ks). Para efectos de la prueba realizada se considera la permeabilidad como un símil de la infiltración del suelo.
- **Drenaje:** Corresponde a la rapidez bajo la cual el agua ingresa desde la superficie y se mueve a través del perfil de suelo. Este se encuentra intrínsecamente relacionado con la permeabilidad y el escurrimiento superficial.

Considerando lo anterior, la infiltración del agua en el suelo se determinó mediante el método de Porchet, también denominado pozo invertido, el cual permite evaluar la permeabilidad de los estratos del suelo y estimar la conductividad hidráulica saturada en ausencia del nivel freático.

Para la ejecución del ensayo se construyeron pozos con una profundidad aproximada de 30 cm y un diámetro superior a 25 cm. Previamente a la medición se procedió a la saturación del suelo, con el fin de reducir la influencia de la humedad inicial y alcanzar un régimen de infiltración más estable.

Una vez saturado el suelo, se añadió agua hasta cubrir parcialmente el pozo y se registró el descenso del nivel en intervalos crecientes desde los 30 segundos, considerando tanto la infiltración a través de las paredes laterales como del fondo (Figura 1). Este procedimiento permitió caracterizar el comportamiento de infiltración en el área de influencia (Salgado, 1999).

Figura 1. Método de Porchet



Fuente: Salgado, 1999.

4.1. Procesamiento de Datos Método de Porchet

Para la obtención de la conductividad hidráulica saturada del suelo se aplicó el método de Porchet, registrando en terreno la infiltración acumulada en función del tiempo. En este método, la infiltración total se expresa como el producto entre la velocidad de infiltración y el área de infiltración, donde la velocidad corresponde a la conductividad hidráulica y el área está definida por las dimensiones del fondo y las paredes del pozo (Salgado, 1999). La ecuación se formula de la siguiente manera:

$$K = 1{,}15r * \frac{log(h_0 + \frac{r}{2}) - log(h_t + \frac{r}{2})}{t_1 - t_0}$$

Donde:

K = conductividad hidráulica (cm/ seg).

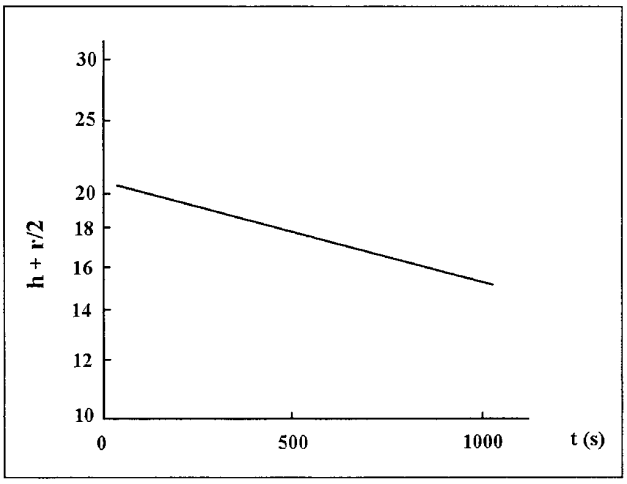
r = radio del pozo (cm)

h_0 = altura de agua en el pozo al tiempo t_0.

h_1 = altura de agua en el pozo al tiempo t_1.

Posteriormente se representaron gráficamente los valores de h_1+r/2 en función del tiempo, con el fin de verificar su ajuste a una línea recta. En esta expresión, h es la altura de la lámina de agua en el pozo y r/2 una corrección geométrica que considera la infiltración lateral, además de la vertical. Así, h+r/2 representa la altura efectiva del frente húmedo en el suelo. La linealidad obtenida en la gráfica indica que el suelo alcanzó la saturación, validando la consistencia de los datos y la fiabilidad de los resultados del método de Porchet.

Figura 2. Validación método de Porchet



Fuente: Salgado, 1999.

4.2. Supuestos

Los supuestos en que se basa la aplicación del método de Porchet son los siguientes:

- El suelo es homogéneo e isotrópico.
- El suelo se encuentra saturado.
- El gradiente hidráulico tiende a la unidad.
- La velocidad de flujo del agua es igual a la conductividad hidráulica saturada (V = K).

4.3. Clasificación de Permeabilidad

Una vez determinados los datos de velocidad de infiltración de cada punto de muestreo y por tanto, la conductividad hidráulica saturada, se establece la clase de drenaje de los suelos descritos, según los parámetros de permeabilidad definidos en la Pauta de Estudio de Suelos del SAG (2011, rectificada en 2016), los cuales se desglosan a continuación:

Tabla 1. Clases de drenaje

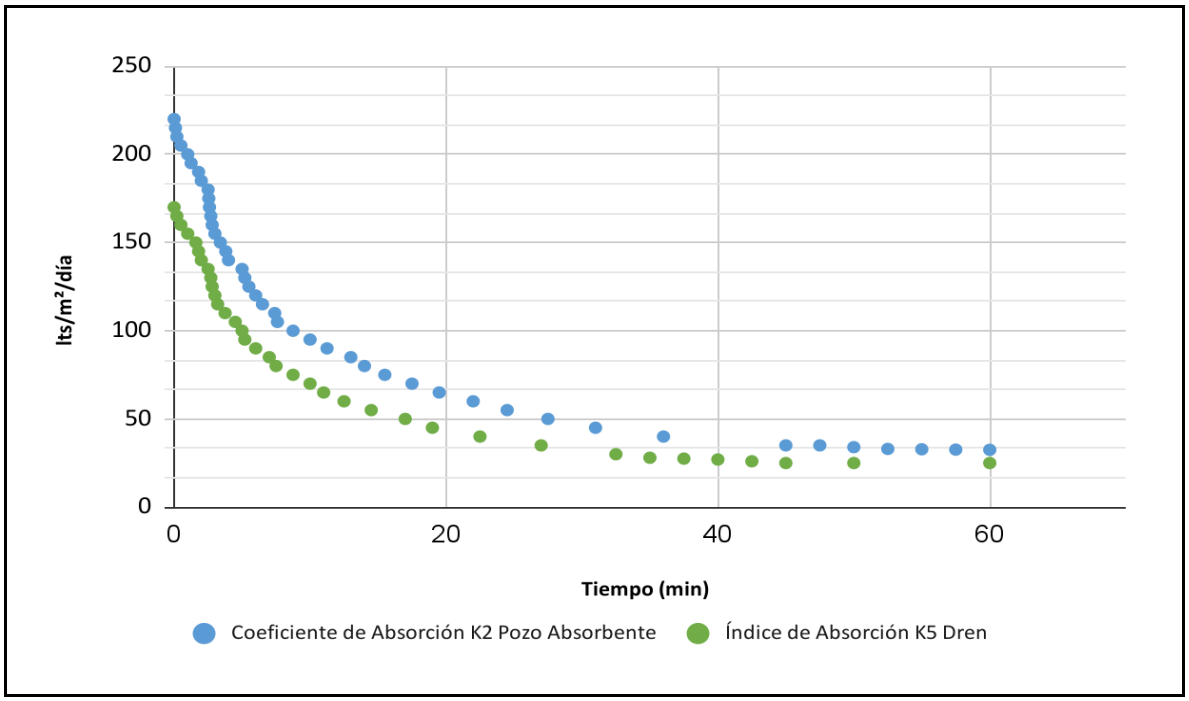
Clasificación	Símbolo	Permeabilidad
Muy pobremente drenado	W1	<0,15 cm/h
Pobremente drenado	W2	0,15 a 0,5 cm/h
Drenaje imperfecto	W3	0,5 a 1,5 cm/h
Drenaje moderado	W4	1,5 a 5 cm/h
Bien drenado	W5	5 a 15 cm/h
Excesivamente drenado	W6	>15 cm/h

Fuente: SAG, 2011 rectificado en 2016.

4.4. Procesamiento de Datos Método de Coeficiente de Absorción

El coeficiente de absorción se determina en gabinete utilizando los datos obtenidos en terreno. Para ello, se calcula el tiempo requerido en minutos para que el nivel de agua descendiera 2,5 cm a partir de la conductividad hidráulica (cm/hr) obtenida mediante el método de Porchet. Este valor interpolado permite su utilización en la curva de correlación entre el tiempo de infiltración y el coeficiente de absorción del suelo. Este parámetro, expresado en L/m²día, describe la capacidad del suelo para infiltrar agua bajo condiciones saturadas. En la figura 2 se muestra el comportamiento referencial de la absorción del suelo bajo condiciones de saturación, dependiendo del tipo de obra de drenaje asociada.

Figura 3. Coeficiente de absorción del suelo



Fuente: Elaboración propia, en base a Samayoa, 2016.

5. RESULTADOS

5.1. Recopilación de Información en Terreno

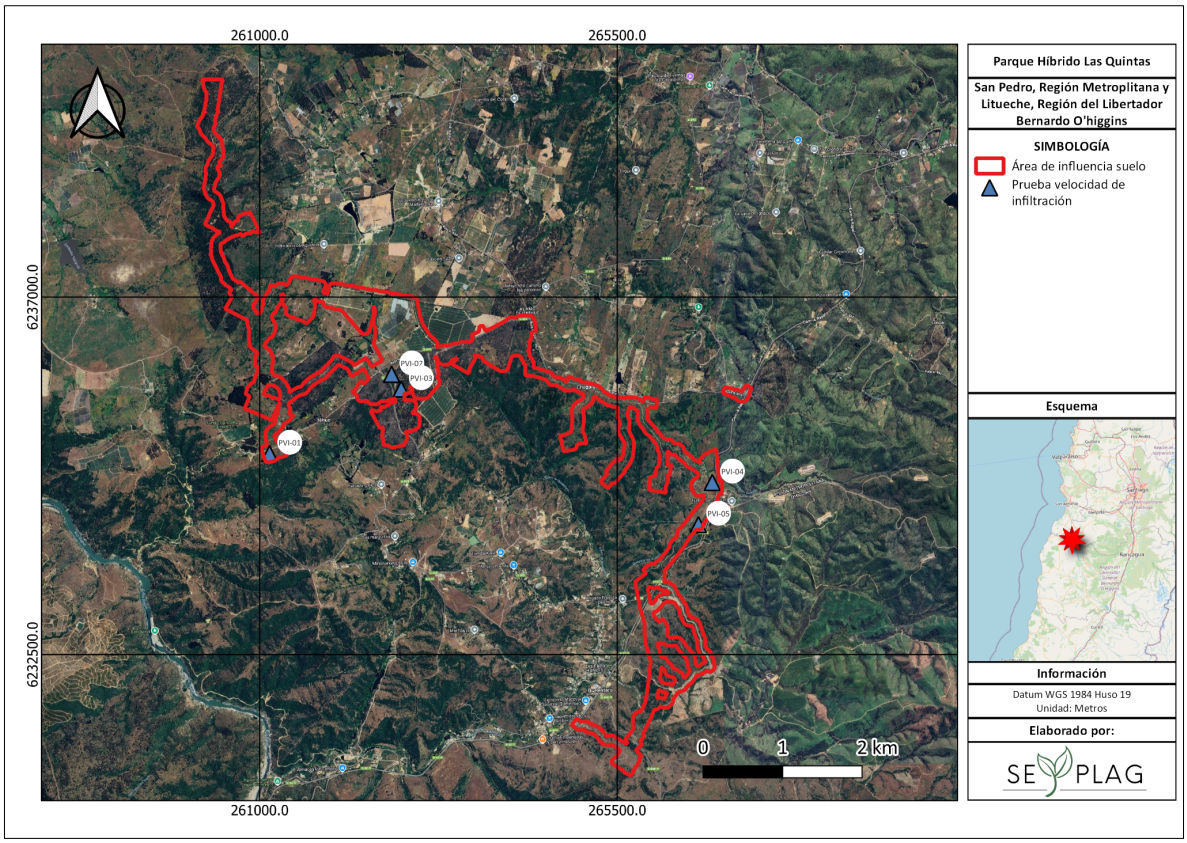
Se realizó una campaña de terreno entre el 21 y el 27 de julio de 2025 con el objetivo de evaluar la capacidad de infiltración de los suelos en sectores adyacentes a las obras asociadas al PAS 138 del Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)", ubicado entre las comunas de San Pedro, Región Metropolitana y Litueche, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Durante la campaña se ejecutaron cinco pruebas de velocidad de infiltración (PVI) mediante el método de Porchet, cuyos puntos de evaluación fueron georreferenciados. La clase textural superficial de cada sitio se determinó a partir del análisis de laboratorio correspondiente a la calicata más cercana, según lo reportado en la línea base de suelo. Los antecedentes de los puntos evaluados se presentan a continuación.

Tabla 2. Coordenadas y clases texturales de los puntos de muestreo

ID	Coordenadas (UTM WGS 84, Huso 19 Sur)		Clase Textural
	Norte (m)	Este (m)	
PVI-01	6.235.028	261.124	Franco arenosa
PVI-02	6.236.027	262.661	Franco arenosa
PVI-03	6.235.841	262.781	Franco arenosa
PVI-04	6.234.665	266.697	Franco arenosa
PVI-05	6.234.135	266.522	Franco arenosa

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Puntos de muestreo para pruebas de velocidad de infiltración



Fuente: Elaboración propia.

5.2. Infiltración y Conductividad Hidráulica Saturada

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de Porchet, se elaboraron las curvas de infiltración acumulada para cada punto de medición y se determinó la conductividad hidráulica saturada. A continuación, se presentan los resultados de cada prueba de velocidad de infiltración, junto con los valores de conductividad hidráulica saturada (Ks) y las imágenes del ensayo de Porchet realizado, así como del entorno de referencia de cada punto de muestreo.

Tabla 3. Antecedentes punto PVI-01

Punto de estudio	PVI-01
Coordenada Este	261.124
Coordenadas Sur	6.235.028
Profundidad (cm)	30
Altura de agua (cm)	20
Diámetro (cm)	27
Radio (cm)	13,5
Conductividad hidráulica saturada (cm/hr)	3,7

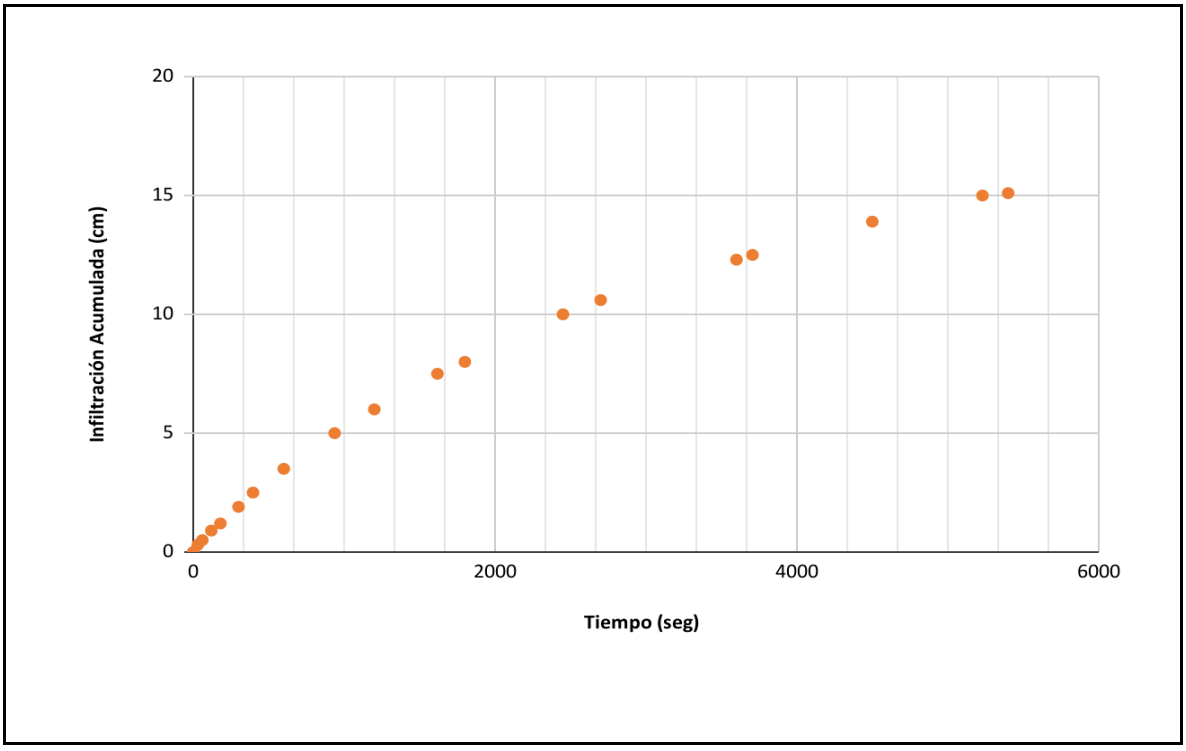
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Datos de infiltración PVI-01

Tiempo		Altura (cm)	Altura (cm)	Infiltración (cm)	Infiltración Acumulada (cm)
Seg	Min				
0	0	20	0	0	0
30	0,5	19,7	0,3	0,3	0,3
60	1,0	19,5	0,5	0,2	0,5
120	2,0	19,1	0,9	0,4	0,9
180	3,0	18,8	1,2	0,3	1,2
300	5,0	18,1	1,9	0,7	1,9
600	10,0	16,5	3,5	1	3,5
1200	20,0	14	6	1	6
1800	30,0	12	8	0,5	8
2700	45,0	9,4	10,6	0,6	10,6
3600	60,0	7,7	12,3	1,7	12,3
4500	75,0	6,1	13,9	1,4	13,9
5400	90,0	4,9	15,1	0,1	15,1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-01



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Diagrama entorno PVI-01





Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 5. Antecedentes punto PVI-02

Punto de estudio	PVI-02
Coordenada Este	262.661
Coordenadas Sur	6.236.027
Profundidad (cm)	30
Altura de agua (cm)	20
Diámetro (cm)	26
Radio (cm)	13
Conductividad hidráulica (cm/hr)	3,6

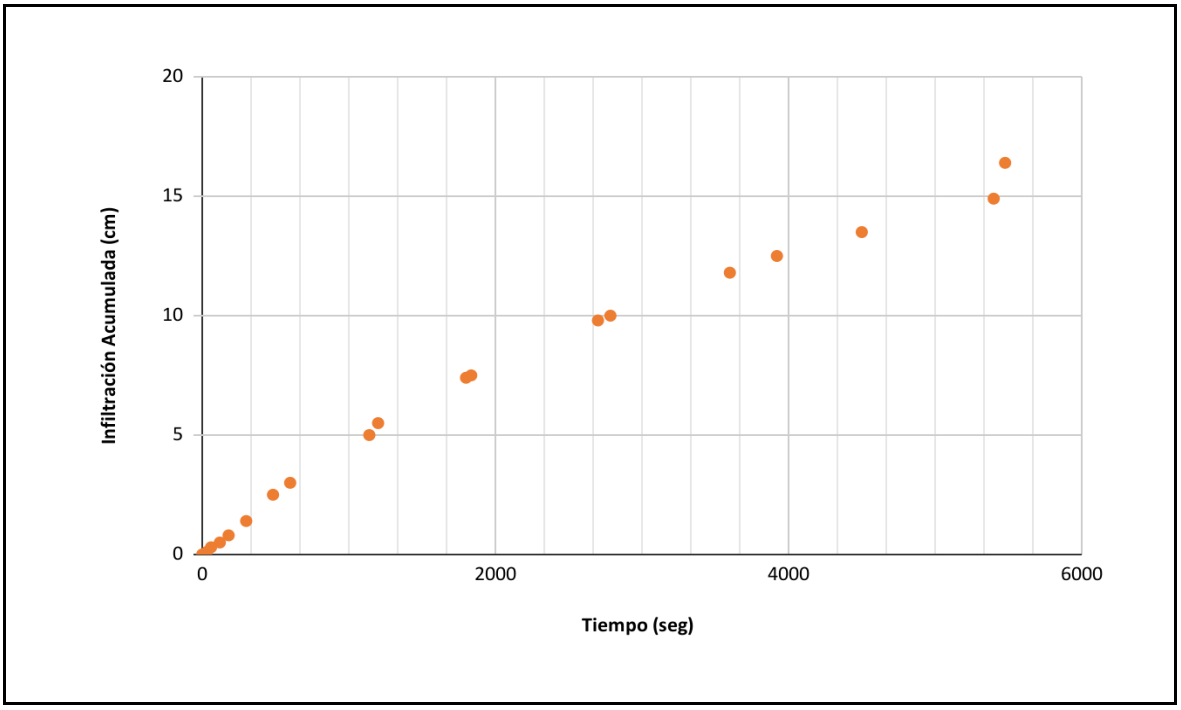
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Datos de infiltración PVI-02

Tiempo		Altura (cm)	Altura (cm)	Infiltración (cm)	Infiltración Acumulada (cm)
Seg	Min				
0	0	20	0	0	0
30	0,5	19,9	0,1	0,1	0,1
60	1,0	19,7	0,3	0,2	0,3
120	2,0	19,5	0,5	0,2	0,5
180	3,0	19,2	0,8	0,3	0,8
300	5,0	18,6	1,4	0,6	1,4
600	10,0	17	3	0,5	3
1200	20,0	14,5	5,5	0,5	5,5
1800	30,0	12,6	7,4	1,9	7,4
2700	45,0	10,2	9,8	2,3	9,8
3600	60,0	8,2	11,8	1,8	11,8
4500	75,0	6,5	13,5	1	13,5
5400	90,0	5,1	14,9	1,4	14,9
5478	91,3	5	15	1,5	16,4

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-02.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Diagrama entorno PVI-02





Tabla 7. Antecedentes punto PVI-03

Punto de estudio	PVI-03
Coordenada Este	262.781
Coordenadas Sur	6.235.841
Profundidad (cm)	30
Altura de agua (cm)	20
Diámetro (cm)	27
Radio (cm)	13,5
Conductividad hidráulica (cm/hr)	2,9

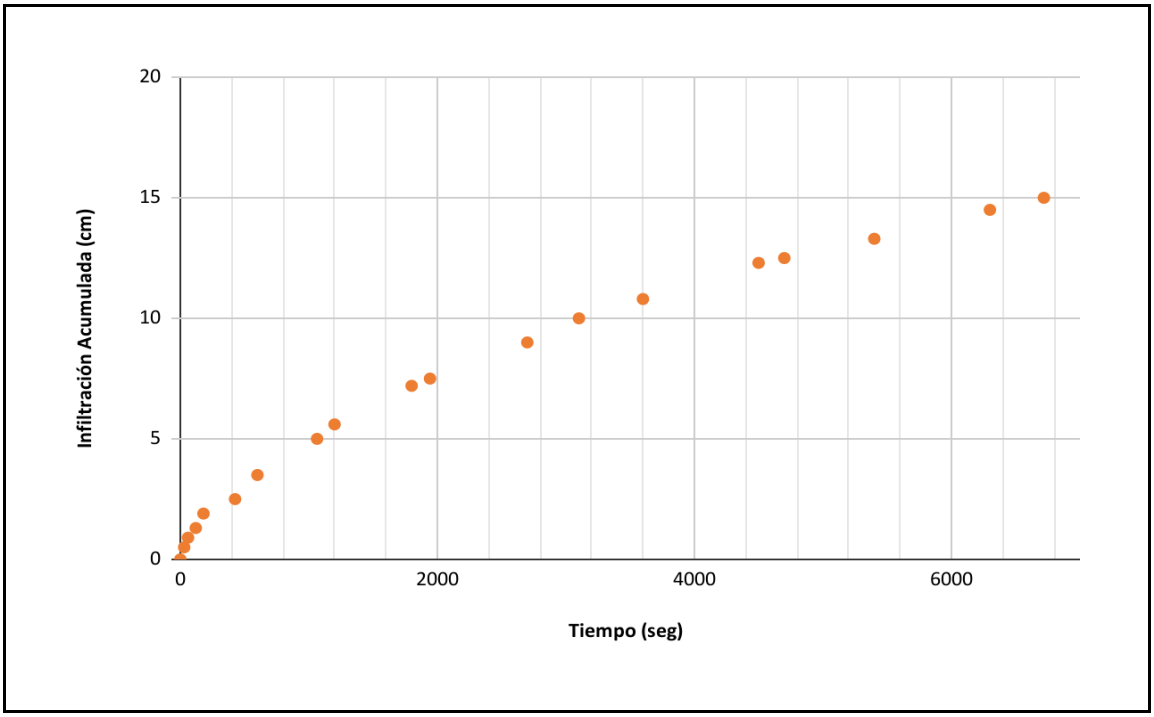
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Datos de infiltración PVI-03

Tiempo		Altura (cm)	Altura (cm)	Infiltración (cm)	Infiltración Acumulada (cm)
Seg	Min				
0	0	20	0	0	0
30	0,5	19,5	0,5	0,5	0,5
60	1,0	19,1	0,9	0,4	0,9
120	2,0	18,7	1,3	0,4	1,3
180	3,0	18,1	1,9	0,6	1,9
600	10,0	16,5	3,5	1	3,5
1200	20,0	14,4	5,6	0,6	5,6
1800	30,0	12,8	7,2	1,6	7,2
2700	45,0	11	9	1,5	9
3600	60,0	9,2	10,8	0,8	10,8
4500	75,0	7,7	12,3	1,5	12,3
5400	90,0	6,7	13,3	0,8	13,3
6300	105,0	5,5	14,5	1,2	14,5
6720	112,0	5	15	0,5	15

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-03



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama PVI-03



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 9. Antecedentes punto PVI-04

Punto de estudio	PVI-04
Coordenada Este	266.697
Coordenadas Sur	6.234.665
Profundidad (cm)	32
Altura de agua (cm)	20
Diámetro (cm)	32
Radio (cm)	16
Conductividad hidráulica (cm/hr)	4,9

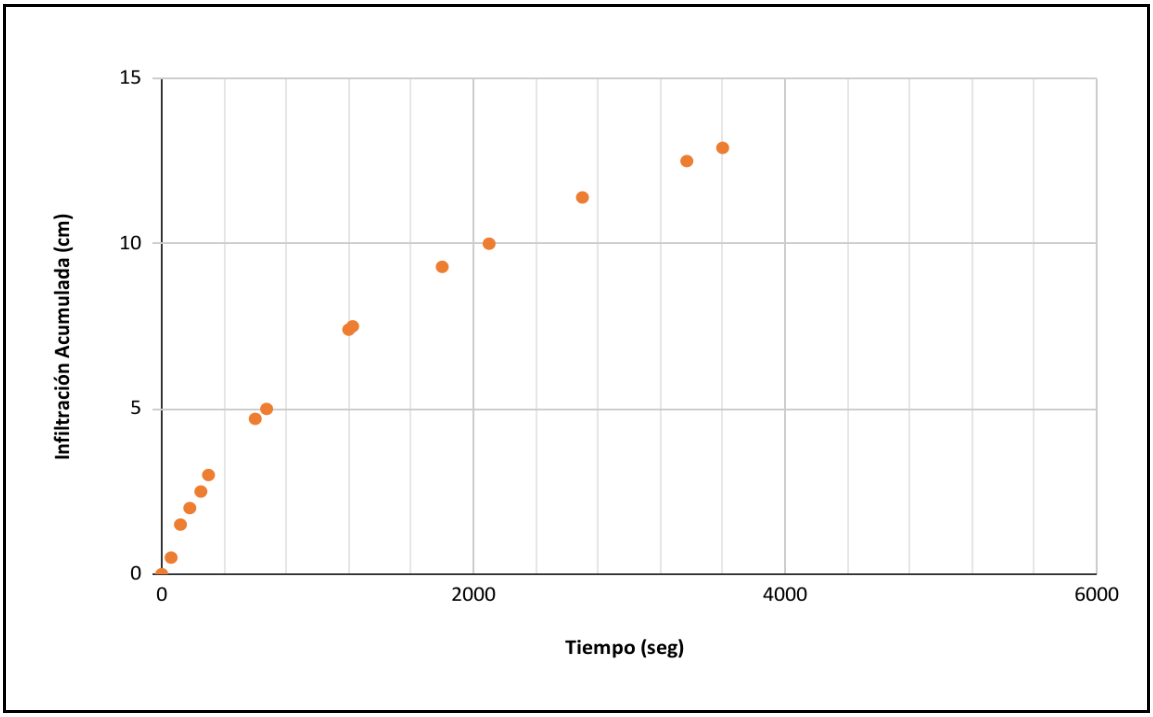
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Datos de infiltración PVI-04

Tiempo		Altura (cm)	Altura (cm)	Infiltración (cm)	Infiltración Acumulada (cm)
Seg	Min				
0	0	20	0	0	0
60	1	19,5	0,5	0,5	0,5
120	2,0	18,5	1,5	1	1,5
180	3,0	18	2	0,5	2
300	5,0	17	3	0,5	3
600	10,0	15,3	4,7	1,7	4,7
1200	20,0	12,6	7,4	2,4	7,4
1800	30,0	10,7	9,3	1,8	9,3
2700	45,0	8,6	11,4	1,4	11,4
3600	60,0	7,1	12,9	0,4	12,9

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-04.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Diagrama PVI-04





Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 11. Antecedentes punto PVI-05

Punto de estudio	PVI-05
Coordenada Este	266.522
Coordenadas Sur	6.234.135
Profundidad (cm)	32
Altura de agua (cm)	20
Diámetro (cm)	30
Radio (cm)	15
Conductividad hidráulica (cm/hr)	2,1

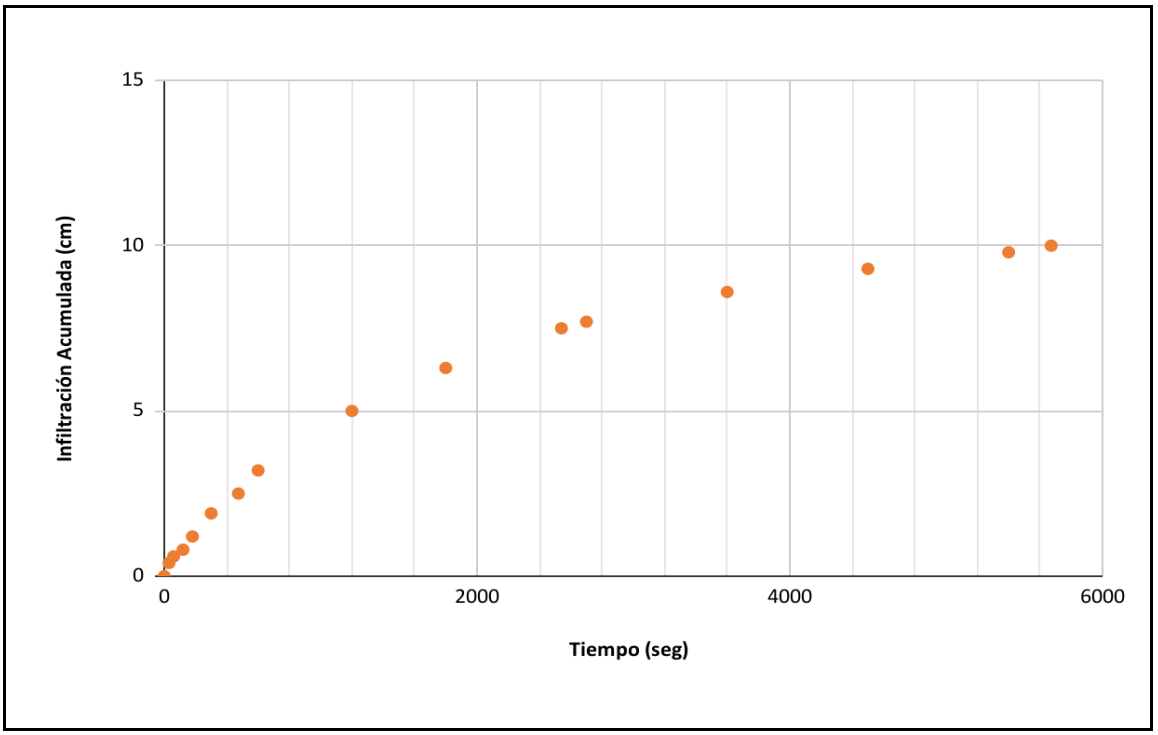
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Datos de infiltración PVI-05

Tiempo		Altura (cm)	Altura (cm)	Infiltración (cm)	Infiltración Acumulada (cm)
Seg	Min				
0	0	20	0	0	0
30	0,5	19,6	0,4	0,4	0,4
60	1,0	19,4	0,6	0,2	0,6
120	2,0	19,2	0,8	0,2	0,8
180	3,0	18,8	1,2	0,4	1,2
300	5,0	18,1	1,9	0,7	1,9
600	10,0	16,8	3,2	0,7	3,2
1200	20,0	15	5	1,8	5
1800	30,0	13,7	6,3	1,3	6,3
2700	45,0	12,3	7,7	0,2	7,7
3600	60,0	11,4	8,6	0,9	8,6
4500	75,0	10,7	9,3	0,7	9,3
5400	90,0	10,2	9,8	0,5	9,8
5672	94,5	10	10	0,2	10

Fuente: Elaboración propia.

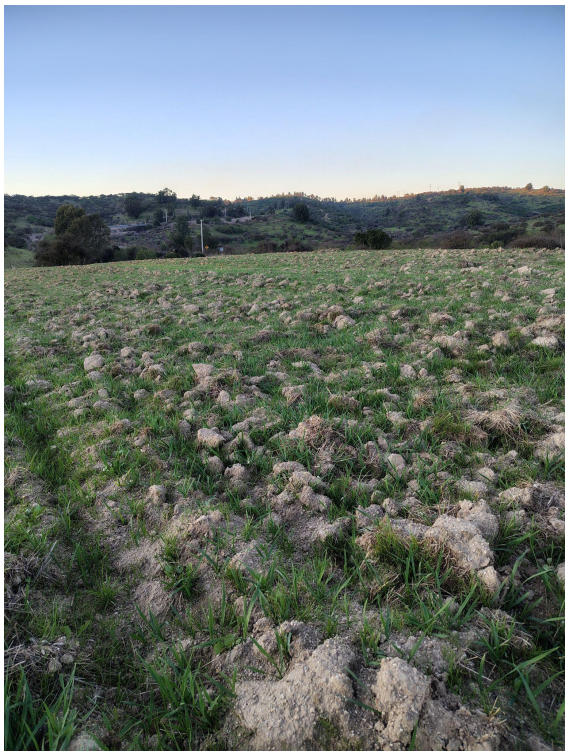
Figura 13. Infiltración acumulada en el tiempo PVI-05.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Diagrama PVI-05





Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

5.3. Clasificación de Permeabilidad

Considerando lo anterior, se resumen los resultados obtenidos de conductividad hidráulica (Ks), lo cual equivale a la permeabilidad del suelo (cm/hr) y se clasifica de acuerdo a las clases de drenaje para cada ensayo conforme a los criterios establecidos por el SAG (2011, rectificada en 2016). De acuerdo con estos parámetros, todos los puntos de muestreo fueron clasificados con drenaje moderado.

Tabla 13. Clases de drenaje

Ensayo	Permeabilidad real (cm/hr)	Permeabilidad referencial (cm/hr)	Clases de drenaje	Símbolo
PVI-1	3,7	1,5 a 5	Drenaje moderado	W4
PVI-2	3,6	1,5 a 5	Drenaje moderado	W4
PVI-3	2,9	1,5 a 5	Drenaje moderado	W4
PVI-4	4,9	1,5 a 5	Drenaje moderado	W4
PVI-5	2,1	1,5 a 5	Drenaje moderado	W4

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Coeficiente de Absorción

De acuerdo a los resultados de infiltración del suelo y conductividad hidráulica estimada, se interpolan los datos en la curva del coeficiente de absorción para pozos absorbentes y drenes, en función del tiempo, con el propósito de obtener los coeficientes correspondientes para ambos sistemas.

A continuación, en la Tabla 21 se presentan los valores obtenidos para el coeficiente de absorción en cada punto de muestreo. En las figuras siguientes se muestra el comportamiento de absorción del agua en el perfil del suelo de cada punto de muestreo hasta alcanzar una altura de 2,5 cm, de acuerdo a la condición de pozo absorbente o dren.

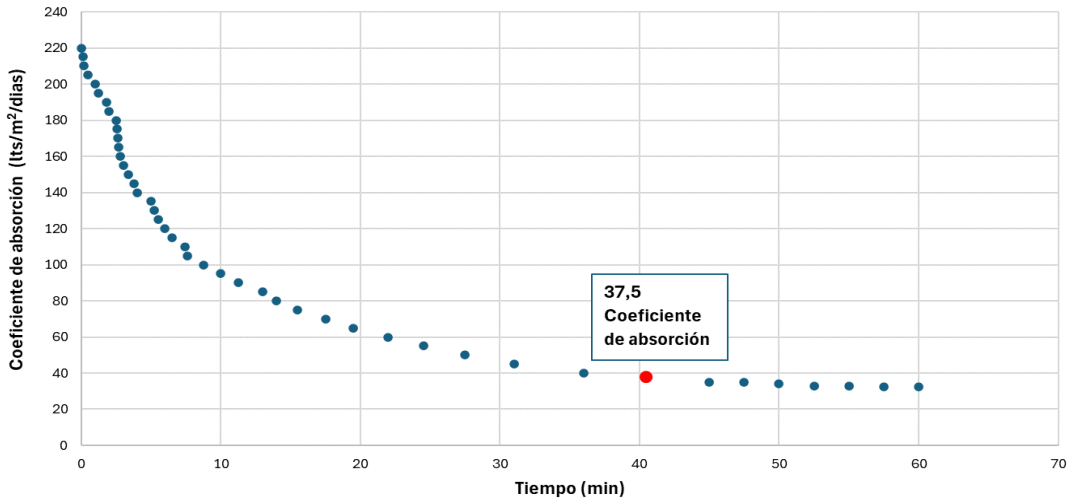
Tabla 14. Coeficiente de absorción

Ensayo	Tiempo en descender 2,5 cm	Coeficiente de absorción (lts/m²/día) Pozo Absorbente	Coeficiente de absorción (lts/m²/día) Dren
PVI-1	40,5	37,5	26,8
PVI-2	42,1	36,6	26,2
PVI-3	51,4	33,4	25,0
PVI-4	30,8	45,3	31,5
PVI-5	71,8	32,5	25,0

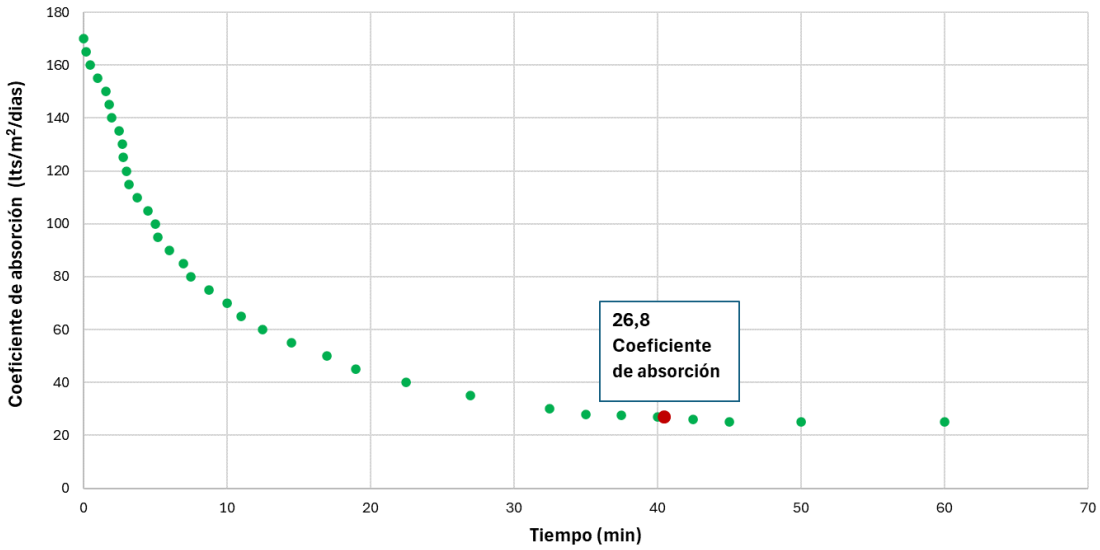
Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Coeficiente de absorción PVI-01

Pozo absorbente



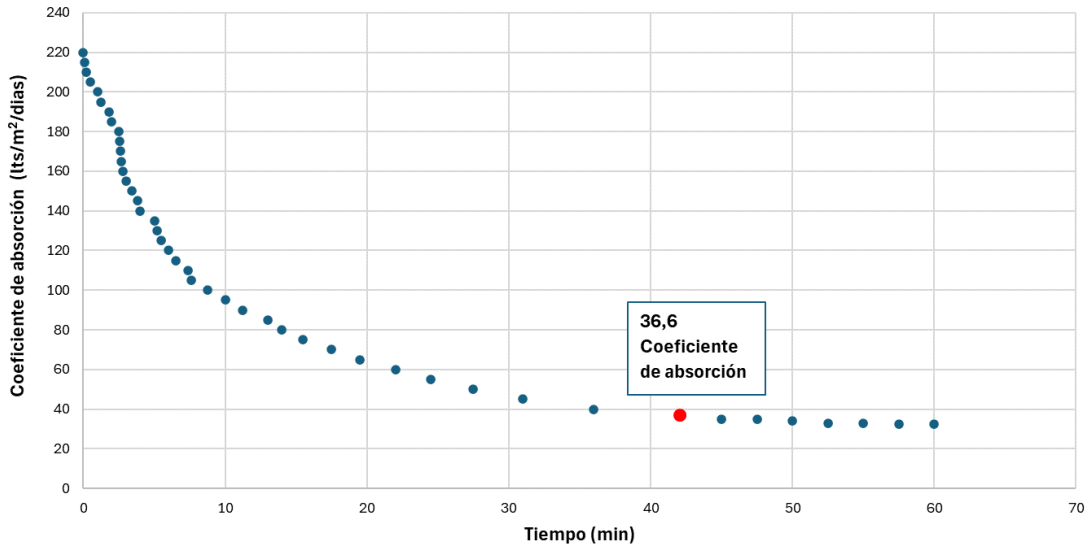
Dren



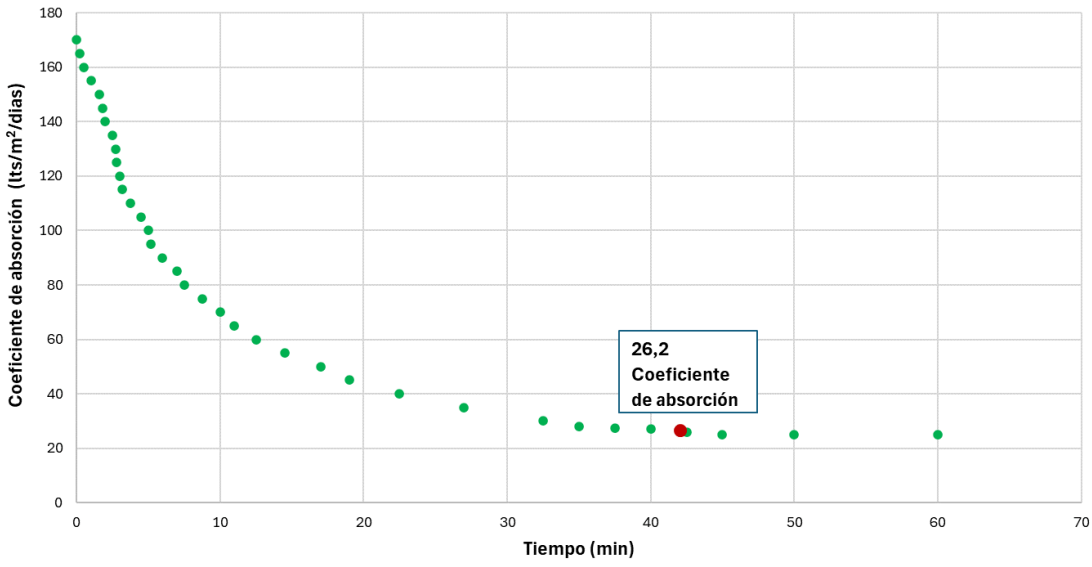
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Coeficiente de absorción PVI-02

Pozo absorbente



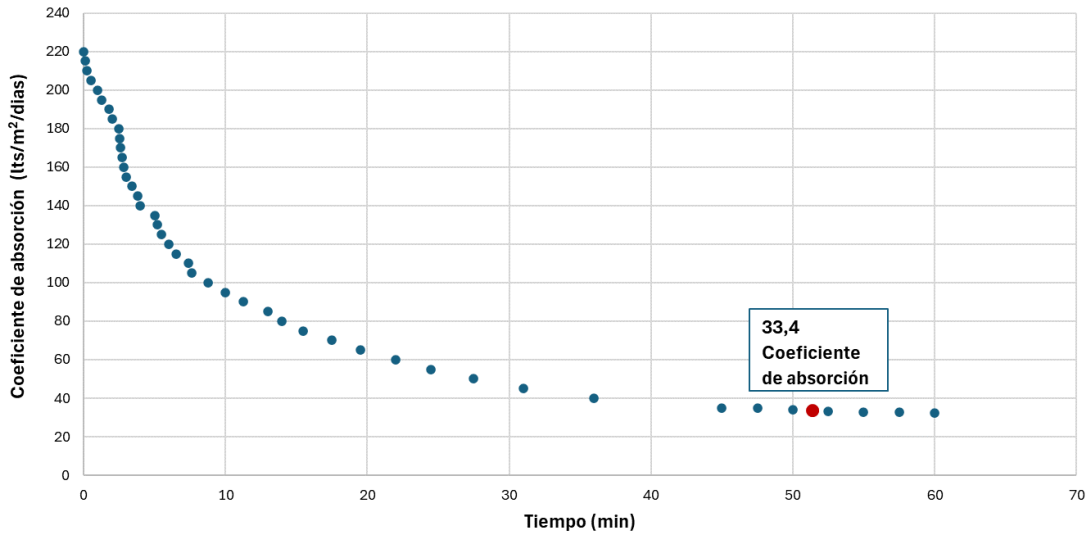
Dren



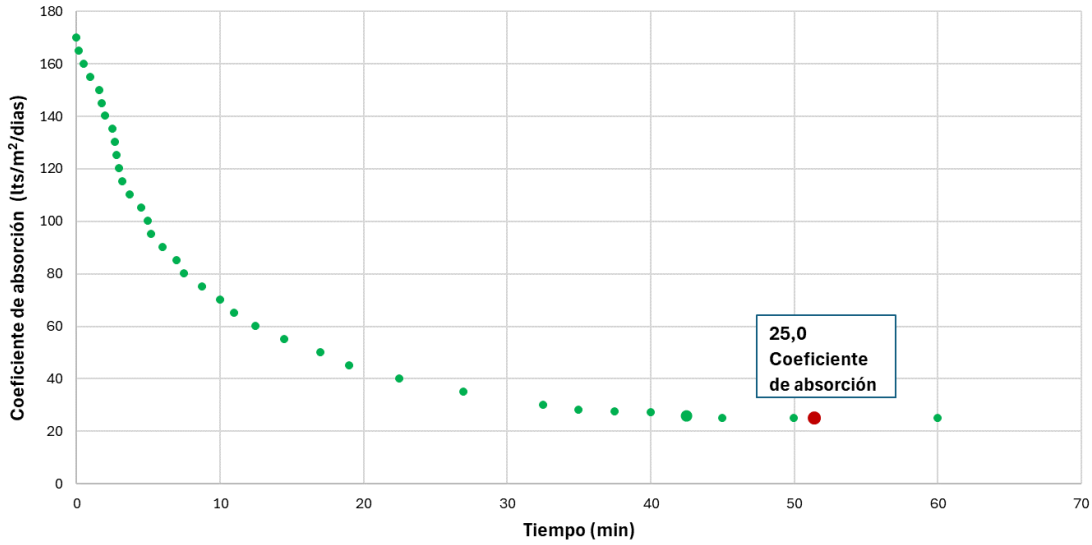
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Coeficiente de absorción PVI-03

Pozo absorbente



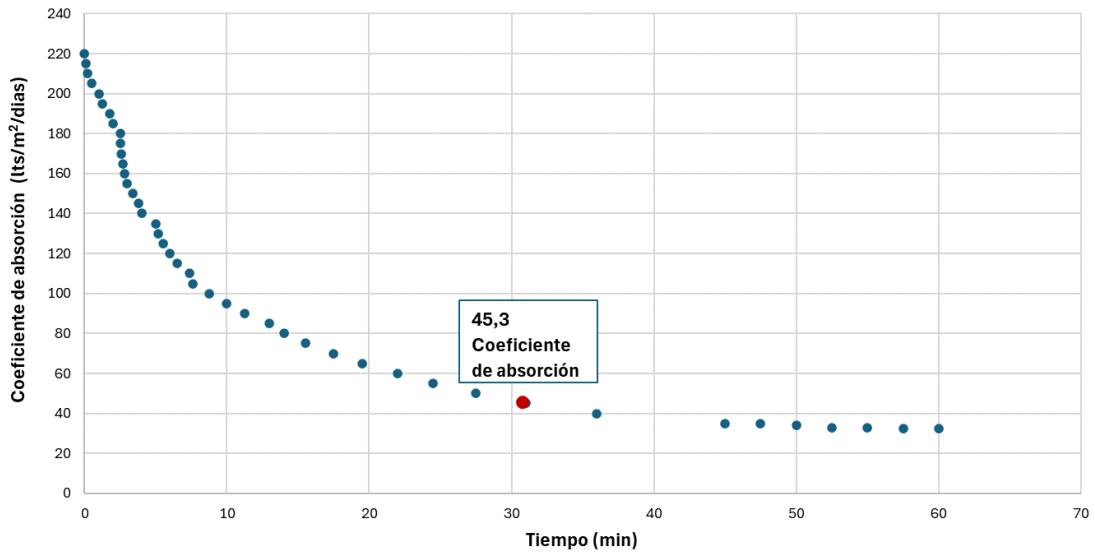
Dren



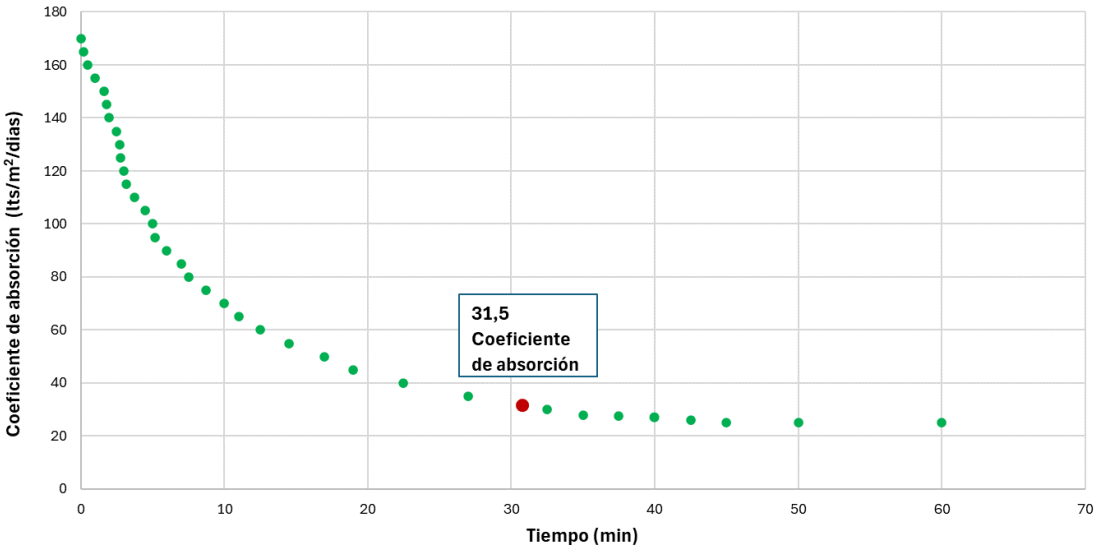
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Coeficiente de absorción PVI-04

Pozo absorbente



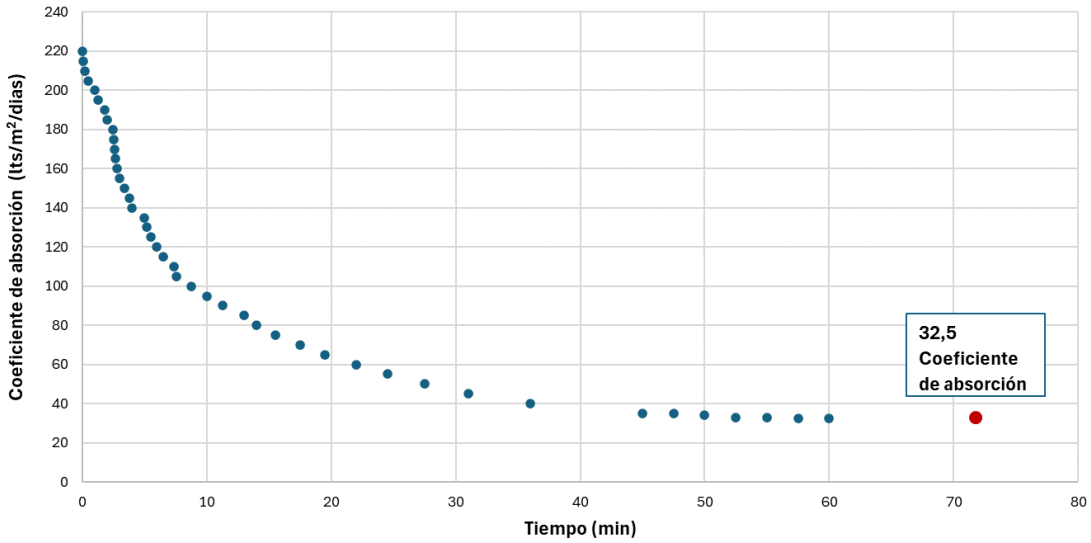
Dren



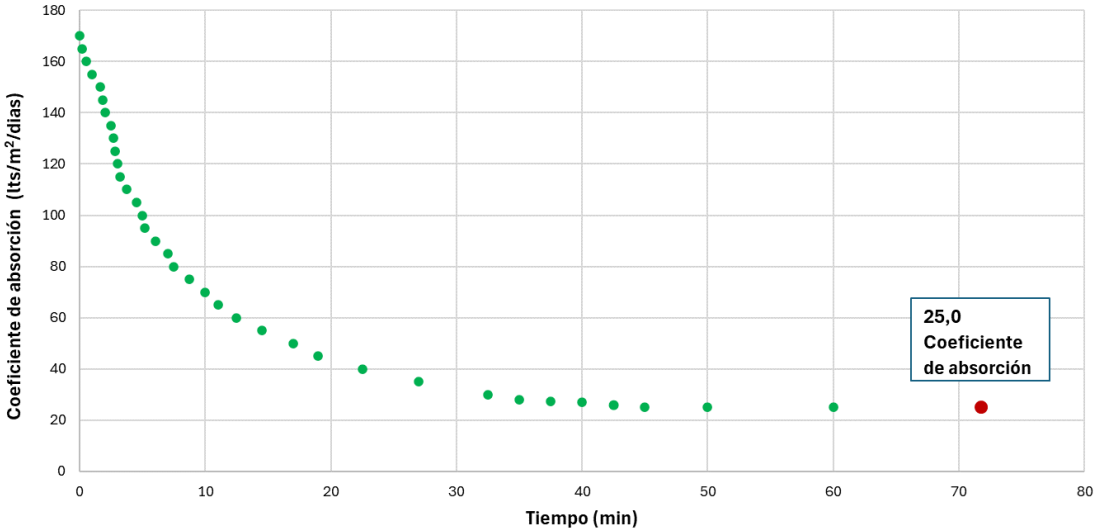
Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Coeficiente de absorción PVI-05

Pozo absorbente



Dren



Fuente: Elaboración propia.

5.5. Interpretación

Los resultados obtenidos mediante el método de Porchet indican que los suelos evaluados presentan, de manera consistente, una condición de drenaje moderado, con valores de permeabilidad que oscilan entre 2,1 y 4,9 cm/hr. Estos valores reflejan la presencia de suelos con una porosidad bien desarrollada, donde las variaciones en la velocidad de infiltración responden principalmente a los cambios de textura a lo largo del perfil. Si bien en superficie predominan texturas moderadamente gruesas (franco arenosa), en profundidad se observan transiciones hacia texturas moderadamente finas (franco arcillo arenosa) y finas (arcillosa). Este cambio hacia los horizontes inferiores influye en el movimiento del agua dentro del perfil, es decir, el agua ingresa con rapidez en los horizontes superficiales, pero al alcanzar capas más finas, la infiltración disminuye de manera gradual, lo que finalmente se traduce en la clasificación de drenaje moderado.

Ahora bien, a partir de la conductividad hidráulica saturada se estimaron los coeficientes de absorción para los cinco puntos de muestreo mencionados anteriormente, estos muestran valores que oscilan entre 32,5 y 45,3 L/m²/día para el caso de pozo absorbente. Esta variabilidad es coherente con las diferencias observadas en la permeabilidad real obtenida en los ensayos de infiltración, así como con características locales del suelo tales como la estructura, textura y porosidad. En el caso del coeficiente de absorción para sistemas de drenes, los valores obtenidos fluctúan entre 25,0 y 31,5 L/m²/día. Tal como se espera para este tipo de infraestructura, los coeficientes son menores respecto a los de pozo absorbente, debido a que los drenes presentan menor superficie lateral expuesta y columnas de agua reducidas, factores que limitan la tasa efectiva de infiltración por unidad de área.

6. CONCLUSIONES

En el marco del proyecto se puede concluir que los suelos evaluados presentan una condición de drenaje moderado, demostrada por valores de permeabilidad que oscilan entre 2,1 y 4,9 cm/hr. Esta condición se explica por la presencia de texturas moderadamente gruesas en los horizontes superficiales, que permiten una infiltración inicial rápida y que al encuentro con capas de textura más fina en profundidad, disminuyen gradualmente su velocidad de infiltración.

A partir de la conductividad hidráulica saturada, los coeficientes de absorción estimados para pozos absorbentes se ubican entre 32,5 y 45,3 L/m²/día, los cuales son valores coherentes con la variabilidad observada en la permeabilidad y características físicas del suelo, como la textura y porosidad. En el caso de los drenes, los coeficientes obtenidos fluctúan entre 25,0 y 31,5 L/m²/día, siendo menores que los de pozo absorbente debido a su menor superficie de intercambio y a la altura reducida de la columna de agua que interviene en el proceso.

En conjunto, los resultados indican que la capacidad de infiltración del suelo es moderada. Esto significa que el agua se desplaza a través del perfil de manera relativamente lenta debido a la presencia de estratas menos permeables en profundidad. Sin embargo, el suelo logra retener suficiente humedad para permitir el desarrollo de especies vegetales sin llegar a saturar la matriz edáfica.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Consorcio TRACASA-NIPSA. 2014. Levantamiento de cartografía temática a escala 1:25000, lotes 1 y 2 Velocidad de Infiltración Metodología. Disponible en_ http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Velocidad_infiltracion_10052016.pdf
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2015. Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables. Disponible en: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_recursos_naturales.pdf.
- SAG. 2011. Pauta para Estudio de Suelos (rectificada el año 2016). 26 p.
- SALGADO, L. 1999. Manual de Estándares Técnicos y Económicos para Obras de Drenaje. Comisión Nacional de Riego y Universidad de Concepción. 415 p.
- LANDON, J.R. 1984. Tropical Soil Manual. Book Agriculture. International Limited. Londres. 480 p.
- SAMAYOA, J. 2016. Recarga de acuíferos mediante infiltración provocada a través de infraestructuras de la red de alcantarillado de la ciudad de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 131p.