



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SUBDRÉN PARA LA EVACUACIÓN DE LAS  
AGUAS DEL SUBSUELO EN LA AVENIDA CHICLAYO EN  
EL TRAMO 0+000 KM AL 1+000 KM, UBICADO EN EL  
DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA  
CHICLAYO- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**PRESENTADA POR**

**PERCY SEGUNDO JHUNIOR ASENJO CABRERA  
VICTOR MANUEL IGNACIO DAVILA VARGAS**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2020**



**CC BY-NC**

**Reconocimiento – No comercial**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE UN SUBDRÉN PARA LA EVACUACIÓN DE LAS  
AGUAS DEL SUBSUELO EN LA AVENIDA CHICLAYO EN EL  
TRAMO 0+000 KM AL 1+000 KM, UBICADO EN EL DISTRITO  
JOSÉ LEONARDO ORTIZ – PROVINCIA CHICLAYO-  
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**ASENJO CABRERA, PERCY SEGUNDO JHUNIOR  
DAVILA VARGAS, VICTOR MANUEL IGNACIO**

**LIMA, PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente investigación a Dios, por darnos vida y salud.

A mis padres y hermanos por ser los pilares fundamentales, por su incondicional apoyo a través del tiempo.

**Asenjo Cabrera Percy Segundo Jhuniór.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por ayudarme a cumplir mis metas.

A mis padres y hermanos, por su apoyo motivacional para seguir adelante.

**Davila Vargas Victor Manuel Ignacio**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres, por su apoyo incondicional para llegar ser un gran profesional.

A mis hermanos, tanto al mayor que es mi guía y mi gran consejero y al menor por apoyarme en todo y estar siempre juntos cuidándonos.

**Asenjo Cabrera Percy Segundo Jhunion.**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme guiado en ser un gran hombre del bien.

A mis padres, por su gran apoyo que me permitió realizar la presente investigación.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

**Davila Vargas Victor Manuel Ignacio**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
1.1 Situación problemática	15
1.2 Definición del problema	16
1.3 Formulación del problema	18
1.4 Objetivos	19
1.5 Importancia	20
1.6 Alcances y limitaciones	20
1.7 Viabilidad de la investigación	21
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1 Antecedentes de la investigación	22
2.2 Bases teóricas	25
2.3 Definición de términos básicos	55
2.4 Formulación de hipótesis	57
2.5 Variables	57
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>58</b>
3.1 Variables y definición operacional	58
3.2 Diseño muestral	59
3.3 Técnicas de recolección de datos	60
3.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	60
3.5 Aspectos éticos	61
3.6 Procesamiento	61

<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO</b>	<b>62</b>
4.1 Estudios preliminares	62
4.2 Caudal de diseño	64
4.3 Sección transversal	66
4.4 Malla geotextil	69
4.5 Diámetro del tubo	72
4.6 Comprobación matemática del descenso del nivel freático	74
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	<b>77</b>
5.1 Estudios preliminares	77
5.2 Caudal de diseño	78
5.3 Sección transversal del subdrén	78
5.4 Tipo de malla geotextil	78
5.5 Diámetro del tubo	79
5.6 Diseño del subdrén	79
<b>CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN</b>	<b>81</b>
6.1 Contrastación de hipótesis	81
6.2 Contrastación con antecedente investigado	88
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>91</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Requerimientos de supervivencia	44
Tabla 2. Requerimiento de los geotextiles	44
Tabla 3. Permitividad requerida para geotextiles en subdrenajes	47
Tabla 4. Factores de seguridad de geotextiles	47
Tabla 5. Diseño del Material Granular	68
Tabla 6. Propiedades del Geotextil Ecológico	71
Tabla 7. Valores de $h_1/h_0$ con la distancia $x/s$	75
Tabla 8. Datos procesados de la interpolación	75
Tabla 9. Datos de las calicatas	77
Tabla 10. Propiedades del Geotextil Ecológico	78
Tabla 11. Contrastación de hipótesis específica 1	82
Tabla 12. Contrastación de hipótesis específica 2	83
Tabla 13. Contrastación de hipótesis específica 3	84
Tabla 14. Contrastación de hipótesis específica 4	85
Tabla 15. Contrastación de hipótesis específica 5	86
Tabla 16. Contrastación de hipótesis general	87
Tabla 17. Contrastación con antecedente investigado	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Estado actual de la vía canal	16
Figura 2. Presupuesto de inversión modificado de las obras de carreteras departamentales de Lambayeque	17
Figura 3. Diagrama de causa y efecto	18
Figura 4. Sección típica de un subdrén	26
Figura 5. Sección de una cuneta de banquetta	27
Figura 6. Sistema de drenaje tipo francés	27
Figura 7. Sección típica de un subdrén	29
Figura 8. Subdrén de zanja	30
Figura 9. Proceso constructivo de las pantallas de columnas para los suelos mezclados con cemento	31
Figura 10. Proceso constructivo de las pantallas de columnas para los suelos mezclados con cemento	32
Figura 11. Subdrén de penetración en talud	33
Figura 12. Componentes de un drenaje vertical	34
Figura 13. Galerías de drenaje en un proyecto de México	34
Figura 14. Subdrén en estructuras de contención	35
Figura 15. Sección típica de una tubería perforada	37
Figura 16. Membrana de geotextil no tejido punzonado por agujas	39
Figura 17. Membrana de geotextil no tejido termosoldado	39
Figura 18. Membrana de geotextil ligado por resina	40
Figura 19. Principales filamentos producidos	41
Figura 20. Colmatación del filtro por penetración de partículas	43
Figura 21. Pendiente vs velocidad de flujo	45
Figura 22. Diagrama de granulometría para material de filtro	49
Figura 23. Coeficiente de permeabilidad de distintos tipos de suelos	50

Figura 24. Terminología utilizada para la resolución matemática del flujo de aguas para los subdrenos	51
Figura 25. Curvas de abatimiento de Stanic cuando la base impermeable está a una profundidad de $n= 4\frac{1}{2}$ "	53
Figura 26. Curvas de abatimiento de Stanic cuando la base impermeable justamente debajo del subdrén	54
Figura 27. Curvas de abatimiento de Stanic cuando la base impermeable justamente debajo del subdrén	54
Figura 28. Curvas de abatimiento de Bromhead	55
Figura 29. Diseño metodológico	59
Figura 30. Localización de la Av. Chiclayo	59
Figura 31. Ubicación inicial y final de la muestra del tramo de estudio	60
Figura 32. Procedimiento del trabajo de investigación	61
Figura 33. Personal técnico y equipos	62
Figura 34. Ubicación de las calicatas en planta	63
Figura 35. Selección de sección para la tubería	73
Figura 36. Resultado de Hcanales luego de procesar los datos	74
Figura 37. Sección del subdrén	78
Figura 38. Sección transversal de la vía canal de la Avenida Chiclayo – Diseño del subdrén	79

## RESUMEN

Actualmente, la infraestructura vial urbana de la vía canal en la Avenida Chiclayo se encuentra, en su totalidad, deteriorada por la presencia del alto nivel freático; que afectan la estructura y como consecuencia perjudican el servicio para el que se había proyectado. La presente investigación propone un diseño de subdrén que permita la evacuación de las aguas del subsuelo con el fin de evitar los asentamientos de la subrasante de la vía canal de la avenida Chiclayo. El objetivo incluye la realización de estudios preliminares como topográficos y estudios de mecánica de suelos; determinar del caudal de diseño o abatimiento, de la sección transversal, de la malla geotextil y el diámetro del tubo, para después ser ordenados y procesados con las hojas de cálculo, siguiendo el diseño que establece el MTC y el diseño mediante el software de AutoCAD. Se concluyó en que el diseño del subdrén debe ser con una malla geotextil GE-20; con un caudal de diseño de 19.58 L/s. Para ello, se utilizaron dos tuberías perforadas de PVC de 200mm, un agregado grueso de tamaño máximo de 50mm; y una pendiente del subdrén de 0.5%. Con estos parámetros se cumplió el diseño del subdrén, a fin de evacuar las aguas del subsuelo permitiendo así que el nivel de abatimiento de la napa freática esté por debajo de la subrasante.

*Palabras Claves:* Subdrén, Evacuación de aguas, Caudal de abatimiento, Subdrén de zanja, Geotextil GE-20.

## **ABSTRACT**

Currently, the urban road infrastructure of the road canal on Chiclayo Avenue is, in its entirety, deteriorated due to the presence of the high water table; that affect the structure and consequently harm the service for which it was designed. The present research proposes a subdrain design that allows the evacuation of the subsoil waters in order to avoid the settlements of the subgrade of the Chiclayo avenue road canal. The objective includes carrying out preliminary studies such as topographic and soil mechanics studies; determine the design or abatement flow, the cross section, the geotextile mesh and the tube diameter, to later be organized and processed with the spreadsheets, following the design established by the MTC and the design using AutoCAD software. It concluded that the design of the subdrain should be with a GE-20 geotextile mesh, with a design flow of 19.58 L/s. For this, two 200mm PVC perforated pipes were used, a thick aggregate with a maximum size of 50mm, and a slope of 0.5%. With these parameters, the subdrain design concluded, in order to evacuate the subsoil waters, thus allowing the level of abatement of the water table to be below subgrade.

Key words: Subdrain, Dewatering, Abatement flow, Trench subdrain, Geotextile GE-20.

## INTRODUCCIÓN

El empleo de los subdrén para el mejoramiento del terreno viene a ser de vital importancia cuando el nivel freático supera el nivel de la subrasante puesto que genera asentamientos, erosión interna de finos, sifonamiento, arrastre, tubificación y expulsión de los finos según el MTC (2018) a causa de estos inconvenientes la vida útil del pavimento se ve reducida.

Un claro ejemplo de estos problemas es la vía canal de la Avenida Chiclayo que actualmente el pavimento rígido ha perdido gran parte de su serviciabilidad, que según Salazar, Dávila y Huangal (2017) se deba probablemente a asentamientos a nivel de subrasante producto del alto nivel de la napa freática, que según los estudios de mecánica de suelos realizado por los investigadores, llega hasta a pocos centímetros del pavimento rígido.

Para evitar estos problemas o reducirlos se utilizan los subdrenes para evacuar solo las aguas subterráneas impidiendo que el material fino se evacue en el proceso, de esta manera se asegura que el pavimento pueda cumplir con la vida útil a la cual fue diseñada.

Aplicando un sistema de subdrén es para la evacuación de las aguas subterráneas de la vía canal de la Avenida Chiclayo se logrará mitigar el impacto de estas aguas al igual que en otras investigaciones, como la de Vite (2019) que mejora el terreno de fundación al construir subdrenes a los costados de la calzada para reducir el nivel de la napa freática.

Para realizar esta investigación se tuvieron que realizar los estudios básicos como la topografía para obtener la pendiente del subdrén, los estudios

de mecánica de suelos para obtener la curva granulométrica, los límites de Atterberg, la permeabilidad del estrado adyacente al subdrén, el nivel de la napa freática y la clasificación SUCS Y AASHTO.

Esta investigación es importante puesto que el actual problema afecta a más de 170 mil usuarios directos según Salazar, Dávila y Huangal (2017)

La presente investigación se estructura en seis (6) capítulos. El primero trata sobre el planteamiento del problema, describe la situación problemática, la viabilidad de la investigación, los problemas y los objetivos de la investigación. En el segundo, se presenta el marco teórico, bases teóricas, antecedente de la investigación y un glosario. En el tercero, la metodología, población y muestra de estudio. En el cuarto se presenta el desarrollo de la investigación, recolección de datos y procesamiento. En el quinto, los resultados, los parámetros. En el capítulo sexto, discusión, verificaciones de las hipótesis planteadas.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Situación problemática**

En la actualidad, el departamento de Lambayeque tiene severos problemas con el estado de su infraestructura vial urbana. Las vías con pavimentos flexibles se encuentran con depresiones, parches, baches y demás; las vías con pavimento rígido presentan fisuras, baches, escalonamiento de juntas, parches, grietas transversales y longitudinales, un ejemplo de ello es la Vía Canal de la Avenida Chiclayo.

La Vía Canal de la Avenida Chiclayo, un proyecto de pavimentación rígida con un monto de inversión total de S/ 53´666,141.00 según el MEF, que inició su construcción en el 2011 con el objetivo de conectar las provincias de Chiclayo, Ferreñafe y Lambayeque, beneficia a más de 170 mil usuarios directos, así como también evacúa las aguas pluviales en caso de una eventualidad del fenómeno de El Niño o lluvias normales.

Actualmente, la avenida Chiclayo se encuentra en muy mal estado, como se muestra en la Figura 1, el pavimento rígido en varias zonas a lo largo del recorrido ha colapsado y está lleno de basura, las fallas en el pavimento son numerosas y alcanzan a ser 1,289, según Salazar, Dávila y Huangal (2017) a lo largo de los 6.3 Km que se han construido y en respuesta a esta controversia se realiza esta investigación, puesto que en su mayoría estos fallos son producto de asentamientos diferenciales en la base granular.



Figura 1. Estado actual de la vía canal.

Elaboración: los autores.

Antiguamente, la Avenida Chiclayo fue una zona de sembríos de arroz y se sabe que era un drenaje natural de las aguas de lluvia y por consiguiente el nivel freático en esta zona es alta, el diseño del Vía Canal de la Avenida Chiclayo no contemplaba un subdrén que permitiera la evacuación de las aguas del subsuelo evitando así que se produzcan efectos que calen el terreno donde se asienta el pavimento.

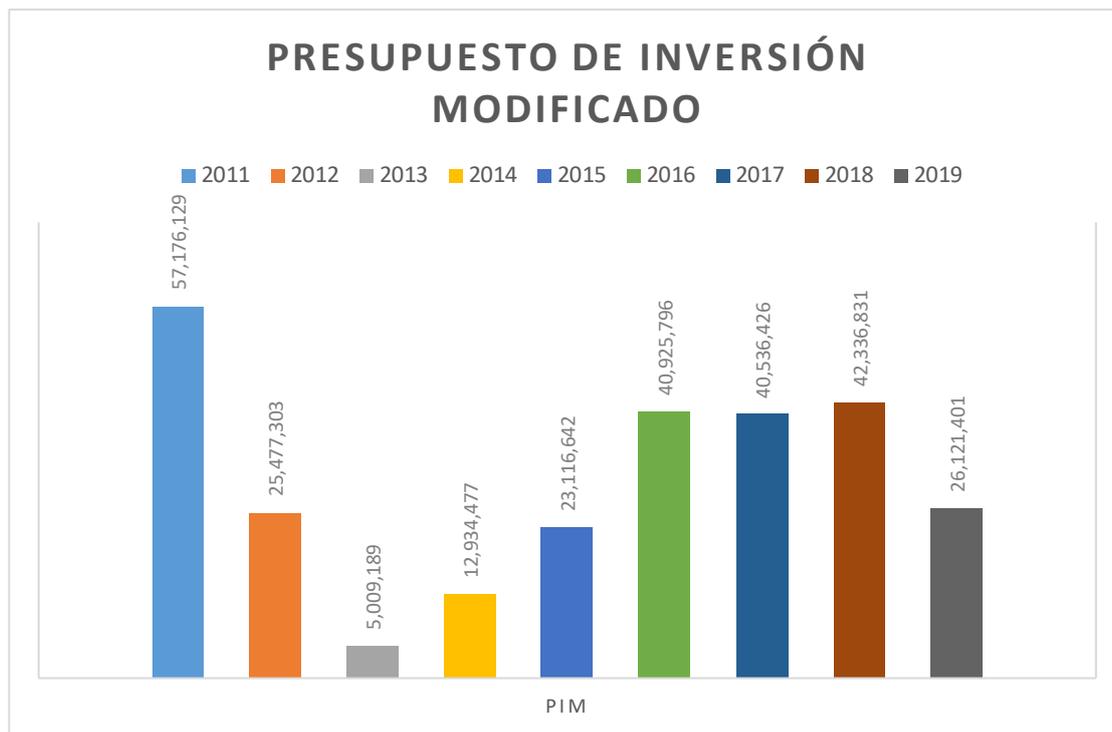


Figura 2. Presupuesto de inversión modificado de las obras de carretera departamentales de Lambayeque.

Fuente: Tomada del Ministerio de Economía.

Debido a lo antes expuesto se realiza esta investigación con el propósito de diseñar un sistema de subdrén es con el método francés con el fin de evacuar las aguas del subsuelo y evitar los asentamientos de la subrasante en la Avenida Chiclayo.

## 1.2 Definición del problema

La investigación resuelve el problema de la saturación por las aguas no evacuadas que dañan la subrasante y por consiguiente el pavimento rígido de la vía canal de la Avenida Chiclayo sufre daños estructurales; Donde la propuesta es implementar un diseño de un subdrén.

### 1.2.1 Diagrama de causa y efecto

En la presente investigación, se realizó una encuesta a 9 ingenieros de la misma zona de la investigación y que conocen muy bien el estado actual de la vía canal, quienes identificaron las causas que originan la situación problemática. Se puede apreciar en la figura 3.

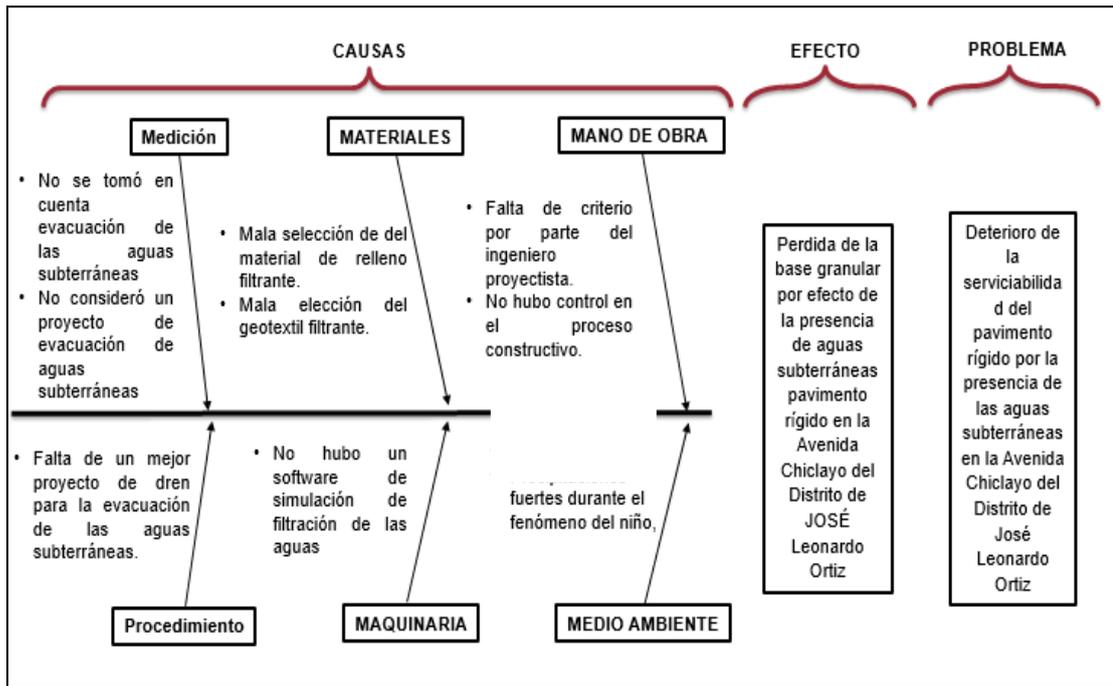


Figura 3. Diagrama de causa y efecto (DIAGRAMA DE ISHIKAWA).

Elaboración: los autores.

### 1.3 Formulación del problema

#### 1.3.1 Problema principal:

¿En qué medida el diseño de un subdrén permitirá la evacuación de las aguas del subsuelo en la avenida Chiclayo en el tramo 0+000 km al 1+000 km ubicado en el distrito José Leonardo Ortiz – Provincia Chiclayo- Departamento De Lambayeque?

#### 1.3.2 Problemas específicos:

- ¿Cómo influyen los estudios preliminares del diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Avenida Chiclayo?
- ¿De qué manera influye el caudal de diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo?
- ¿De qué manera influye la sección transversal de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo?

- d. ¿De qué manera influye la malla geotextil filtrante de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo?
- e. ¿De qué manera influye el diámetro del tubo de evacuación de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general:**

Diseñar un subdrén para permitir la evacuación de las aguas del subsuelo en la avenida Chiclayo en el tramo 0+000 km al 1+000 km ubicado en el distrito José Leonardo Ortiz – Provincia Chiclayo- Departamento De Lambayeque.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- a. Realizar los estudios preliminares del diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Avenida Chiclayo.
- b. Determinar el caudal de diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Vía Canal de la Avenida Chiclayo.
- c. Determinar los componentes de la sección transversal de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo
- d. Determinar el tipo de malla geotextil filtrante para un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo.
- e. Determinar el diámetro del tubo de evacuación perforado de un subdrén con el método francés para la evacuación de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo.

## **1.5 Importancia**

### **1.5.1 Importancia de la investigación**

La presente investigación se realizó como una propuesta para mitigar el deterioro constante de la carpeta de rodadura y resolver un problema social que está afectando actualmente de manera negativa a más de 170,405 personas según Salazar, Dávila y Huangal (2017), y al mismo tiempo proteger la inversión del estado, servirá a futuro para una propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial, donde los principales beneficiados serán los usuarios de la Avenida Chiclayo y mejorará la imagen del Distrito de José Leonardo Ortiz.

### **1.5.2 Impacto potencial de la investigación**

#### **1.5.2.1. Impacto teórico**

Aportará una solución viable para detener el constante deterioro del pavimento rígido en la avenida Chiclayo. Ya que en su momento no se tomó en consideración del subdrén en que este es un método estudiado por extranjeros. Según un experto que aprobó el proyecto inicial de la creación de la vía canal de la avenida Chiclayo, se proyectó un subdrén por el método francés sin considerar una tubería para la conducción de las aguas del subsuelo y por motivo de esto es que no logró el objetivo de evacuar las aguas.

#### **1.5.2.2. Impacto práctico**

Esta investigación fue entregada al Gobierno Regional de Lambayeque para un futuro proyecto en beneficio de los usuarios y del distrito de José Leonardo Ortiz, ya que su utilidad será un complemento para un expediente técnico para la rehabilitación de la avenida Chiclayo y así podrá resolver el problema de evacuación de aguas subterráneas en la subrasante del pavimento rígido.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

Unas de las limitaciones más grandes fue el permiso otorgado por Provías Descentralizado Zonal II – Lambayeque, puesto que no permitirían realizar los estudios preliminares.

No se tiene acceso a los laboratorios de la Universidad de San Martín de Porres debido a la pandemia COVID-19.

Debido a las limitaciones anteriormente mencionadas impactan sobre el tiempo para completar los estudios preliminares durante el desarrollo de la investigación.

El alcance de la investigación es explicativo puesto que se pretende desarrollar matemáticamente una solución eficiente sobre un problema.

## **1.7 Viabilidad de la investigación**

### **1.7.1 Viabilidad económica**

Esta investigación está financiada por los propios investigadores.

### **1.7.2. Viabilidad técnica.**

Algunos estudios y equipamientos serán proporcionados por laboratorios privados.

Se tiene apoyo de las autoridades para realizar los estudios básicos en la vía canal de la avenida Chiclayo, tales como topografía y mecánica de suelos.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

Vite (2019) en su tesis cuyo título se denomina “*Mejoramiento De Capacidad De Soporte Del Suelo De Fundación Por Incorporación De Sistema De Subdrén En El Km 8+500 Al Km 9+500 Con Problemas De Filtraciones En La Carretera Alto Chira – Sullana – Piura*” tiene como objetivo el mejorar la capacidad de soporte del suelo mediante un sistema de subdrenajes longitudinales y transversales, su población de estudio es la carretera Alto Chira, su población es el tramo del kilómetro 8+500 al kilómetro 9+500. Propone para su diseño usar geotextiles no tejidos punzonados por agujas, una tubería PVC corrugada ranurado de 6” de diámetro, con una pendiente del subdrén de 1%, el material filtrante es agregado grueso con un tamaño de 1/2” a 3/4” y dimensiones del subdrén son de 0.70m de ancho y 1.20m de altura. Se vale de la topografía para que a través de drenajes transversales permita la evacuación de las aguas hacia los canales de riego. Según los ensayos granulométricos el suelo varía entre grava pobremente graduada limosa y arena pobremente graduada limosa con un límite líquido que oscila entre 22.92 a 17.66, límite plástico entre 20.39 a 15.75 y los índices de plasticidad de 7.08 a 1.11. Concluye que el empleo de los subdrenajes mejoró el CBR en las calicatas en un buen porcentaje demostrando así que los subdrenajes garantizan la estabilidad y mejoran la capacidad de soporte del terreno de fundación.

Callan y Rondoy (2019) en su investigación *Diseño Del Geodren Como Sistema De Subdrenaje En El Camino Vecinal Buenos Aires (Emp Pi-1020) Km 0+000 Al Km 1+000, Catacaos – Piura – Piura, 2018*

La problemática de la investigación es que existe un exceso de aguas debajo de la carpeta asfáltica en el camino vecinal Buenos Aires lo que origina fallas estructurales tales como piel de cocodrilo debido a la compresibilidad del terreno de fundación y las sobrecargas producto del movimiento vehicular. La presente investigación tuvo como objetivo general diseñar el subdrenaje para abatir las aguas subterráneas del Camino Vecinal Buenos Aires. El nivel de la investigación es exploratoria, la población de la investigación es el Camino Vecinal Buenos Aires, la muestra es del tramo 0+000 Km al 1+000 Km de la EMP PI – 1020, los resultados más representativos son que se obtuvo un caudal de diseño de 0.005 m<sup>3</sup>/s, una dimensión de 0.60 m x 1.20 m, una tubería de 4" o 100 mm y el geotextil de diseño fue uno no tejido punzonado por agujas. Concluyen que el empleo de 1 subdrenaje con una tubería ranurada perforada de 4" y un material granular de ¾" permitirá la evacuación de las aguas en el valle del Bajo Piura.

Dávila, Huangal y Salazar (2017) En su investigación *Aplicación Del Método Del PCI En La Evaluación Superficial Del Pavimento Rígido De La Vía Canal De La Avenida Chiclayo Distrito José Leonardo Ortiz Provincia De Chiclayo Periodo 2016* su objetivo de investigación es diagnosticar el estado actual del pavimento rígido de la Vía Canal de la Avenida Chiclayo, tanto su población como su muestra de estudios fueron los 6.3 Km de la Vía Canal. Concluyen que en los tres primeros kilómetros se encuentra el 47 % de todos los tipos de fallas encontradas en el pavimento, también concluyen que la posible causa de estas fallas, serían en su mayoría, por los asentamiento a nivel de la subrasante. En resumen, el pavimento rígido de la vía canal de la Avenida Chiclayo se encuentra en un 83% en mal estado y requiere una rehabilitación mayor y por ello no requiere actividades de mantenimiento correctivo.

Córdova (2016) En su investigación *“Protección De Un Muro De Contención Mediante Un Sistema De Drenaje Con Geocompuestos En El Hospital El Carmen De Huancayo – 2016”* el objetivo de su investigación fue demostrar como el empleo de un geocompuesto mejorará la captación de aguas y permitirá la protección al muro de contención. En su investigación utiliza un geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 tipo no tejido punzonado por agujas puesto

que cumple con los requisitos de durabilidad y supervivencia para el subdrén, el diámetro de la tubería que proponen es de 10" con una pendiente del 0.50%, el material filtrante será de 1" a ½", con una sección trapezoidal que abarca toda la altura del muro de contención y el suelo adyacente al subdrén es entre arena arcillosa y grava arcillosa, además concluye que el sistema de subdrén con geotextil permitirá una mayor protección al muro de contención, porque captará las aguas de manera óptima.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Alvarado y Naranjo (2012) en su investigación, desarrollada en Ecuador, *Diseño Del Subdrén Vial En La Vía La Tranca – Tambo Viejo De 3.6 Km* propone un subdrén para mejorar las condiciones en su zona de estudio, propone un subdrén de 3 tipos de subdrén es, el primero de 0.60 x 1.20 m con un tubo perforado de 110 mm de diámetro, el segundo de 0.60 x 1.60 m con un tubo de 110mm y finalmente uno de 0.60 x 1.60 m con un tubo de 160 mm. Concluyen que en las zonas donde la pendiente es reducida se requiere un diámetro mayor a la tubería. Por motivo de que la pendiente es baja en ciertos sectores se debe colocar subdrén es a los costados de la calzada para reducir el nivel de abatimiento por debajo de la subrasante. Es importante que el sistema de drenaje pluvial funcione correctamente para evitar deterioro de la calzada por el estancamiento de las aguas, como se sabe en esta investigación este sistema se encontraba con basura y otros desperdicios que impedían el libre pase de las aguas de lluvia. Concluye que considerar para el diseño las aguas de escorrentía superficial es despreciable puesto que en su mayoría estas son captadas por las cunetas u otro sistema y evacuadas.

Monroy (2010) en su investigación "*Diseño de sistemas de subdrén con elementos filtrantes en obras viales*" desarrollada en Guatemala, analiza el comportamiento de los geotextiles no tejidos para la filtración en los sistemas de subdrén es en dos diferentes suelos, concluye que los geotextiles no tejidos no modifican la permeabilidad del suelo y gracias a estos mismos se evita la erosión interna.

Orozco (2007) en su investigación, desarrollada en Colombia, *Drenaje Subterráneo De Estructuras De Contención* nos dice que, para poder utilizar este tipo de subdrenaje se requiere en primer lugar sus requerimientos mínimos para su funcionamiento y realizar la verificación matemática para comprobar su óptimo comportamiento. Se debe tener en cuenta que el sistema del subdrenaje con el sistema de drenaje superficial debe tener compatibilidad de manera que ambos capten las aguas y sean evacuadas hasta su destino final.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Drenajes superficiales**

Los drenajes superficiales tienen como objetivo la evacuación de las aguas superficiales del terreno y lo hace mediante canales no muy profundos que captan las aguas de escorrentía. Para la construcción de estos drenajes se aprovechan los cauces naturales y depresiones donde en ellos se diseñan los colectores principales y/o secundarios. (Villón, 2007)

Suarez (2009), explica que el propósito principal de un drenaje superficial es mejorar la estabilidad de los taludes debido a que reduce la infiltración y evita la erosión. El sistema de recolección debe encausar las aguas de escorrentía del talud y por encima de este y desembocar estas aguas en un cauce natural o aliviadero lejano.

#### **2.2.1.1 Drenajes longitudinales**

Herráez y Moreno (2019) dicen que el drenaje longitudinal es todo sistema que conduce las aguas de los márgenes del camino, estos sistemas más usuales son las cunetas de tierra, las cunetas revestidas de hormigón y otras obras de desagüe. Estos drenes favorecen permite el fácil movimiento de las aguas en el trayecto de la vía y las conduce aguas abajo desembocándolas en una zona adecuada donde impida su acumulación.

##### **a) Cunetas**

La función de las cunetas es facilitar la conducción de las aguas superficiales a los costados de una infraestructura vial. Tiene dos funciones de la cual la primera es desaguar el caudal perteneciente a la calzada y la otra

corresponde a que encausa la escorrentía que se genera en los taludes de desmonte para conducir las a una zona donde pueda ser evacuada. (Herráez y Moreno, 2019)

**b) Zanja de drenaje**

Son canales construidos en la parte inferior de los taludes en forma longitudinal al alineamiento de la carretera para recoger las aguas que descienden del talud y finalmente ser evacuadas hacia una quebrada natural o en la descarga más próxima del sistema de drenaje superficial. Su forma es cuadrada o trapezoidal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018)

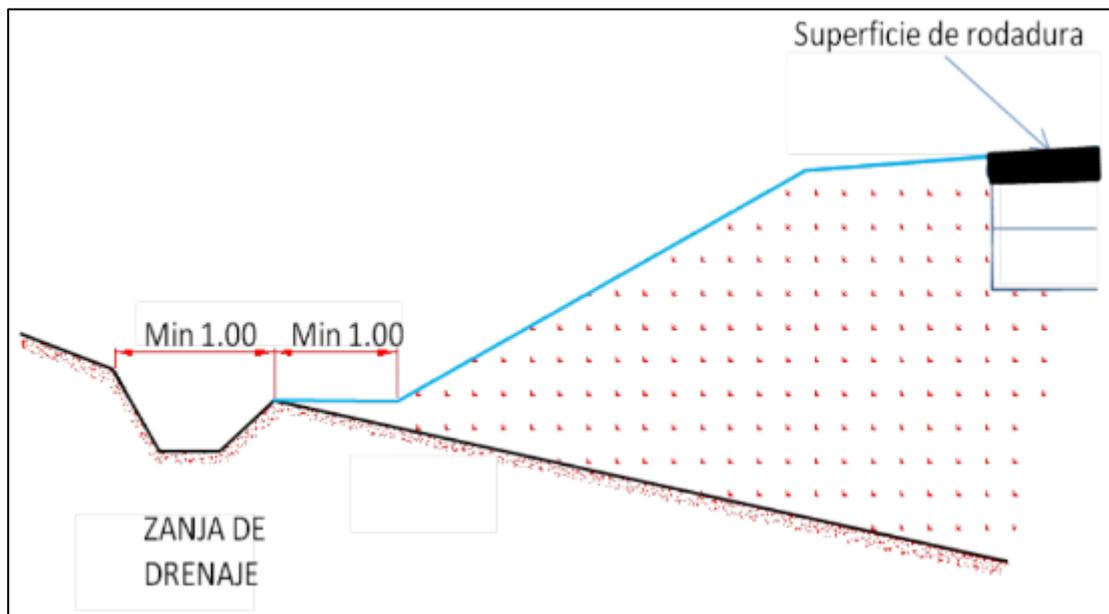


Figura 4. Sección de una zanja de drenaje.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p. 182), por el MTC, 2018.

**c) Cuneta de banquetta**

Se encuentran al pie de un talud inclinado con el objetivo de estabilizarlo. Su sección es del tipo triangular, rectangular o trapezoidal, su diseño depende del caudal de escorrentía.

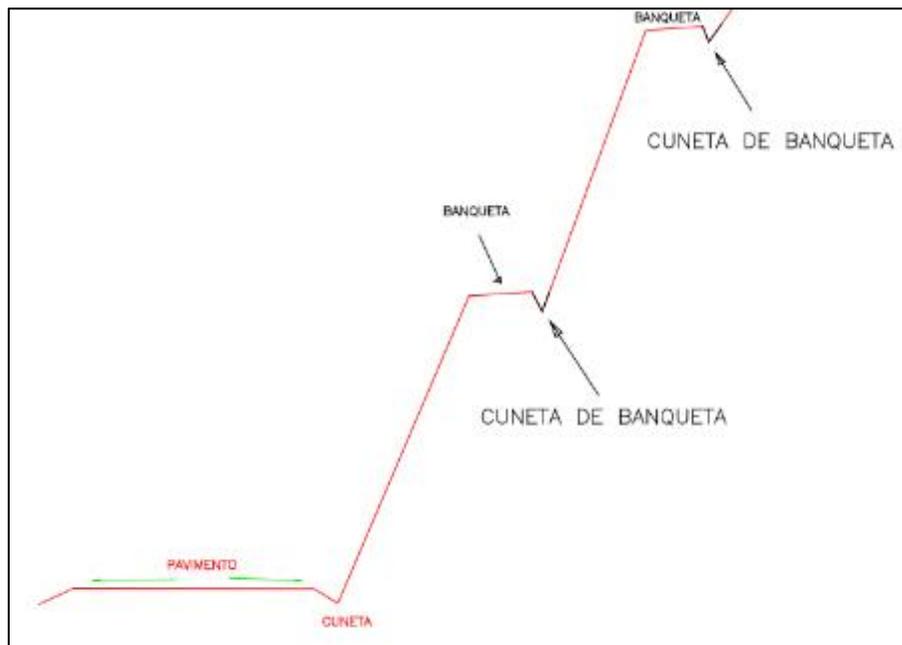


Figura 5. Sección de una cuneta de banqueta.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p. 183), por el MTC, 2018.

#### d) Drenes franceses

Suarez (2009) define que los drenes franceses “Son zanjas cuyo relleno es con material granular grueso para poder recibir y conducir las aguas superficiales de escorrentía.” (p, 49)

Conforth (2005) explica que “Su propósito es reducir la erosión superficial y prevenir pequeñas depresiones. Es una construcción de bajo costo usado primordialmente con propósitos de prevención en laderas.” (p, 340)

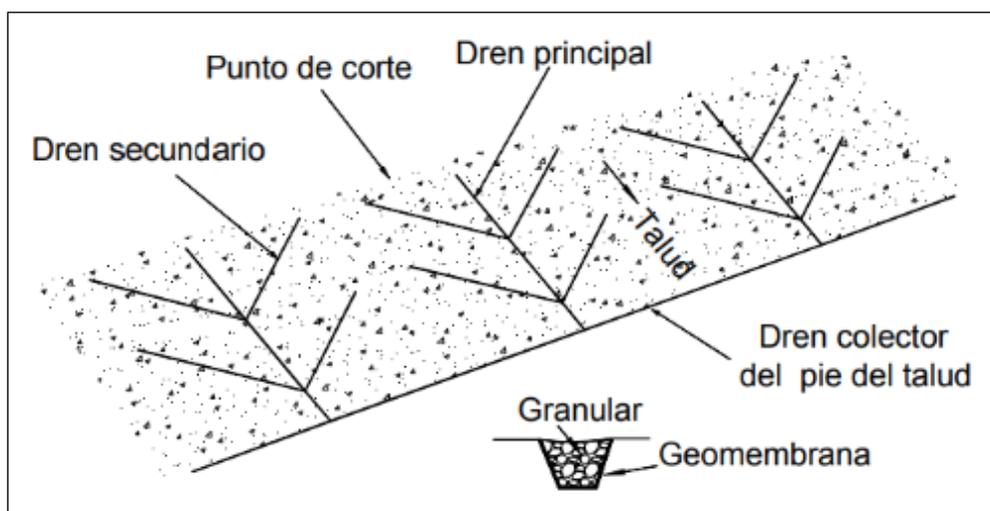


Figura 6. Sistema de drenaje tipo francés.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 7), por Suarez, 2009.

## **2.2.2 Drenaje transversal**

“Aplicado a badenes, pontones, tajeas, caños, etc. Las obras de drenaje transversal deberán perturbar lo mínimo posible la circulación de las aguas por sus cauces naturales” (Herráez y Moreno, 2019, p. 514)

Estos mismos elementos deben ser ajustados a los lechos naturales sin olvidarse de la sección transversal del cauce natural para no producir estrechamientos.

### **2.2.2.1 Alcantarillas**

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2018), es toda estructura que tiene una luz inferior a los 6 metros y tiene como objetivo evacuar las aguas de los flujos superficiales que encausan las aguas de los cursos naturales o por los drenajes longitudinales de la calzada.

La ubicación de las alcantarillas depende del alineamiento y pendiente longitudinal que presenta la carretera y del cauce natural. Para su diseño se toma en cuenta los estudios hidráulicos, hidrológicos y fenómenos de geodinámica externa hídrica.

El material de elección usual en el Perú es de tuberías corrugadas metálicas, de concreto armado y tuberías de PVC.

### **2.2.2.2 Badenes**

Aplicables cuando el nivel del fondo del cauce natural coincide con la rasante de la carretera, al mismo tiempo que permite el curso del agua también permite que los sólidos puedan pasar cuando se presenta lluvias intensas.

Usualmente, consisten en materiales como la piedra y el concreto, siendo el concreto el material más usado y es la recomendación al tratarse de carreteras de primer orden.

Los badenes deben tener protección contra la socavación y posibles asentamientos, para ello se les construye con uñas de cimentación al ingreso y a la salida, también se les puede incluir unas losas de aproximación en sus dos extremos.

### 2.2.3 Drenajes subterráneos

Villón (2007) explica que “El drenaje subsuperficial o subterráneo, tiene como finalidad controlar la posición de la tabla de agua, nivel freático o napa freática” (p. 23-24)

Suarez (2009) explica que los subdrén es eliminan el agua de lluvias, de riego y de otros orígenes. Reduce la presión de poros e impide que aumente y en consecuencia de esta disminución la resistencia del suelo se incrementa.

El principal inconveniente del diseño de los subdrén es que se aplican en taludes irregulares, el movimiento de las aguas subterráneas es, en su mayoría, irregular y complejo.

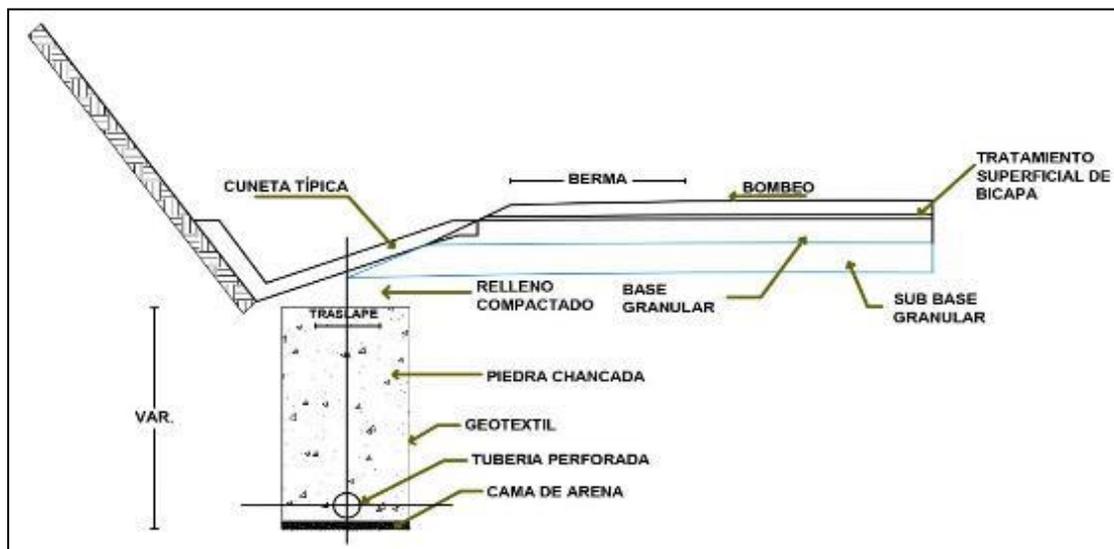


Figura 7. Sección típica de un subdrén.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p. 188), por el MTC, 2018.

#### 2.2.3.1 Características

Deben tener la capacidad hidráulica suficiente para conducir toda el agua que reciba. Si están unidos con una base permeable, su material de relleno debe ser el mismo de la base para asegurar su capacidad. Además, debe llevar una tubería. Cuando el subdrén va unido a una base permeable, puede estar constituido por un geodren o ser del tipo francés envuelto en geotextil. El geotextil usado para el subdrén no debe atravesar una base permeable. (Vite, 2019)

### 2.2.3.2 Tipos de subdrenes

#### a) Subdrén de zanja

Según Suarez (2009) Efectivos en zonas de deslizamiento poco profundo y niveles freáticos altos. Estos subdrén es son considerados como obras complementarias para una estabilización de taludes. En cierta medida mejoran las condiciones de estabilidad, mas no son necesariamente considerado como estabilizadores.

Según Conforth (2005) los subdrén es de zanja tienen una profundidad máxima de 6 metros, la zanja se rellena con material filtrante y usualmente incluye una tubería cercana a la base. El suelo más común de aplicación son suelos limosos, arcillo-limoso y suelos arcillosos. Cuando se tiene un sistema de subdrén es de zanja siempre se tiene una temporada de alta napa freática, debido a las lluvias y nevadas, y baja a lo que este tipo de subdrén responde correctamente a estos cambios de estación.

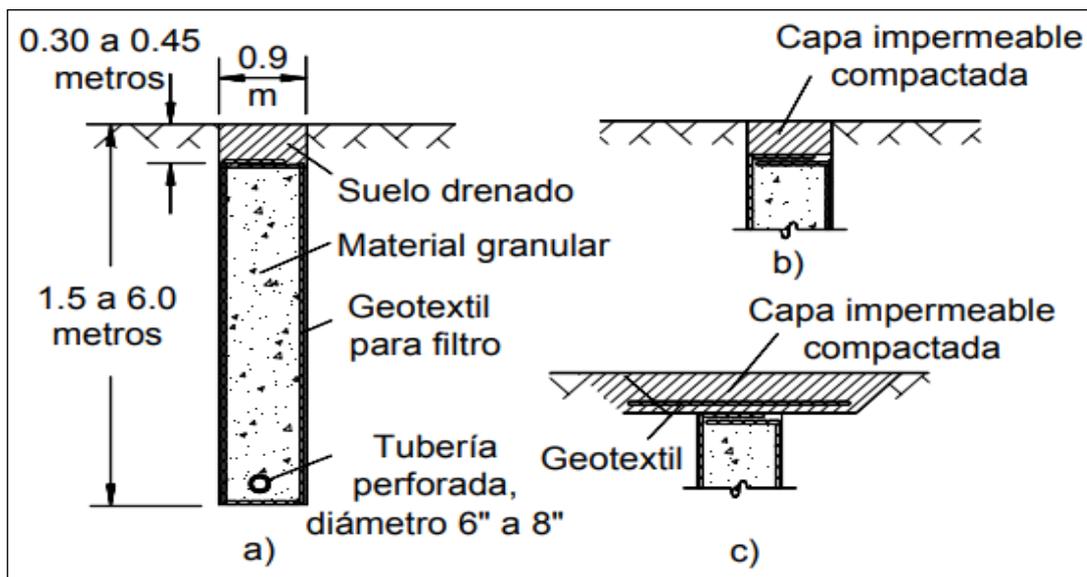


Figura 8. Subdrén de zanja.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 21), por Suarez, 2009.

**Estos subdrenes se dividen en:**

#### Zanja abierta

Actual como drenes superficiales puesto que recolectan el agua de escorrentía y al mismo tiempo abaten el nivel freático.

Los taludes, adyacentes a estos subdrenes, deben ser bajos para evitar la erosión por el afloro de aguas subterráneas.

### Contrafuerte

Son drenes dispuestos a lo largo de la dirección del deslizamiento y se excavan justamente por la superficie de falla, debido a su naturaleza cumple la función tanto de abatir el nivel freático y mejorar la resistencia de la superficie de falla gracias al material granular que se añade a la zona.

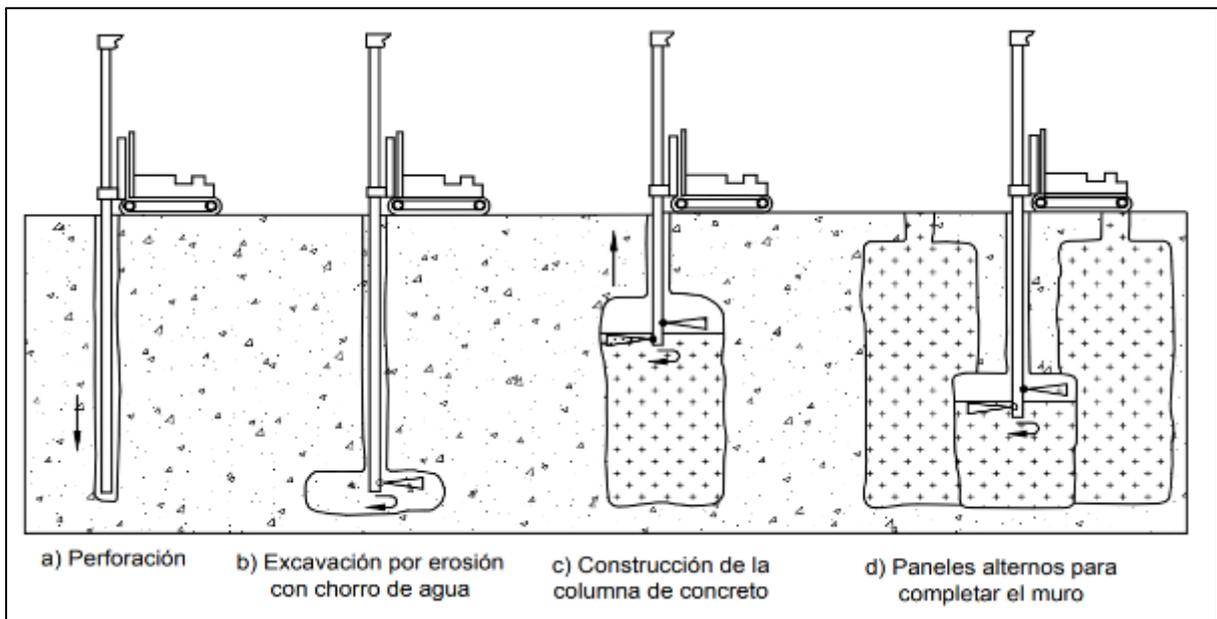


Figura 9. Proceso constructivo de las pantallas de columnas para los suelos mezclados con cemento.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 65), por Suarez, 2009.

### Interceptores

Se construyen transversalmente al sentido del talud en la parte superior de este para de esta manera interceptar todas las aguas subterráneas antes de que ingresen al talud donde se ha originado la falla, gracias a esto se reduce la presión de poros y mejora la estabilidad del deslizamiento.

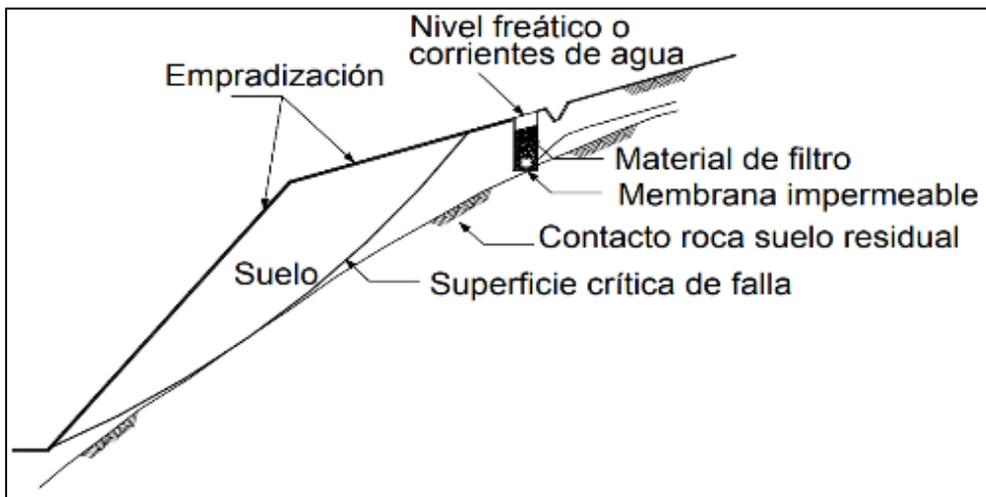


Figura 10. Proceso constructivo de las pantallas de columnas para los suelos mezclados con cemento.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 67), por Suarez, 2009

### **Espina de pescado**

Son subdrenes paralelos que abarcan gran área para maximizar la captación de aguas subterráneas y finalmente todos convergen a un solo dren central.

#### **b) Subdrén de penetración**

Es un tipo de subdrén que se coloca al perforar una masa de suelo profundamente, su ventaja es que reduce rápidamente el nivel freático, son fáciles de instalar y mejora en poco tiempo el factor de seguridad del talud. La perforación tiene un diámetro de aproximadamente 3 a 4 pulgadas, y se utilizan tubos de PVC, metálicos y polietileno de un diámetro de 2 a 3 pulgadas, las perforaciones en el tubo son de 5 a 1.5 milímetros y se hacen agujeros entre 15 a 30 por metro de tubo.

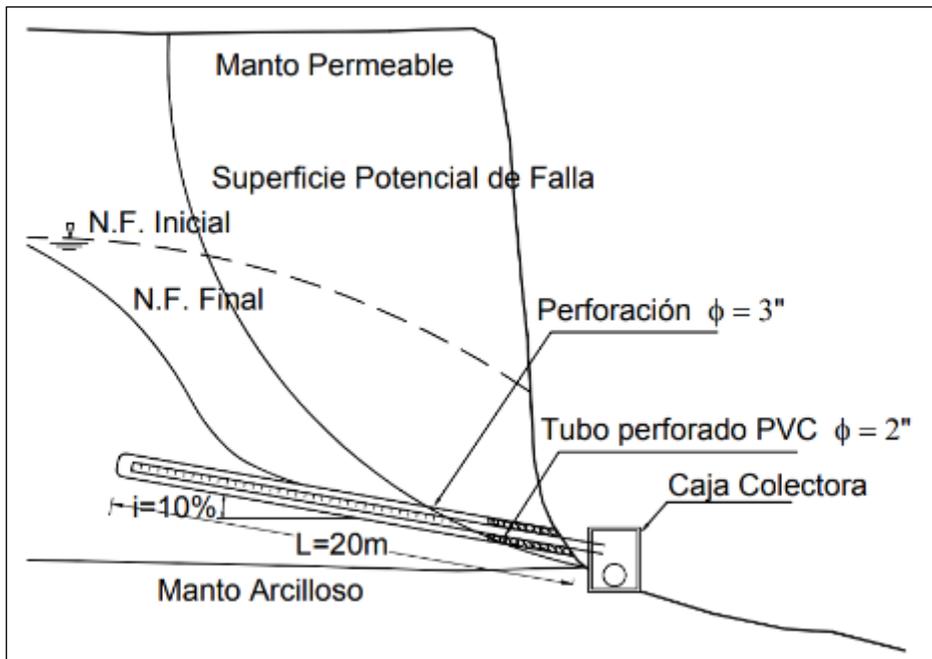


Figura 11. Subdrén de penetración en talud.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 36), por Suarez, 2009.

### c) Drenes verticales de alivio

Son un tipo de excavación de perforación vertical abierta que disminuyen la presión de poros de los mantos profundos que los drenes de zanja no puedan alcanzar y se utilizan en acuíferos donde hay material impermeable. Pueden tener subdrén es de penetración para evacuar rápidamente las aguas retenidas, estos subdrén es horizontales que conectan con el dren vertical se puede colocar de manera radial dependiendo de la forma del terreno, la preferencia es que se drene por gravedad, pero también se pueden utilizar bombas en caso de que el dren vertical sea muy profundo.

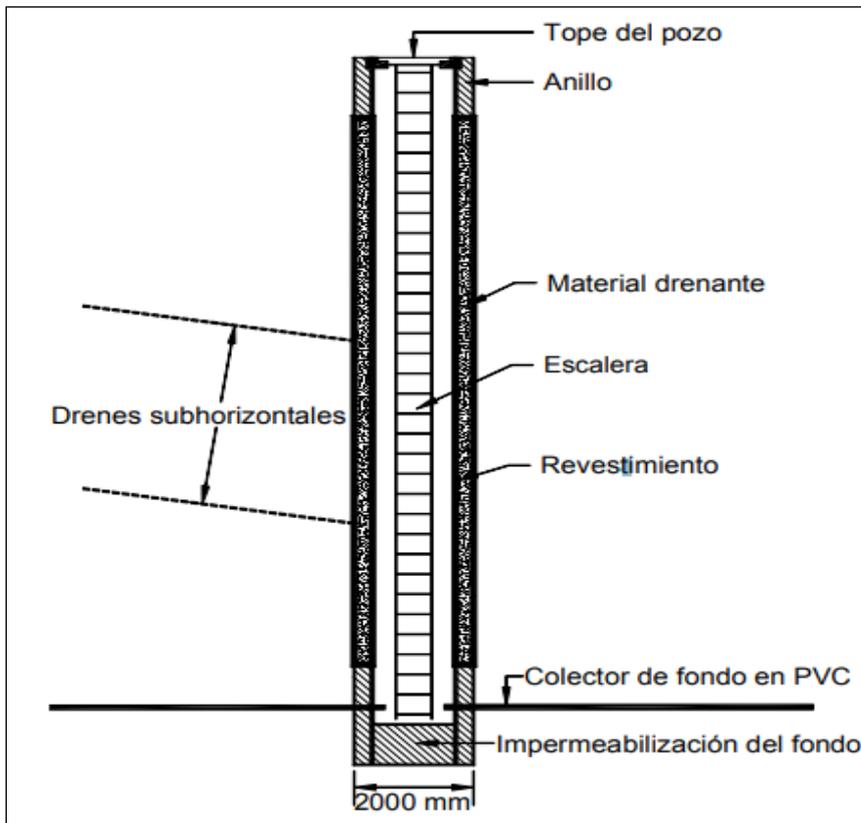


Figura 12. Componentes de un drenaje vertical.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 36), por Suarez, 2009.

**d) Galería de drenaje**

Según Suarez (2009) el uso de estos subdrenes sirve para mejorar la estabilidad de los taludes debido a que reduce la presión de poros y controla las corrientes de agua del subsuelo. Estos túneles para las galerías se excavan igualmente que en proyectos de minería, iniciando desde la salida inferior.

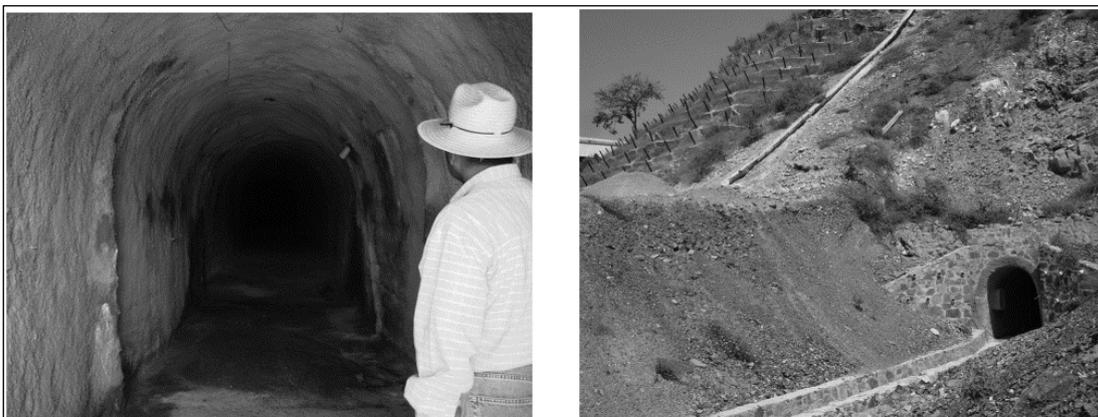


Figura 13. Galerías de drenaje en un proyecto de México.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 51), por Suarez, 2009.

### e) Subdrén de estructuras de contención

Es un subdrén que se coloca detrás de un muro de contención, pero no para paredes de los sótanos. Al igual que en todos los sistemas de subdrén es este debe contener una geotextil con el objetivo de dejar filtrar el agua impidiendo que el material fino pueda ingresar dentro del filtro y finalmente ingrese a la tubería perforada.

En algunos casos se puede dejar llorones en el muro para reducir la presión de poros.

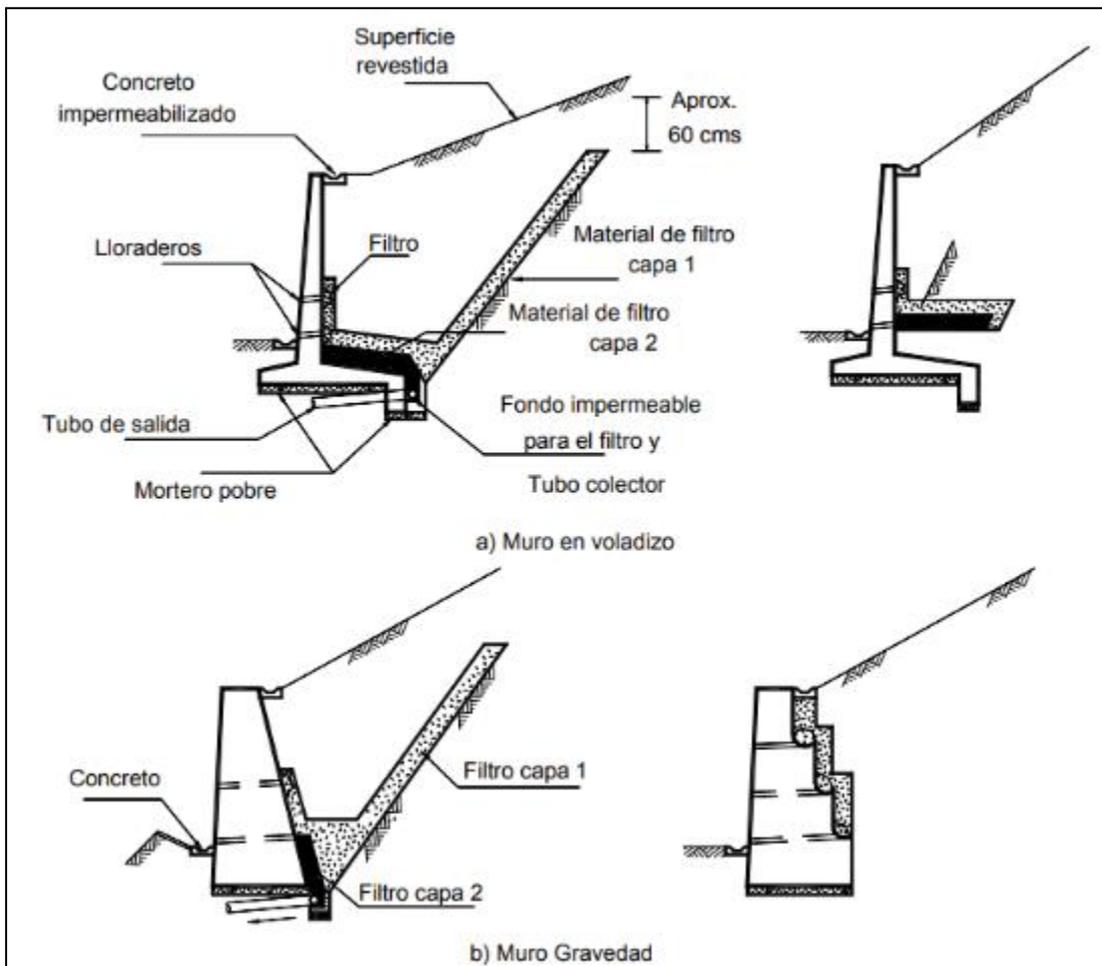


Figura 14. Subdrén en estructuras de contención.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 60), por Suarez, 2009.

### 2.2.3.3 Componentes

#### a) Caudal de diseño

Para calcular el caudal de diseño se toma en cuenta la distancia inicial y el punto final de descarga del subdrén, puesto que a lo largo de todo el recorrido va a ir aumentando la capacidad de transporte.

## Caudal de abatimiento

$$Q = K \times i \times Ae$$

$$i = \frac{Nd - Nf}{B}$$

$$Ae = \frac{Nd - Nf}{L}$$

Donde K es el coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente; i, es el gradiente hidráulico; Nd, es la cota superior del subdrén; Nf, es la cota superior del nivel freático; Ae, es el área efectiva para el abatimiento del nivel freático; B, es el semiancho de las vías en caso de subdrén es longitudinales y se refiere a la distancia entre subdrén es en caso de drenes transversales; L, es la longitud del tramo del drenaje; y Q es el caudal de abatimiento del nivel freático.

### b) Tubería perforada

Los tubos serán de material de buena calidad. Los tubos de concreto podrán proyectarse con juntas abiertas o perforaciones que permitan la entrada de agua en su interior. Los de plástico, de material corrugado, o de fibras bituminosas deberán ir provistos de ranuras u orificios para el mismo fin que el señalado anteriormente. Los de concreto poroso permitirán la entrada del agua a través de sus paredes. (Ministerio de Transporte E Infraestructura [MTI], 2008, p. 56)

Los materiales que puede ser la tubería varían entre concreto, metal, fibra bituminosa o plástico.

Las perforaciones deben de tener un diámetro de 8 a 10 mm encontrándose estas desde la mitad inferior de la superficie del tubo como se aprecia en la Figura 15, en el caso de tuberías con juntas abiertas, su ancho en las juntas debe de estar entre 1 a 2 cm.

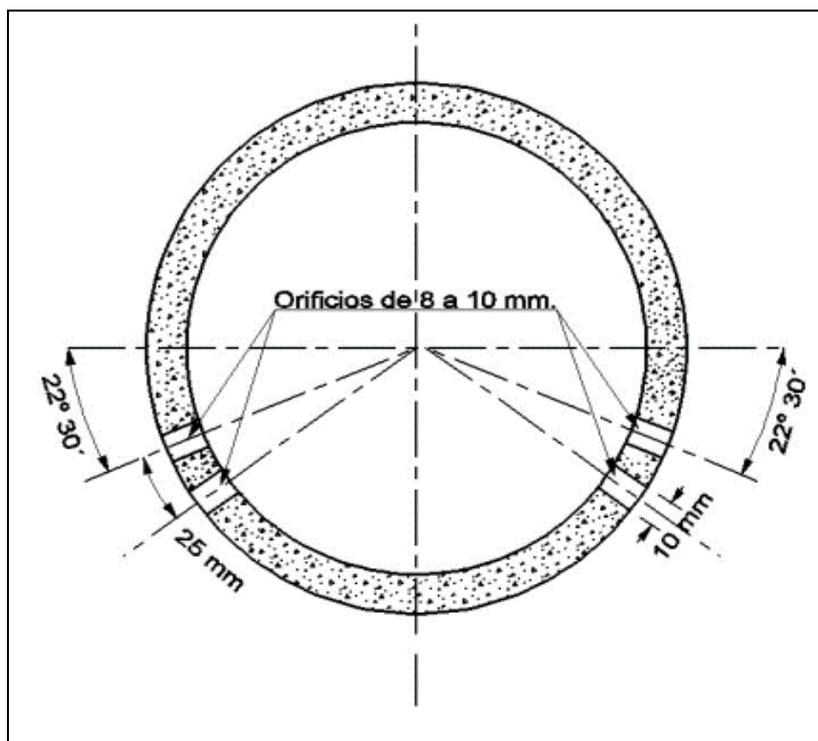


Figura 15. Sección típica de una tubería perforada.

Fuente: Manual para la revisión de estudios hidrotécnicos de drenaje menor (p. 56) por MTI, 2008.

Según el MTI (2018) hablando de tubos de concreto poroso estos deben de poder absorber mínimamente 50 litros/minuto por cada 100 centímetros cuadrados de superficie cuando la carga hidrostática es de 1 kg/cm<sup>2</sup> o 14.22 psi. En cuanto a los tubos de plásticos, metal y fibra bituminosa se les debe realizar orificios circulares o ranuras en la mitad inferior del tubo para permitir el ingreso del agua subterránea.

### c) Geotextil

“Los geotextiles son telas permeables, filtrantes, construidas con fibras sintéticas, especialmente polipropileno, poliéster, nylon y polietileno. Los geotextiles, generalmente, se clasifican en tejidos y no tejidos” (Suarez, 2009, p 68)

Los geotextiles para los sistemas de subdrén es son los tipos no tejidos y perforados con alfileres, su durabilidad está en medida de la resistencia de sus fibras poliméricas y de las resinas.

El filtro de geotextil debe evitar un excesivo pase de las partículas del suelo, permitir el paso del agua y a su vez el filtro debe proteger el suelo contra

la erosión interna. Para seleccionar el geotextil también se debe tener en cuenta la colmatación, supervivencia y durabilidad.

### **c.1) Clasificación por el método de fabricación**

#### **Tejidos**

Según Mexichem Peru S.A. (2009) son geotextiles donde se entrecruza los filamentos de la urdimbre y de la trama, la urdimbre es la fibra longitudinal y la trama es en el sentido transversal, para su tejido al pasar por la máquina de tener las fibras longitudinales se agrupan entre las que suben y las que bajan de manera que dejen espacios vacíos para que la trama pueda ingresar; existen dos tipos:

**Calada:** Formado por cintas en sentido longitudinal y en sentido transversal, la resistencia que presenta es biaxial y llega a tener muy alta resistencia.

**Tricolado:** Mediante un sistema de tejido de punto, la resistencia hacia la tracción puede ser triaxial o biaxial según la fabricación y sentido de los hilos.

#### **No tejidos**

Estos geotextiles pueden ser de fibra corta o del tipo continuo, las fibras cortas tienen longitudes de 50 a 150 mm., y las longitudinales se al formar una napa o velo del proceso de extracción de un polímero, se clasifican en:

**Ligados mecánicamente o punzonados por agujas:** Formado por fibras en forma laminar superpuestas se forman al entrecruzar sus fibras por una máquina de tejer al entrelazar sus fibras de manera aleatoria a lo cual se conforman en un velo o napa que luego pasa por una máquina punzadora que hace penetrar agujas aleatoriamente, a alta velocidad

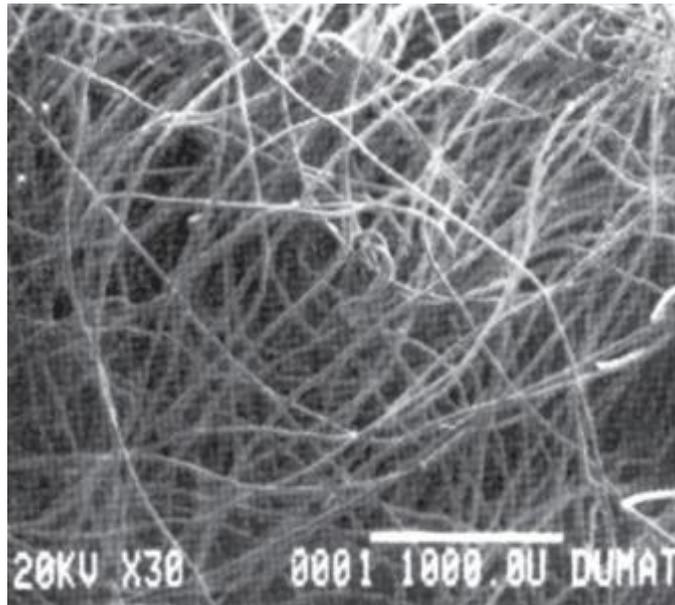


Figura 16. Membrana de geotextil no tejido punzonado por agujas.

Fuente: Manual De Diseño Con Geosintéticos, por Mexichem Peru S.A., 2009, p. 8, Register Trademark

**Ligados térmicamente o termosoldados:** las fibras se sueldan en los puntos de intersección mediante calandrado a altas temperaturas, por la naturaleza de su unión entre fibras es que tienen menos espesor, su elongación y permeabilidad se ve reducida, pero sus propiedades mecánicas son mayores.

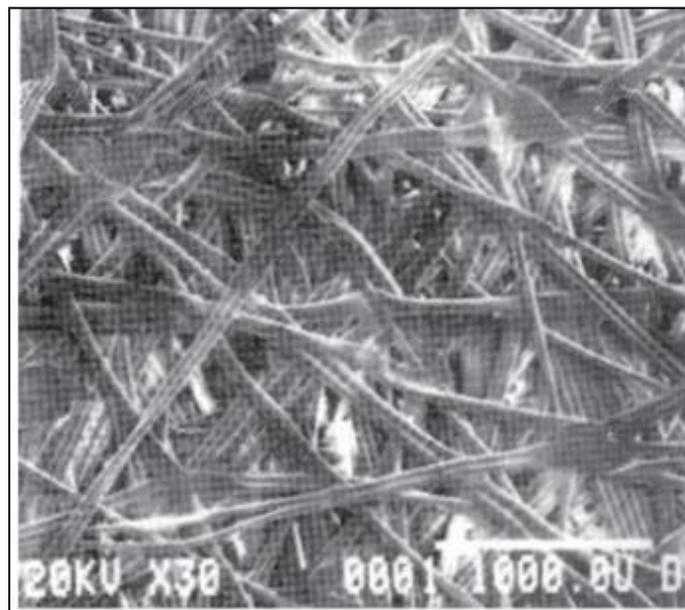


Figura 17. Membrana de geotextil no tejido termosoldado.

Fuente: Manual De Diseño Con Geosintéticos, por Mexichem Peru S.A., 2009, p. 8, Register Trademark

**Ligados químicamente o resinados:** se logra al incorporar químicos o resinas para lograr la unión de sus filamentos. Su uso no es muy extendido por el elevado costo que presenta al producirlo.

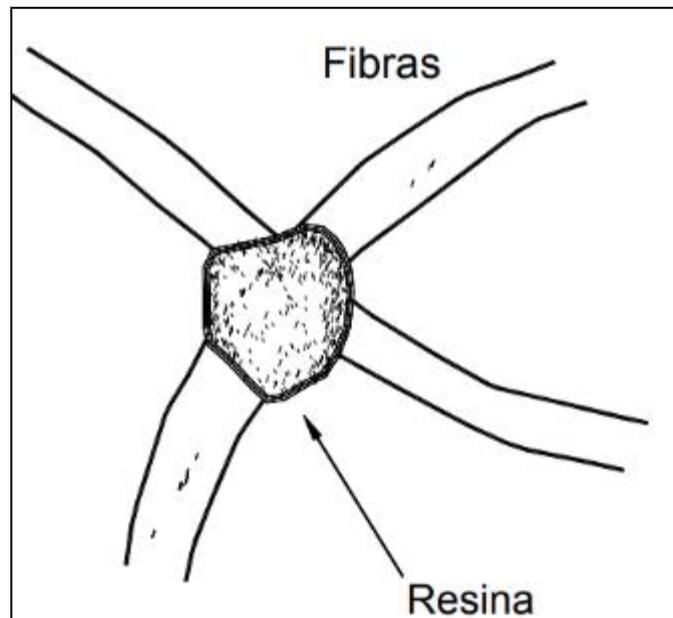


Figura 18. Membrana de geotextil ligado por resina.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 69), por Suarez, 2009.

### **c.2) Clasificación por su composición**

#### **Fibras naturales**

De origen vegetal como el algodón, lino, yute, etc. O de origen animal como la seda, lana, pelos utilizados por la propiedad de ser biodegradables y amigable con el medio ambiente, otra de sus funciones es que permite la revegetación de los taludes.

#### **Fibras artificiales**

Mexichem Peru S.A. (2009) dice que son “las derivadas de la celulosa, Son el rayón, la viscosa y el acetato”. (p, 6)

#### **Fibras sintéticas**

Fabricado con filamentos de polímeros sintéticos para cumplir con la exigencia de durabilidad y resistencia a los daños provocados por microorganismos y bacterias. Entre los más utilizados son el poliéster, polietileno, polipropileno, poliamida y poliacrílico.

### c.3) Proceso de fabricación

Los polímeros para la fabricación de los geotextiles según Robert M. Koerner citado por Mexichem Peru S.A. (2009) son polipropileno (92%), poliéster (5%), polietileno (2%) y nylon (1%)

Debido a su forma de fabricación de estos geotextiles, que se funden en calor, se moldean en fibras o cintas planas y finalmente se enfrían con aire o agua, es que adoptan gran resistencia en sus filamentos en sentido longitudinal, disminuye su elongación a la ruptura y el módulo de elasticidad incrementa. Al producirse estas fibras pueden ser recortadas o continuas. Los principales filamentos utilizados para la fabricación de geotextiles se presentan en la Figura 19.

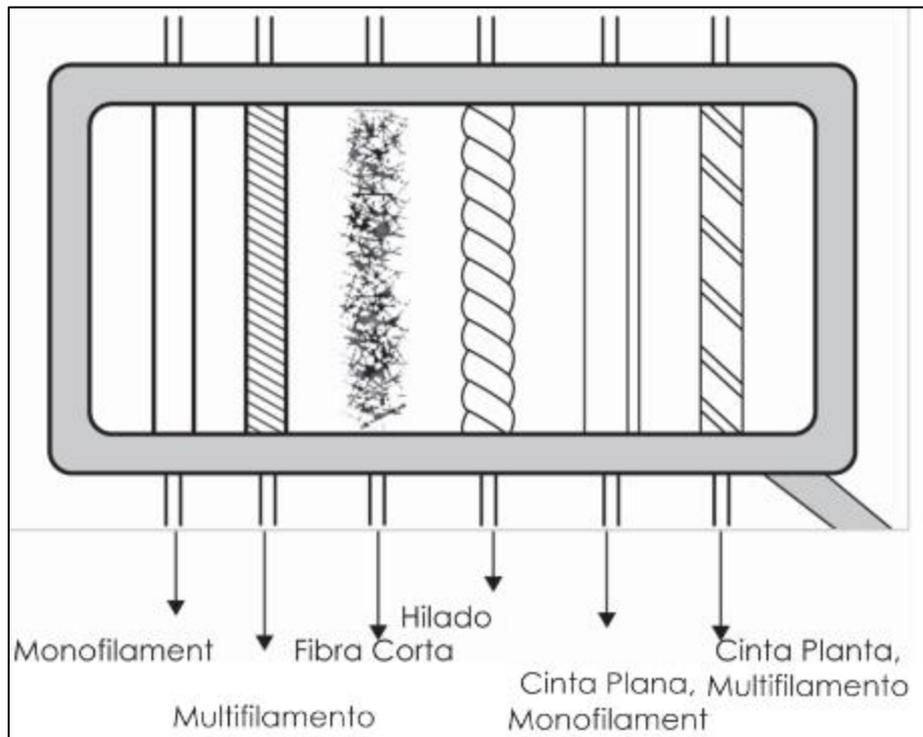


Figura 19. Principales filamentos producidos.

Fuente: Manual De Diseño Con Geosintéticos, por Mexichem Peru S.A., 2009, (p. 7), Register Trademark

### c.4) Criterios para el diseño de geotextiles

#### Criterio de retención

Christopher y Holz (1989) y Carroll (1983) establecen que la abertura de la malla del geotextile debe ser lo siguiente:

$$TAA < D_{85} * B$$

Donde:

TAA : Es el tamaño de la abertura del geotextil que lo provee el fabricante (mm)

$D_{85}$  : Tamaño de partículas (mm). Representa el tamaño que pasa el 85% de la muestra.

B : Coeficiente que varía entre 1 y 3 que significa la relación entre el suelo para ser drenado, el flujo y el tipo de geotextil.

Para definir el valor de B en caso de arenas gravosas, arenas, arenas limosas y arenas arcillosas:

$$\begin{aligned} C_u \leq 2 \text{ o } \geq 8 & : B = 1 \\ 2 \leq C_u \leq 4 & : B = 0.5C_u \\ 4 < C_u < 8 & : B = 8/C_u \end{aligned}$$

Donde  $C_u = D_{60} / D_{10}$

B varía entre 1.5 y 2 en caso de suelos arenosos mal graduados.

B es 3 en caso de geotextiles no tejidos punzonados.

El AASHTO Task Force N° 25 (1986) establece que la abertura máxima del geotextil debe de ser 0.3 mm.

### **Criterio de permeabilidad**

Esta es la propiedad del geotextil en permitir el paso del flujo perpendicularmente a su plano. Carroll (1983) y Chistopher y Holtz (1985) establecen la siguiente condición para flujo crítico y altos gradientes hidráulicos:

$$K_g \geq 10 \times K_s$$

Y en caso de aplicaciones que no son críticas:

$$K_g \geq K_s$$

$K_g$  representa la permeabilidad del geotextil y  $K_s$  la permeabilidad del suelo.

### **Criterio de colmatación**

Se refiere a la consideración de la obstrucción de los espacios vacíos debido al ingreso de partículas del suelo. Para ellos se recomienda utilizar los geotextiles no tejidos punzonados por agujas debido a que presentan una mayor resistencia de colmatación y tienen los valores más altos de porosidad. Chistopher y Holtz (1985), y Koemer (1990) recomiendan usar geotextiles con una porosidad mayor al 50%.

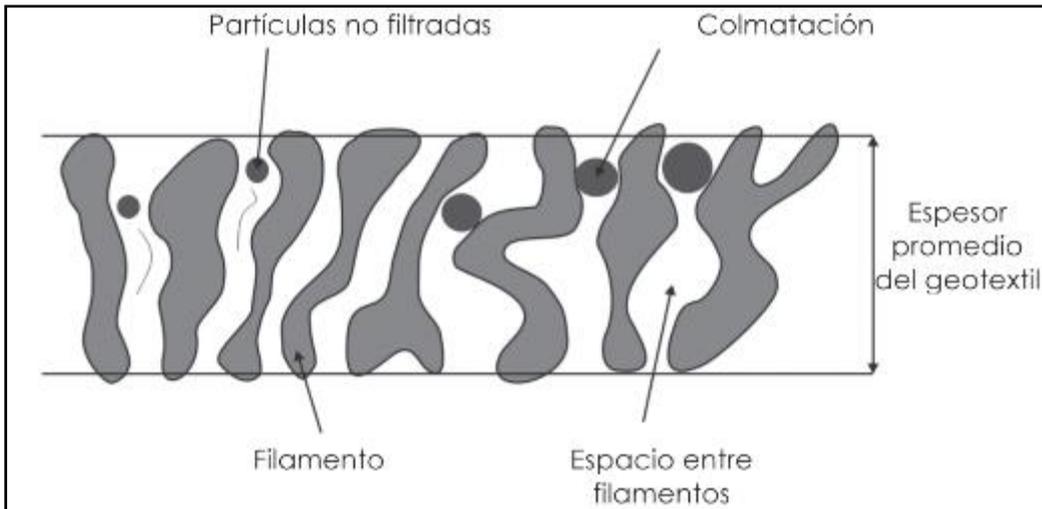


Figura 20. Colmatación del filtro por penetración de partículas.

Fuente: Manual De Diseño Con Geosintéticos, por Mexichem Peru S.A., 2009, p. 198, Register Trademark.

### **Criterio de supervivencia**

Debido a los esfuerzos que el geotextil va a estar sometido en su vida útil y durante el proceso de instalación su requerimiento debe estar dando por la siguiente tabla:

**Tabla 1***Requerimientos de supervivencia*

Propiedad	Ensayo	Unid	Requerimiento de geotextil (VMPR)					
			CLASE 1		CLASE 2		CLASE 3	
			E < 50 %	E > 50 %	E < 50 %	E > 50 %	E < 50 %	E > 50 %
Resistencia Grab	ASTM D4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N	500	350	400*	250	300	180
Resistencia "Burst"	ASTM D3786	Kpa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Resistencia a la costura	ASTM D4632	N	1260	810	990	630	720	450

Fuente: MTC (2018, p. 194)

**Tabla 2***Requerimiento de los geotextiles*

Propiedad	Ensayo	Unid	Requerimiento		
			Porcentaje de suelo a retener que pasa la malla 0.075 min, (n° 200)		
			< 15	15 - 50	> 50
Clase de Geotextil			Clase 2, de la Tabla N° 01		
Permitividad	ASTM D4491	S <sup>-1</sup>	0.5	0.2	0.1
Tamaño de abertura aparente (TAA)	ASTM D4751	mm	0.43 Valores máx. promedio por rollo	0.25 Valores máx. promedio por rollo	0.22 Valores máx. promedio por rollo
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

Fuente: MTC (2018, p. 194)

## d) Sección transversal

### d.1) Cálculo de la sección transversal

Según el MTC (2018) establece lo siguiente:

$$Q_f = V \times i \times A$$

Donde:

Q<sub>f</sub> : Caudal final

V : Velocidad de flujo, en función a la pendiente longitudinal y al tamaño del agregado de filtro utilizado para el subdrén.

i : El gradiente hidráulico tiene un valor de 1 en caso de subdrén es.

A : Área de la sección transversal del subdrén, se establece el ancho y se despeja la altura

El geotextil debe de colocarse en todo el perímetro del subdrén sin olvidarse del traslape. Para el diámetro de la tubería se debe utilizar la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A \times R h^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde Q representa el caudal (m<sup>3</sup>/s); A, área que le corresponde al caudal (m<sup>2</sup>); R, radio hidráulico (área que le corresponde al caudal (m<sup>2</sup>) / perímetro mojado (m)); S, pendiente del subdrén; n, coeficiente de rugosidad de Manning que para tuberías perforadas es 0.013.

La profundidad del subdrén está ligado al nivel freático siendo así el subdrén debe estar por debajo del nivel freático.

La velocidad del flujo dentro del subdrén está determinado por la Figura 20

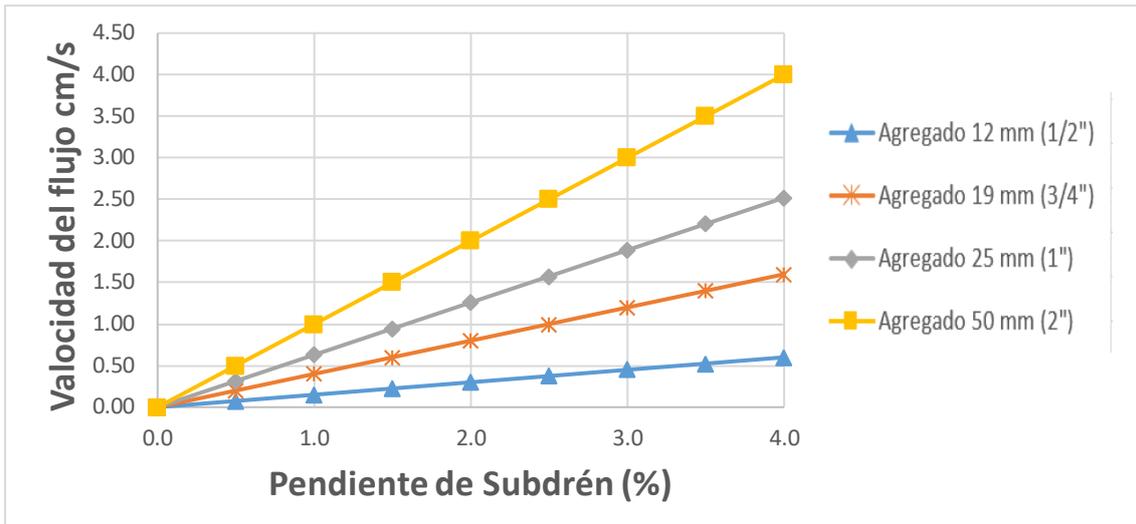


Figura 21. Pendiente vs velocidad de flujo.

Fuente: Manual De Hidrología, Hidráulica Y Drenaje (p. 196) por MTC, 2018.

#### d.2) Tasa de flujo

Es la verificación de la cantidad de caudal por la unidad de área en el plano normal del geotextil frente al caudal por evacuar por su unidad de área. Para ello se utiliza la ecuación de Darcy:

$$q = K \times i \times A$$

$$q = K \times \frac{\Delta h}{t} \times A$$

$$\frac{K}{t} = \frac{q}{\Delta h \times A}$$

Donde  $\Delta h$  es la carga hidráulica o altura del subdrén;  $t$ , representa el grosor del geotextil;  $A$ , área por la unidad de longitud;  $q$ , caudal evacuado por la unidad de metro cuadrado;  $k/t$ , permitividad requerida del geotextil ( $\psi$  requerida).

$$\psi \text{ requerida} = \frac{q}{\Delta h \times A}$$

Según Zornberg y Thompson (2012) establecen la permitividad recomendada para los geotextiles en función al agregado que pasa el tamiz N° 200, como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3***Permitividad requerida para geotextiles en subdrenajes*

% que pasa el Tamiz N° 200	Permitividad mínima
Cuando <15% para el tamiz N° 200	$\Psi \geq 0.50 \text{ sec}^{-1}$
Cuando 15% a 50% pasa el tamiz N° 200	$\Psi \geq 0.20 \text{ sec}^{-1}$
Cuando >50% pasa el tamiz N° 200	$\Psi \geq 0.10 \text{ sec}^{-1}$

Fuente: Zornberg y Thompson (2012, p. 15)

Para calcular la permitividad admisible, la permitividad por parte del fabricante debe ser dividida por ciertos factores de seguridad que se muestran en la Tabla 4.

$$\psi_{\text{adm}} = \frac{\psi_{\text{ult}}}{FR_{SCB} * FR_{CR} * FR_{IN} * FR_{CC} * FR_{BC}}$$

$$FR_G = \frac{\psi_{\text{adm}}}{\psi_{\text{req}}} > 1$$

**Tabla 4***Factores de seguridad de geotextiles*

Aplicación	Colmatación $FR_{SCB}$	Reducción de los vacíos por "Creep" $FR_{CR}$	Inclusión en los vacíos $FR_{IN}$	Colmatación química. $FR_{CC}$	Colmatación biológica $FR_{BC}$
Filtros en espaldones de estructuras de contención	2.0 – 4.0	1.5 – 2.0	1.0 – 1.2	1.0 – 1.2	1.0 – 1.3
Subdrenes	2.0 – 10	1.0 – 1.5	1.0 – 1.2	1.2 – 1.5	2.0 – 4.0
Filtro de control de erosión	2.0 – 10	1.5 – 2.0	1.0 – 1.2	1.0 – 1.2	2.0 – 4.0
Filtro en rellenos sanitarios	5.0 – 10	1.5 – 2.0	1.0 – 2.0	1.2 – 1.5	2.0 – 5.0
Drenaje por gravedad	2.0 – 4.0	2.0 – 3.0	1.0 – 1.2	1.2 – 1.5	1.2 – 1.5
Drenaje a presión	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	1.0 – 1.2	1.1 – 1.3	1.1 – 1.3

Fuente: Mexichem Peru S.A. (2009, p. 99)

### **Colmatación**

Es un factor que compensa el taponamiento del geotextil aguas arriba debido a que las partículas del suelo tapas los poros del geotextil, según Mexichem Peru S.A. (2009) se recomienda que su valor sea elevado en caso de mucha presencia de material fino.

### **Reducción de los vacíos por “creep”**

Mexichem Peru S.A. (2009) explica que se debe considerar este factor de seguridad debido a que el geotextil va a estar sometido a cargas de compresión y debido a estas cargas hacen que se reduzca permanentemente el espesor.

### **Inclusión en los vacíos**

Debido a que las partículas se retienen dentro de las fibras del geotextil, lo cual hace que el flujo se vea reducido debido a esto, este factor compensa esta pérdida de flujo.

### **Colmatación química**

Se aplica cuando el flujo a evacuar presenta químicos que puedan colmatar el geotextil, Mexichem Peru S.A. (2009) explica que aguas del subsuelo que son altamente alcalinas o presentan alto contenido de calcio o magnesio en cantidades de 5000 mg/l requieren factores de reducción altos.

### **Colmatación biológica**

Aplicable cuando el proyecto prevea alto contenido de microorganismos en las aguas a drenar, Mexichem Peru S.A. (2009) da algunos ejemplos como rellenos sanitarios o el manejo de biosólidos.

#### **e) Material granular**

El material granular grueso debe impedir el movimiento del material fino del suelo a proteger y permitir la rápida filtración del agua.

Con el fin de desempeñar su función como material de protección, este debe tener ciertos estándares de granulometría, tal como se ve en la Figura 22. En otras palabras, estos deben de ser tan gruesos como para facilitar el rápido flujo

del agua a través de este y a la vez lo suficientemente fino para eludir el peso del suelo a preservar.

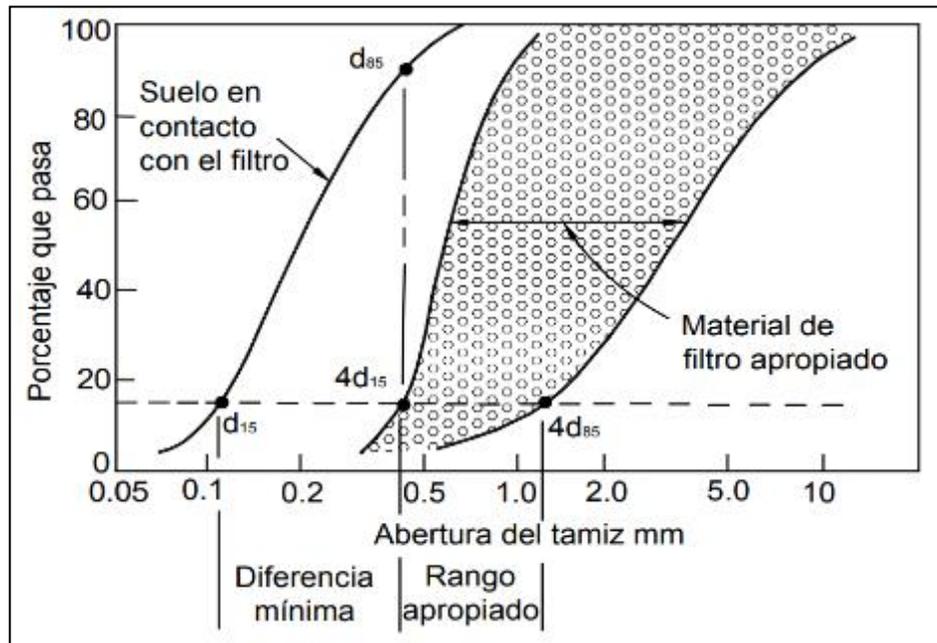


Figura 22. Diagrama de granulometría para material de filtro.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 60), por Suarez, 2009.

### Criterio de filtración

El agregado debe preservar el suelo contra la erosión interna y hacer que el agua se filtre. Para obtener este propósito se establecen ciertas relaciones provistas por distintos autores tales como:

Bertram (1940) citado por MTC (2018) propone:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} \leq 6 \text{ a } 11$$

Bertram, Terzaghi y Peck (1967) citado por MTC (2018) establecen:

$$D_{15}(\text{filtro})/D_{85}(\text{suelo}) \leq 4$$

Sherard (1984) citado por MTC (2018) se presentan fallas por erosión si la relación tiene un valor de 9.

Geotechnical Engineering Office de Hong Kong citado por MTC (2018) incluye:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} < 40$$

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} < 25$$

## Criterio de permeabilidad

Terzaghi y Peck (1948) citado por MTC (2018) establecen el criterio:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} \geq 4$$

De esta manera se garantiza un buen drenaje de aguas por el filtro, además que el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos recomiendan un límite de 5 con el objetivo de que la relación entre la permeabilidad del filtro respecto al suelo sea de 10 a 100 veces mayor.

## Permeabilidad de los suelos

Se dice que un material es permeable si tiene un contenido de vacíos continuo. Estos vacíos están contenido en todos los suelos incluido en las arcillas más densas y en prácticamente cualquier material no metálico eso incluye al granito y al concreto. (Terzaghi, Peck, & Mesri, 1996)

Gonzales, Ferrer, Ortuño y Oteo (2004) en su libro Ingeniería Geológica presentan la siguiente figura con los valores usuales de coeficiente de permeabilidad en los suelos.

Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos	
Tipo de suelo	$k$ (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	$\geq 1$
Grava uniforme (GP)	0,2-1
Grava bien graduada (GW)	0,05-0,3
Arena uniforme (SP)	$5 \times 10^{-3}$ -0,2
Arena bien graduada (SW)	$10^{-3}$ -0,1
Arena limosa (SM)	$10^{-3}$ - $5 \times 10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	$10^{-4}$ - $10^{-3}$
Limo de baja plasticidad (ML)	$5 \times 10^{-5}$ - $10^{-4}$
Arcillas de baja plasticidad (CL)	$10^{-5}$ - $10^{-2}$

Figura 23. Coeficiente de permeabilidad de distintos tipos de suelos.

Fuente: Ingeniería Geológica, 2004, (p, 30)

### f) Flujo de agua a los subdrenes de zanja

El análisis geotécnico para la evacuación y comportamiento de las aguas del subsuelo debe de ser completo, esto requiere la suma de la infiltración por

las precipitaciones, de esta manera se logra un buen cálculo de caudales y el buen diseño de los espaciamientos de los subdrenes.

Para entender el comportamiento de las aguas del subsuelo en un subdrenaje se utiliza la teoría de redes de flujo, solo aplicable en suelos homogéneos. Pero se requiere de un buen estudio de suelos para poder distinguir la diferencia de mantos, discontinuidad de las propiedades de los suelos y zonas de alta permeabilidad. Se debe recordar que si se coloca un subdrén este tiene una zona de presión igual a la presión atmosférica mientras que un suelo por debajo de su napa freática tiene una presión mayor.

Inicialmente se va a abatir el nivel freático a los lados del subdrén y después reducir la presión de poros.

### f.2) Metodología para el diseño

Se han desarrollado varios métodos para poder calcular el nivel de abatimiento de las aguas subterráneas para diferentes casos en donde las variables son principalmente el espaciamiento entre subdrenes, la profundidad del subdrenaje, el nivel inicial freático y la profundidad del estrato impermeable. En la Figura 24 se puede apreciar un diagrama de los distintos componentes terminológicos para su análisis matemático del flujo de agua.

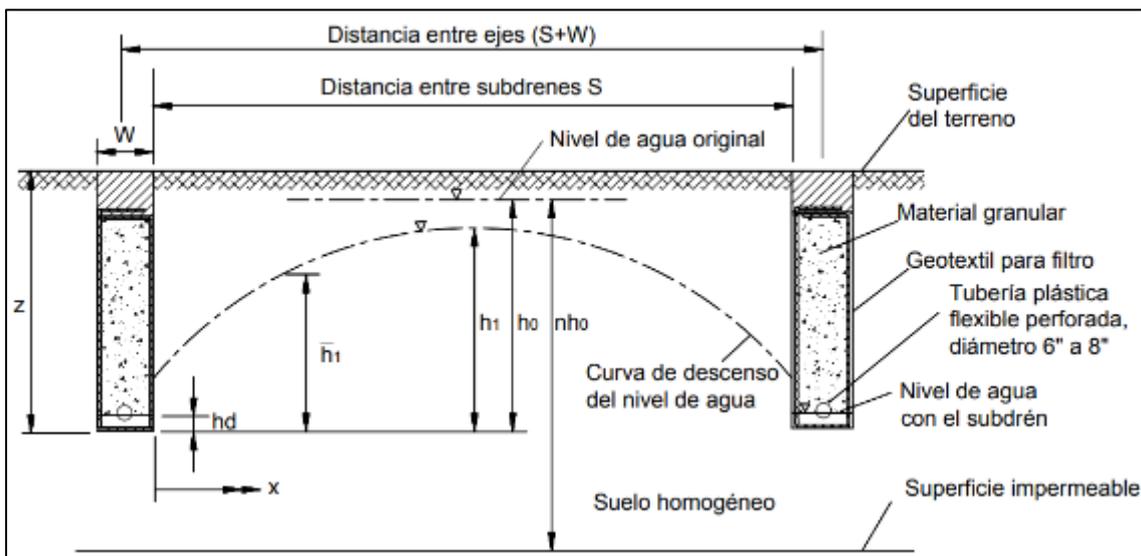


Figura 24. Terminología utilizada para la resolución matemática del flujo de aguas para los subdrenes.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 76), por Suarez, 2009.

### **Proceso empírico**

Basado en la experiencia de un experto en el comportamiento de aguas subterráneas. Toma en cuenta la profundidad, espaciamiento y otras características de los subdrenes.

### **Proceso analítico**

Este método aplica el análisis asumiendo que los drenes son paralelos y a distancias iguales unos a otros y de talud infinito. También supone que el suelo es homogéneo e isotrópico. Su objetivo final es dar una solución al nivel de la napa freática abatida utilizando la altura inicial del nivel freático antes de la presencia del subdrén, el espaciamiento entre subdrenes y su profundidad

### **Método de Hutchinson**

Hutchinson (1977) citado por Suarez (2009) aplica las técnicas de elementos finitos para predecir los flujos de agua hacia los subdrenes. También estudió los niveles freáticos abatidos por los subdrenes de zanja para casos donde se profundiza el subdrén hasta el manto impermeable o hasta un nivel parcial de este, tal como se muestra en la Figura 25 pero estos casos son solo para subdrenes paralelos y el espaciamiento es igual. En experimentos que realizó logró concluir que los abatimientos reales tienen cierto grado de similitud, pero en general, son más rectos en su curva.

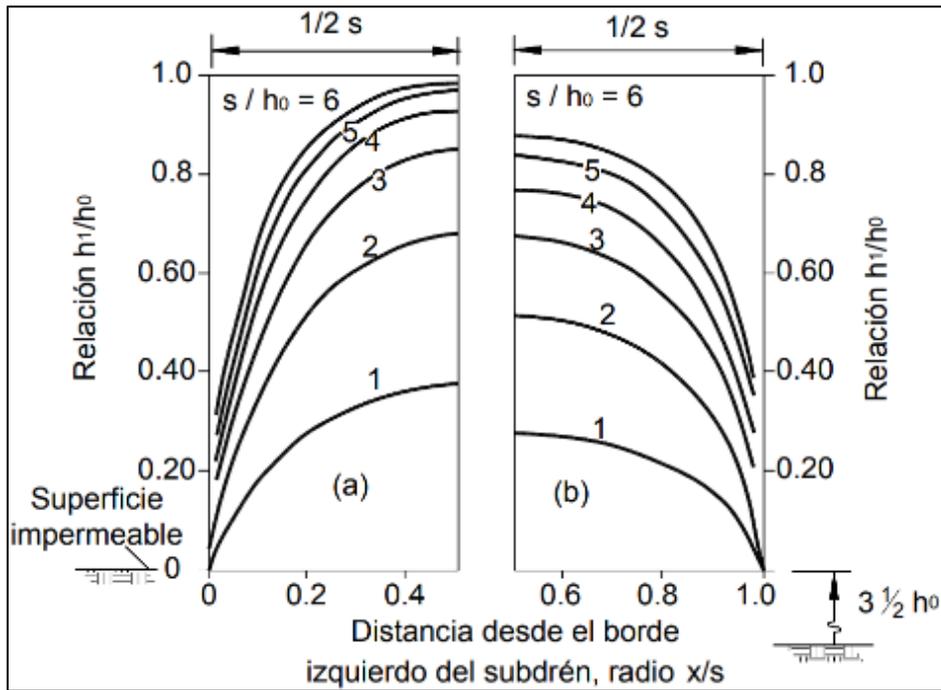


Figura 25. Curvas de abatimiento para diferentes espaciamientos en subdrenajes.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 78), por Suarez, 2009.

### Método de Stanic

Stanic (1984) citado por Suarez (2009) su solución utiliza el ángulo de talud para calcular el abatimiento máximo promedio de agua.

Descubrió que para taludes mayores de 4H:1V ya se tiene poco efecto sobre las aguas del subsuelo. Otra cosa es que concluye que la relación entre los espaciamientos y el nivel inicial de la napa freática no debe de superar un valor de 4 debido a que los deslizamientos continúan y el efecto del subdrén sobre la zona de falla es mínimo.

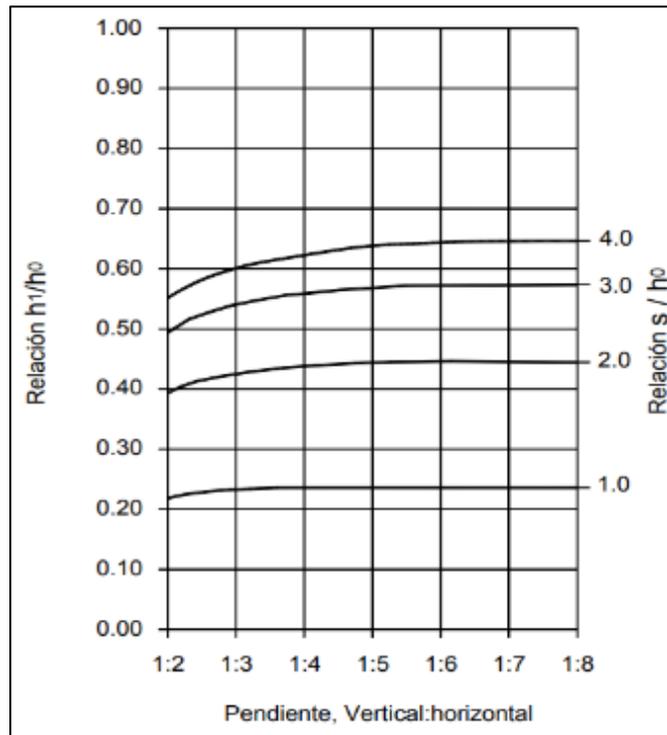


Figura 26. Curvas de abatimiento de Static cuando la base impermeable está a una profundidad de  $n = 4\frac{1}{2}$ ".

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 79), por Suarez, 2009.

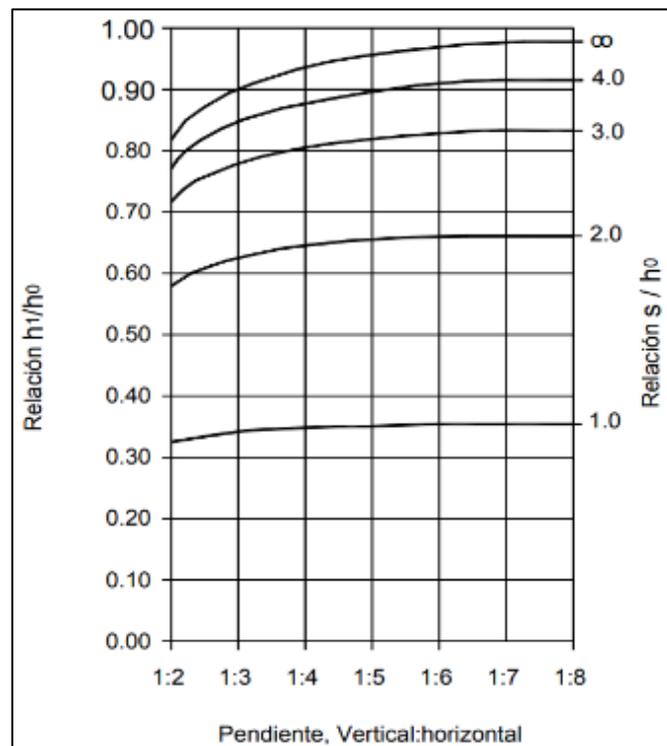


Figura 27. Curvas de abatimiento de Static cuando la base impermeable justamente debajo del subdrén.

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 79), por Suarez, 2009.

## Método de Bromhead

Bromhead (1986) citado por Suarez (2009) tomando los trabajos de Hutchinson elaboró diferentes curvas de abatimiento para los casos de cuando (a) La base impermeable está justamente debajo del subdrén y (b) cuando la base impermeable se encuentra a la profundidad de  $n=4\frac{1}{2}$ "

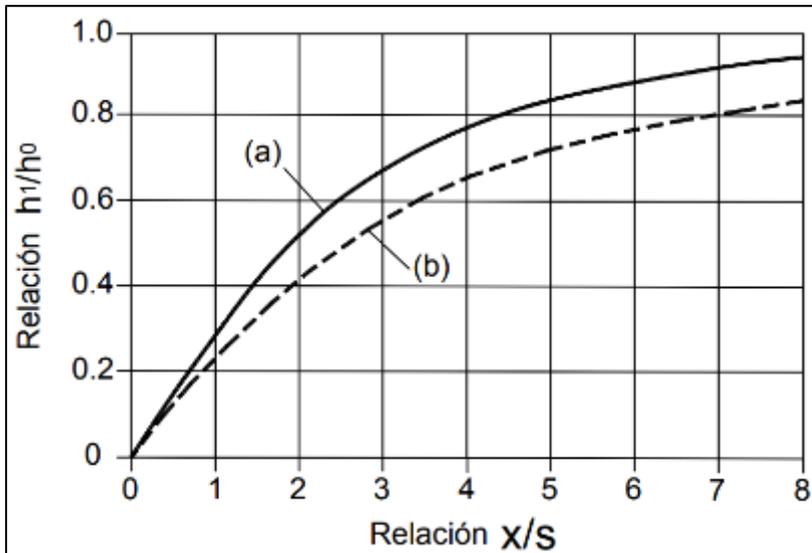


Figura 28. Curvas de abatimiento de Bromhead para los casos: (a) Con base impermeable a fondo del dren, (b) Con base impermeable a una profundidad  $n=4\frac{1}{2}$ ".

Fuente: Deslizamientos: técnicas de remediación (p. 78), por Suarez, 2009.

### g) Caja de registro y buzones

Su función principal es el mantenimiento periódico y, a su vez, sirva para evacuar las aguas a través de una cuneta, un colector, al pie de un terraplén, a un cauce natural o algún desagüe pluvial.

Al igual que en los sistemas de desagüe, se debe colocar uno en cada cambio de alineación. La distancia entre 2 cajas o buzones oscila de 80 a 100 metros, también dependen de la disposición final del subdrén y otros elementos naturales existentes.

## 2.3 Definición de términos básicos

### Geotextil filtrante

Material poroso utilizado para permitir el paso del agua a través de este evitando que el suelo fino se filtre.

**Subdrén**

Sistema que permite la evacuación de las aguas del subsuelo con el objetivo de abatir el nivel de la napa freática.

**Subrasante**

La subrasante viene a ser la capa encargada de soportar las cargas que transmite el pavimento.

**Tubería perforada**

Material que permite el ingreso del caudal de abatimiento y otras fuentes de agua que se infiltren al terreno para su evacuación hacia afuera del sistema.

**Caudal de abatimiento**

Caudal de agua producto del nivel de la napa freática.

**Presión de poros**

Es la presión del agua por debajo del nivel freático.

**Coeficiente de uniformidad**

Es la evaluación de la uniformidad del tamaño de las partículas en la curva granulométrica, permite seleccionar a los suelos bien gradados y los pobremente graduados.

**Porosidad**

Son los espacios vacíos que dispone un material el cual permite la retención o el paso del agua a través de estos vacíos.

**2.4 Formulación de hipótesis****2.4.1 Hipótesis general:**

El diseño de un subdrén contribuye de manera óptima en la evacuación de las aguas del subsuelo haciendo que el nivel de la napa freática esté por debajo de la subrasante y evitando así los asentamientos en la avenida

Chiclayo en el tramo 0+000 km al 1+000 km ubicado en el distrito José Leonardo Ortiz – Provincia Chiclayo- Departamento De Lambayeque.

#### **2.4.2 Hipótesis específicas:**

1. Los estudios preliminares del diseño de un subdrén contribuyen con información relevante para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Vía Canal de la Avenida Chiclayo.

2. El caudal de diseño estimado ayudará a determinar los parámetros de diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Vía canal de la Avenida Chiclayo

3. La sección transversal del subdrén incrementa el caudal de abatimiento debido a mayor contacto en la vía canal de la avenida Chiclayo.

4. La malla geotextil del subdrén filtrará las aguas del subsuelo sin colmatarse en la vía canal de la avenida Chiclayo.

5. El diámetro del tubo de evacuación del subdrén permite evacuar todo el caudal de abatimiento de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo.

#### **2.5 Variables**

**a. Variable independiente:**

Diseño de un subdrén.

**b. Variable dependiente:**

Evacuación de las aguas del subsuelo.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Variables y definición operacional**

#### **3.1.1 Diseño metodológico**

La presente investigación es de tipo aplicada, se basa en resolver problemas, detalla las características del diseño, elabora alternativas de intervención, se propone un diseño de subdrén para mitigar el deterioro del pavimento rígido. Asimismo, la presente investigación tiene un diseño no experimental debido a que en ningún momento de la investigación se hará la manipulación de variables puesto que la toma de datos para la variable independiente se obtienen directamente de los estudios que se realizan a la muestra. También será del tipo transaccional o transversal debido a que los datos se obtendrán en un solo momento dado.

El nivel de la investigación es de carácter explicativo, donde la propuesta de diseño mejorará la infraestructura de la vía canal de la avenida Chiclayo. También tiene el carácter de exploratorio, ya que hay muy poca documentación del tema.

La investigación será mixta puesto que se van a integrar los métodos cuantitativo y cualitativo; cuantitativo puesto que se requiere recopilar datos numéricos y procesarlos para obtener resultados; y cualitativo porque la investigación requiere la inferencia producto de la información recopilada para de esta manera lograr mayor entendimiento del estudio.



Figura 29. Diseño metodológico.

Elaboración: los autores.

### 3.2 Diseño muestral

#### 3.2.1 Población

La población del estudio está conformada por los 6.3 Km del Vía Canal de la Avenida Chiclayo debido a que es el conjunto del caso a estudiar y todos los estudios deben de ser realizados en el sitio.

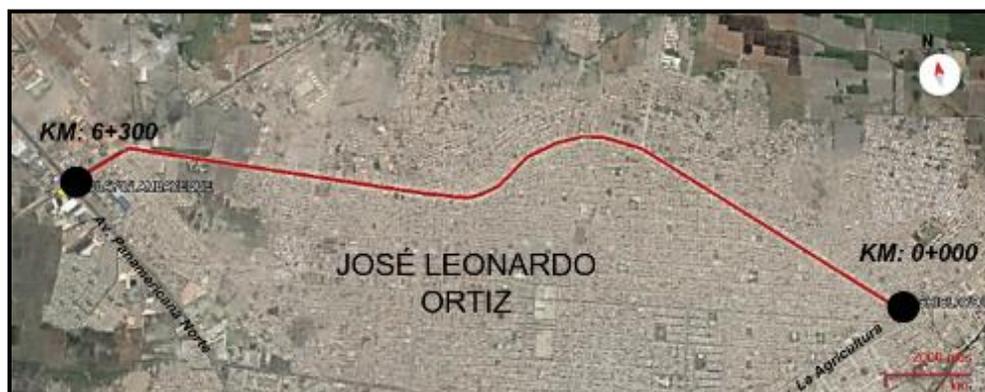


Figura 30. Localización de la Av. Chiclayo.

Fuente: Google Earth. Elaboración: los autores.

#### 3.2.2 Muestra

La muestra fue el tramo 0+000 Km al 1+000 Km del Vía Canal de la avenida Chiclayo, de la clase no probabilística porque informalmente se elige la muestra de estudio dependiendo de dónde se encuentra más dañado el pavimento a simple vista.

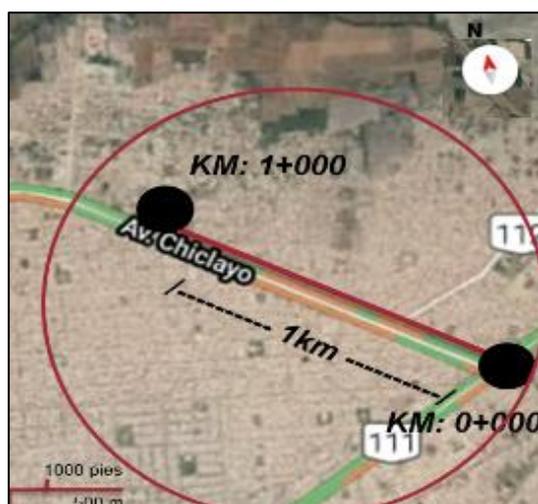


Figura 31. Ubicación inicial y final de la muestra del tramo de estudio.

Fuente: Google Earth. Elaboración: los autores.

### 3.2.3 Muestreo no probabilístico por conveniencia

Se toma la muestra a conveniencia debido a que tenemos acceso y es la zona más dañada de toda la vía canal.

### 3.3 Técnicas de recolección de datos

**Estudios topográficos:** Para obtener la pendiente del subdrén mediante el levantamiento topográfico en planimetría y altimetría.

**Estudio de mecánica de suelos:** Con los estudios básicos de mecánica de suelos se va a poder tener una estratificación y un perfil del suelo, así como los datos requeridos para poder emplearlos en las ecuaciones para subdrén es del MTC.

### 3.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

**Hojas de cálculo:** debido a que se basa la evaluación de cada una de las variables objeto de estudio, se procede a la cuantificación de los datos, el cual nos permitirá el desarrollo de la contratación de la hipótesis que se ha formulado, llevándose a cabo por medio del programa Microsoft Excel.

**Programa de dibujo:** Empleado para el dibujo final del diseño del drenaje francés AutoCAD.

**Programa de cálculo:** Empleado para el cálculo del diámetro de la tubería.

**Programa de Diseño de canales:** Software para el procesamiento y diseño de canales hidráulicas por gravedad, se lo emplea para el diseño de la tubería perforada.

### 3.5 Aspectos éticos

Los criterios éticos en lo que se basa la investigación están ligados a la veracidad y fidelidad de los datos obtenidos por los investigadores al momento de realizar los estudios preliminares. Esta investigación cuenta con los principios de no a la malicia y de la no beneficencia. Y a su vez esta investigación será donada a Provías descentralizado Zona II Lambayeque. Lo antes mencionado, nos conlleva a comprometernos a diseñar un subdrén, con las normas respectivas a cada proceso de construcción.

### 3.6 Procedimiento.

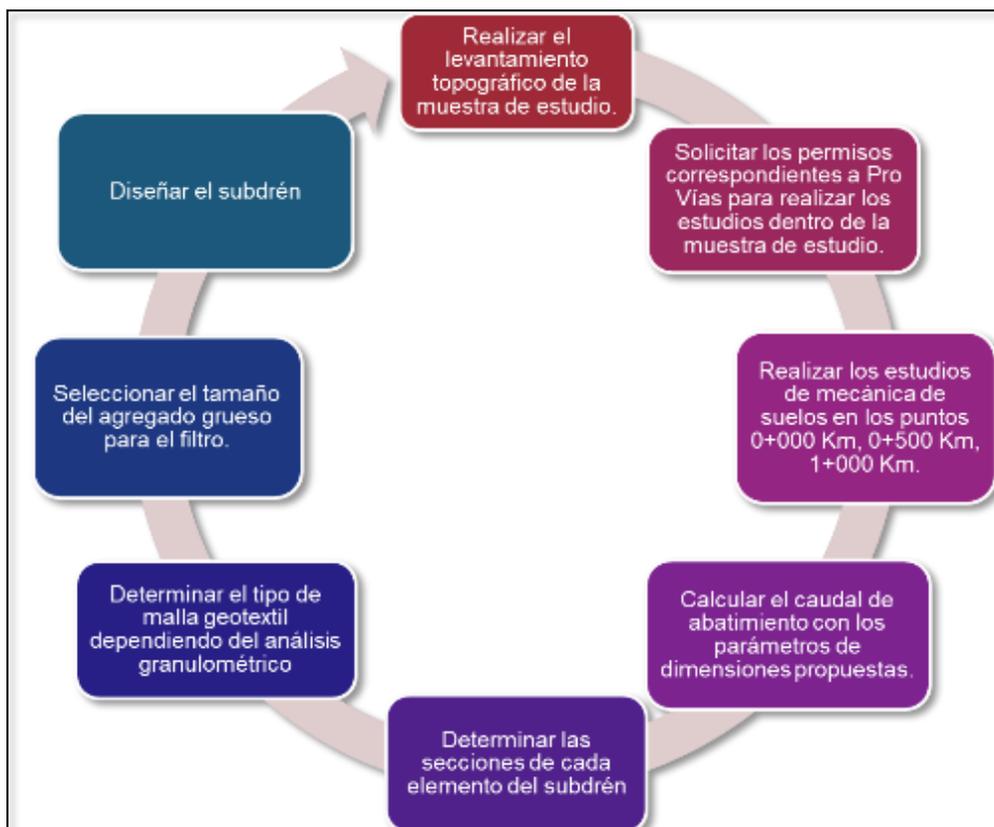


Figura 32. Procedimiento del trabajo de investigación.

Elaboración: los autores.

## CAPÍTULO IV DESARROLLO

### 4.1 Estudios preliminares

#### 4.1.1 Estudio topográfico

Para la realización del levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes equipos como: 01 Estación Total de la marca Leica TS02, 02 Prismas, 01 Trípode, 01 Mira, 01 Wincha, 01 Libreta de campo.



Figura 33. Personal técnico y equipos.

Elaboración: los autores.

El equipo se instalaba en los puentes peatonales donde tenía mejor visión sobre los prismeros.

Se elaboró el perfil longitudinal en toda la extensión de 1 kilómetro como se puede apreciar en el anexo 6.

También se aprecia en el anexo 6 las secciones transversales.

#### 4.1.2. Estudio de suelos.

Primero se realizó la recolección de datos en diferentes calicatas las cuales fueron la calicata 1 ubicada en el Km 0+050; calicata 2, Km 0+500; calicata 3, Km 1+000.



Figura 34. Ubicación de las calicatas en planta.

Fuente: Google Maps. Elaboración: los autores.

Las muestras de suelo fueron extraídas y entregadas a Consultoría Selva, laboratorio de mecánica de suelos para su procesamiento, en este caso se realizaron los Ensayo de Análisis Granulométrico De Suelos Por Tamizado (MTC E 107) llevando la muestra en baldes sellados con un peso aproximado de más de 10 kilogramos, se ordenaron los datos obtenidos por el laboratorio de mecánica de suelos en la Tabla 9.

En el anexo 4 se muestran los resultados detallados de los ensayos de mecánica de suelos.

En el anexo 4 se aprecia los datos obtenidos de la granulometría dado por el laboratorio, de cada uno de los resultados mostrados en la Tabla 9.

## 4.2 Caudal de diseño

### 4.2.1 Caudal de abatimiento

Tendiendo los datos se pueden procesarlos y obtener el caudal de abatimiento de la ecuación

$$Q = K \times i \times Ae$$

Donde k es el promedio de la permeabilidad para arenas pobremente gradadas según el MTC (2018)

$$K = 0.005 \text{ cm/s}$$

Para cuestiones de resolución se suponen las dimensiones del subdrén que en este caso se supone que debe tener unas medidas de 1.75 m x 2.25 m.

#### Para el tramo 1-2 de la Calicata 1 a la Calicata 2:

“i” viene a estar dado por la ecuación de

$$i = \frac{Nd - Nf}{B}$$

Nd viene a ser 1.55 m. y Nf viene a ser el nivel freático por debajo del pavimento rígido que en este caso es 0.05 m. y 0.30m.

B es la mitad del ancho de la calzada de la Vía Canal sumado con el espesor de las paredes de concreto.

En este caso B = 4.1 m.

$$i_1 = \frac{1.55 - 0.05}{4.1}$$

$$i_1 = 0.366$$

$$i_2 = \frac{1.55 - 0.30}{4.1}$$

$$i_2 = 0.305$$

$$i_{\text{promedio}} = 0.335$$

Ahora se debe calcular el valor de Ae cuya figura es un trapecio y por lo tanto se puede encontrar de la siguiente manera:

L = 500 metros.

$$Ae = \frac{(Nd - Nf_{\text{Calicata 1}}) + (Nd - Nf_{\text{Calicata 2}})}{2} * L * 10000$$

Con las unidades en m<sup>2</sup> el valor de 10,000 lo convierte en cm<sup>2</sup>.

$$Ae = \frac{(1.55 - 0.30) + (1.55 - 0.05)}{2} * 500 * 10000$$

$$Ae = 6,875,000 \text{ cm}^2$$

Ahora se calcular el caudal de abatimiento para el tramo 1-2:

$$"k" = 0.005 \text{ cm/s}$$

$$"i" = 0.335$$

$$Ae = 6,875,000 \text{ cm}^2$$

$$Q \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right) = 0.005 * 0.335 * 6,875,000$$

$$Q = 11,524 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Caudal de abatimiento para el tramo 1-2:

$$Q = 11.52 \text{ L/s}$$

### **Para el tramo 2-3 de la Calicata 2 a la Calicata 3:**

Nd viene a ser 1.55 m. y Nf viene a ser el nivel freático por debajo del pavimento rígido que en este caso es 0.30 m. y 0.50m.

B es la mitad del ancho de la calzada de la Vía Canal sumado con el espesor de las paredes de concreto.

En este caso B = 4.1 m.

$$"i" 2 = \frac{1.55-0.30}{4.1}$$

$$"i" 2 = 0.305$$

$$"i" 3 = \frac{1.55-0.50}{4.1}$$

$$"i" 3 = 0.256$$

$$"i" \text{ promedio} = 0.280$$

Ahora se debe calcular el valor de Ae cuya figura es un trapecio y por lo tanto se puede encontrar de la siguiente manera:

L = 500 metros.

$$Ae = \frac{(Nd - Nf_{calicata 1}) + (Nd - Nf_{calicata 2})}{2} * L * 10000$$

Con las unidades en m<sup>2</sup> el valor de 10,000 lo convierte en cm<sup>2</sup>.

$$Ae = \frac{(1.55 - 0.30) + (1.55 - 0.50)}{2} * 500 * 10000$$

$$Ae = 5,750,000 \text{ cm}^2$$

Ahora se calcular el caudal de abatimiento para el tramo 1-2:

$$"k" = 0.005 \text{ cm/s}$$

$$"i" = 0.256$$

$$Ae = 5,750,000 \text{ cm}^2$$

$$Q \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right) = 0.005 * 0.256 * 5,750,000$$

$$Q = 8,064 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Caudal de abatimiento para el tramo 1-2:

$$Q = 8.06 \text{ L/s}$$

#### **Caudal de abatimiento total**

$$Q = 11.52 + 8.06$$

$$Q = 19.58 \text{ L/s}$$

### **4.3 Sección transversal**

#### **4.3.1 Determinación de la sección transversal**

Ahora se realiza la verificación de área escogida inicialmente mediante la ecuación:

$$Qf = V \times i \times A$$

Primero se debe determinar la pendiente del subdrén que en este caso será igual a 0.17% puesto que gracias al levantamiento topográfico se obtuvo ese valor.

Lo siguiente es determinar la velocidad del flujo utilizando la gráfica de la Figura 21. Para mejor comportamiento del flujo dentro del subdrén se diseñará con el agregado grueso más grande (2" o 50 mm).

"Qf" es el caudal de abatimiento el cual tiene un valor de 19.58 L/s

“V” es la velocidad que con una pendiente de 0.5% y de 2” de agregado se obtiene un valor de 0.5 cm/s.

“i” tiene un valor de 1 en caso de subdrenes según el MTC (2018)  
Con estos valores se puede despejar el área.

$$19.58 * 1000 = 0.5 * 1 * A$$

El caudal se multiplica por 1000 para transformarlo a cm/s. de esta manera se despeja A.

$$A = 39,160 \text{ cm}^2$$

Motivo por el que la pendiente es tan baja es que el valor del área da muy elevado a lo cual el diseño no podría cumplir con la parte de la sección transversal puesto que la propuesta es de 1.75 m x 2.25 m dando un total de 39,375 cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.2 Material granular

Para el diseño del material granular se deben seguir los criterios del MTC (2018) los cuales son:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} \leq 6 \text{ a } 9$$

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} < 25$$

$$5 \leq \frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} < 40$$

Para comprobar el diseño que concuerde con los datos se obtiene la siguiente propuesta de resultados.

$$D_{15}(\text{filtro}) = 9.500 \text{ mm}$$

$$D_{50}(\text{filtro}) = 37.500 \text{ mm}$$

Reemplazando los datos se tienen los siguientes resultados:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} = \frac{9.500}{9.280} = 1.02 \leq 6$$

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} = \frac{37.500}{1.740} = 21.53 < 25$$

$$5 \leq \frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} = \frac{9.500}{0.25} = 38.29 < 40$$

El diseño del material de filtro cumple con las especificaciones requeridas.

**Tabla 5**

*Diseño del Material Granular*

Tamiz	Abertura	% Pasa
3"	75.000	100
2 1/2"	63.000	100
2"	50.000	85-100
1 1/2"	37.500	50-85
1"	25.000	40-50
3/4"	19.000	30-40
1/2"	12.500	20-30
3/8"	9.500	15-20
1/4"	6.300	10-15
Nº4	4.750	0-10
Nº10	2.000	0-10
Nº20	0.850	0-5
N40	0.425	0-5
Nº60	0.250	0-2
Nº140	0.106	0-2
Nº200	0.075	0-1

Elaboración: los autores.

## 4.4 Malla geotextil

### 4.4.1 Diseño del geotextil

Primero se debe encontrar el Tamaño de la Abertura, para ello se sigue la ecuación:

$$TAA < D_{85} * B$$

Donde D85 es 9.28 mm tomando el menor valor obtenido en el estudio de mecánica de suelos

Para obtener el valor de "B" primero se tiene que obtener el  $C_u$

$$C_u = D_{60} * D_{10}$$

Los valores de  $C_u$  se encuentran en la Tabla 9.

Si  $C_u$  supera el valor de 8;  $B = 1$ .

$$TAA < 9.28 * 1$$

$$TAA < 9.28 \text{ mm}$$

El AASHTO (1986) citado por el MTC (2018) establece que el valor mínimo del  $TAA < 0.30$  mm.

Entonces para este caso el tamaño de abertura del geotextil según el fabricante debe cumplir que tenga una abertura menor de 0.30 mm.

### 4.4.2. Criterio de permeabilidad del geotextil

Otra propiedad que debe cumplir es que el valor de coeficiente de permeabilidad del geotextil debe ser 10 veces mayor que la permeabilidad del suelo adyacente.

La permeabilidad del suelo adyacente es:

$$K_s = 0.005 \text{ cm/s}$$

$$K_g \geq 10 * K_s$$

$$K_g \geq 10 * 0.005$$

$$K_g \geq 0.05 \text{ cm/s}$$

La permeabilidad del geotextil debe de ser igual o superior a 0.05 cm/s.

#### 4.4.3. Criterio de colmatación

El geotextil elegido del fabricante debe tener una porosidad mayor al 50% como lo recomienda Chistopher y Holtz (1985), y Koemer (1990) citados en el MTC (2018) con el fin de evitar que las partículas queden atrapadas y saturen los filamentos del geotextil.

#### 4.4.4. Criterio de supervivencia

Por motivo de que el geotextil se encuentra en una zona de pura arena y en cierta cantidad grava sin presencia de material orgánico como ramas, raíces, etc y debido a que este se va a encontrar por debajo de la subbase. Se puede asumir un geotextil de clase 3.

#### 4.4.5. Comprobación de la permitividad

La compañía LIHARPERU INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA ofrece diferentes productos de geotextiles no tejidos y entre ellos los más comerciales y que tienen en stock son el GE 20 y el GE 30.

De la ecuación

$$\frac{K}{t} = \frac{q}{\Delta h \times A}$$

k/t le corresponde a la permitividad del fabricante y  $q / (\Delta h \times A)$  puede reescribirse como  $Q / (\Delta h \times H \times L)$  donde sus valores pertenecen al subdrén.

“Q” es el caudal, en este caso el caudal es 0.0196 m<sup>3</sup>/s,  $\Delta h$  tiene un valor de 2.25 m y L es 1000 metros.

“H” es la altura del subdrén.

Al reemplazar los datos se tiene:

$$\varphi_{requerida} = \frac{0.0196}{2.25 * 2.25 * 1000}$$

$$\varphi_{requerida} = 3.87 \times 10^{-6} \text{ seg}^{-1}$$

Resolviendo esta división se obtiene que la permitividad del geotextil debe tener  $\phi$  requerida es  $3.87 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ .

Escogemos el geotextil comercial que satisfaga con todos los criterios que en este caso es el GE 20, como características mecánicas se tiene que el geotextil tiene las siguientes propiedades:

**Tabla 6**

*Propiedades del Geotextil Ecológico*

	unidad	GE 20
<b>Características físicas</b>		
Peso m <sup>2</sup>	g/m	200
Espesor	mm	1.8
<b>Características mecánicas</b>		
Carga transversal	N	460
Estiramiento transversal	%	> 50
Carga longitudinal	N	320
Estiramiento longitudinal	%	> 50
Resistencia al punzonado	N	310
<b>Características hidráulicas</b>		
Permitividad	seg <sup>-1</sup>	2.1
Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0.37
Abertura aparente	mm	0.13
Longitud del rollo	mm	100
Ancho del geotextil	m	4
Superficie	m <sup>2</sup>	400
Peso por rollos	kg	60

Fuente: LIHAR PERU S.A.C., 2019.

Ahora se debe hacer la comprobación de la permitividad entre lo requerido con el admisible, la permitividad que presenta el fabricante es el valor último que puede adoptar y siguiendo la siguiente ecuación y junto con los factores de seguridad de la Tabla 4 se pueden escoger los requeridos para este caso.

$$\psi_{adm} = \frac{\psi_{ult}}{FR_{SCB} * FR_{CR} * FR_{IN} * FR_{CC} * FR_{BC}}$$

$$\Psi_{ult} = 2.1 \text{ seg}^{-1} \text{ (Según fabricante)}$$

$FR_{SCB} = 2.5$ , se toma este valor por la poca presencia de material fino

$FR_{CR} = 1.5$ , debido a que está en una zona con bastante movimiento vehicular pesado y puede provocar que el geotextil se encoja.

$FR_{IN} = 1.1$ , se toma este valor para tener seguridad en caso de que las partículas finas se atajen dentro de los poros e impidan el flujo del agua subterránea.

$FR_{CC} = 1.5$ , por motivo que se desconoce si hay presencia química se decide adoptar el valor más alto por seguridad.

$FR_{BC} = 3.0$ , debido a que hay presencia de desagües colapsado a lo que el agua contaminada se mezcla junto con el terreno y aflorarían las bacterias.

$$\psi_{adm} = \frac{2.1}{2.5 * 1.5 * 1.1 * 1.5 * 3.0}$$

$$\psi_{adm} = 0.113 \text{ seg}^{-1}$$

$$FR_G = \frac{0.113}{3.87 \times 10^{-6}} \gg 1$$

$$FR_G = 29,186 \gg 1$$

Con estos datos finalmente se puede hacer la comprobación matemática de que el nivel de la napa freática estará por debajo de la subrasante.

El nivel de la subrasante por debajo del pavimento rígido según es proyecto es a 0.20 m.

#### **4.5 Diámetro del tubo**

##### **4.5.1 Determinar el diámetro de la tubería perforada**

Utilizando la ecuación de Manning y el programa de Hcanales se puede obtener el diámetro supuesto del tubo.

$$Q = \frac{A \times Rh^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Q es 19.58 L/s.

S es 0.5% o 0.005.

n es 0.013.

Rh es el radio hidráulico o lo mismo que Área / Perímetro mojado.

La ecuación de Manning se puede reescribir en.

$$Q = \frac{\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \times S^{1/2}}{n}$$

Primero suponemos un diámetro de tubo de 200 mm. Y con el programa Hcanales comprobamos que el tirante hidráulico esté por debajo del diámetro del tubo, se ejecutará el programa con la mitad del caudal puesto que se proponen 2 tubos para el diseño y por tanto cada tubo en promedio captará la mitad del caudal de abatimiento.

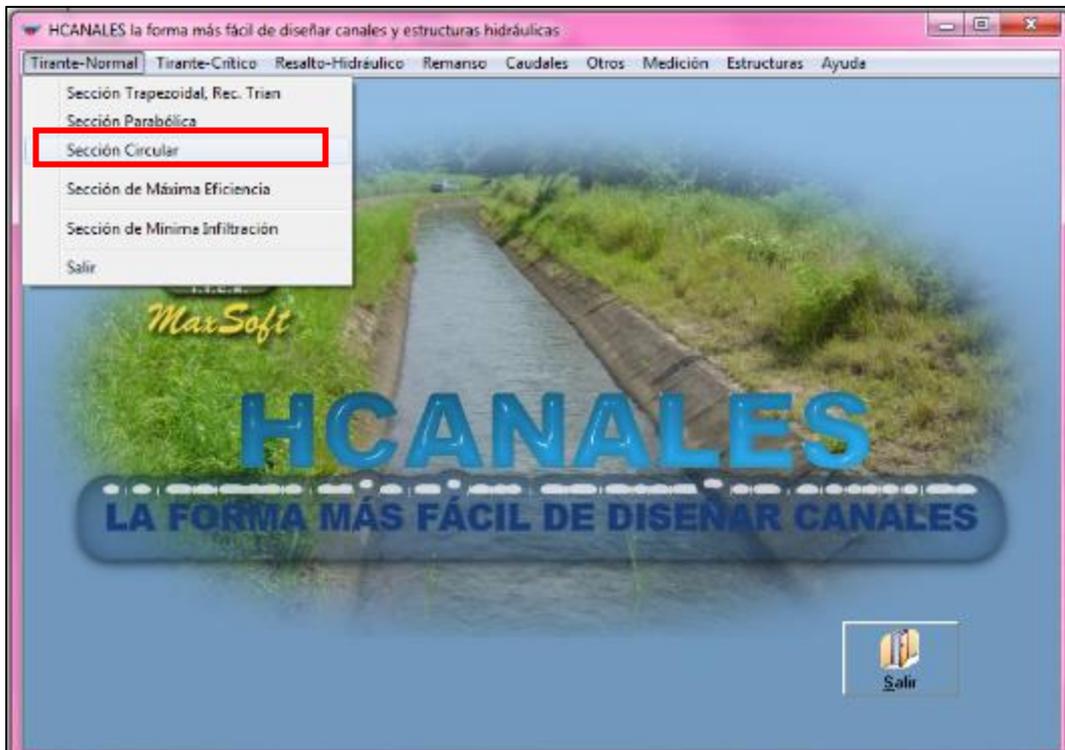


Figura 35. Selección de sección para la tubería.

Fuente: Hcanales 3.0. Elaboración: los autores.

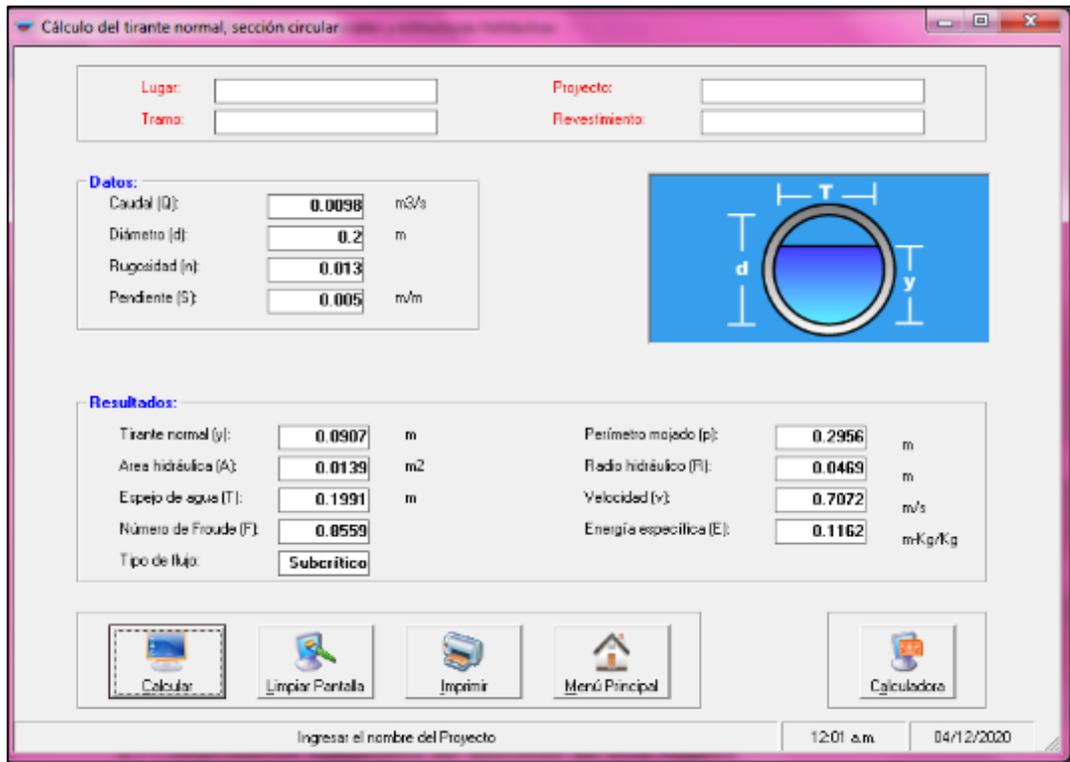


Figura 36. Resultado de Hcanales luego de procesar los datos.

Fuente: Hcanales 3.0. Elaboración: los autores.

Se obtiene un tirante de 0.091 m o 9.1 cm entonces es correcto el diseño para el primer kilómetro.

#### 4.6 Comprobación matemática del descenso del nivel freático

Primero se deben completar los datos de la Figura 24. En este caso.

Nivel Freático = 0.05 m

$hd = \text{Tirante} + 0.10\text{m} = 0.078 + 0.10 = 0.178 \text{ m.}$

$Z = 1.55 \text{ m.}$

$h_0 = Z - \text{Nivel freático} = 1.55 - 0.05 = 1.50 \text{ m.}$

$s = 8.20 \text{ m.}$

$s/h_0 = 8.20 / 1.50 = 5.47$

Ahora se debe escoger cuál de las curvas seguir de la Figura 25 puesto que una se encuentra con su zona impermeable justamente debajo del subdrén o donde la zona impermeable se encuentra muy por debajo del subdrén.

Teniendo en cuenta la entrevista que se tuvo con el Ingeniero Wiston Segura Saavedra se toma el gráfico (b) donde la capa impermeable está muy por debajo puesto que nos aseguró por su experiencia de obras realizadas en

las inmediaciones de la vía canal de la Avenida Chiclayo es que no encuentras algún estrato impermeable ni a 9 metros de profundidad.

Primero se desarrolló en la Tabla 7 los datos que se pueden extraer de los gráficos.

**Tabla 7**

*Valores de  $h1/h0$  con la distancia  $x/s$*

$x/s$	$h1/h0$					
	$s/h0=1$	$s/h0=2$	$s/h0=3$	$s/h0=4$	$s/h0=5$	$s/h0=6$
0.00	0.0000	0.0000	0.1201	0.1882	0.2572	0.2781
0.05	0.1002	0.2184	0.3190	0.3891	0.4655	0.5144
0.10	0.1567	0.3121	0.4405	0.5085	0.5930	0.6515
0.15	0.1910	0.3735	0.5113	0.5966	0.6741	0.7312
0.20	0.2152	0.4184	0.5619	0.6605	0.7324	0.7870
0.25	0.2351	0.4509	0.5984	0.7017	0.7752	0.8191
0.30	0.2517	0.4755	0.6263	0.7309	0.7997	0.8434
0.35	0.2620	0.4936	0.6472	0.7509	0.8162	0.8611
0.40	0.2687	0.5057	0.6619	0.7633	0.8283	0.8729
0.45	0.2733	0.5123	0.6710	0.7686	0.8360	0.8792
0.50	0.2766	0.5142	0.6751	0.7715	0.8399	0.8805

Fuente: Suarez (2009). Elaboración: los autores.

Debido a que  $s/h0$  es un valor entre 5 y 6 se debe interpolar los datos, al hacer la resolución matemática del resto de datos se obtiene la siguiente Tabla 8.

**Tabla 8**

*Datos procesados de la interpolación*

$x/s$	$s/h0=5.467$	$x$ (m)	$h1$ (m)
0.00	0.2670	0.00	0.40
0.05	0.4883	0.41	0.73
0.10	0.6203	0.82	0.93
0.15	0.7007	1.23	1.05
0.20	0.7579	1.64	1.14
0.25	0.7957	2.05	1.19
0.30	0.8201	2.46	1.23
0.35	0.8371	2.87	1.26
0.40	0.8491	3.28	1.27
0.45	0.8561	3.69	1.28
0.50	0.8589	4.10	1.29

Elaboración: los autores.

“x” es la distancia desde la cara del subdrén hacia el centro de la calzada.

“h1” es el nivel de abatimiento calculado matemáticamente.

Para hacer la comprobación se debe realizar la siguiente ecuación:

$$Z - \text{Base granular} > h1 \text{ (cuando } \frac{x}{s} = 0.50)$$

$$1.55 - 0.20 > 1.29$$

$$1.35 > 1.29$$

Finalmente se obtiene que se cumple con lo requerido para poder abatir el agua por debajo de la subrasante.

## CAPÍTULO V RESULTADOS

### 5.1 Estudios preliminares

#### 5.1.1 Estudios topográficos

El estudio topográfico demuestra que la pendiente de la vía canal en el tramo de 0+000 Km al 1+000 Km es de 0.17%

#### 5.1.2 Estudios de suelos

Los resultados del estudio de suelos son los de la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Datos de las calicatas*

	Calicata 01 (0+050 Km)	Calicata 02 (0+500 Km)	Calicata 03 (1+000 Km)
Nivel de NF (m)	0.05	0.30	0.50
Contenido de humedad	29.16%	26.79%	26.89%
Limite Liquido	43	54	32
Limite Plástico	18	28	14
Índice de plasticidad	25	26	18
SUCS	SP	SP	SP
Permeabilidad (cm/s)	0.005	0.005	0.005
D85	10.47	11.21	9.28
D60	3.16	4.55	2.59
D50	1.65	2.15	1.43
D30	0.53	0.57	0.51
D15	0.23	0.26	0.25
D10	0.14	0.17	0.16
Cu	23.22	27.43	16.48
Cc	0.65	0.43	0.64

Elaboración: los autores.

## 5.2 Caudal de diseño

El caudal de abatimiento es de 19.58 L/s.

## 5.3 Sección transversal del subdrén

Las medidas de la sección transversal es 1.75 m x 2.25 m. Donde también dentro del subdrén se diseñará con el agregado grueso más grande (2" o 50 mm)

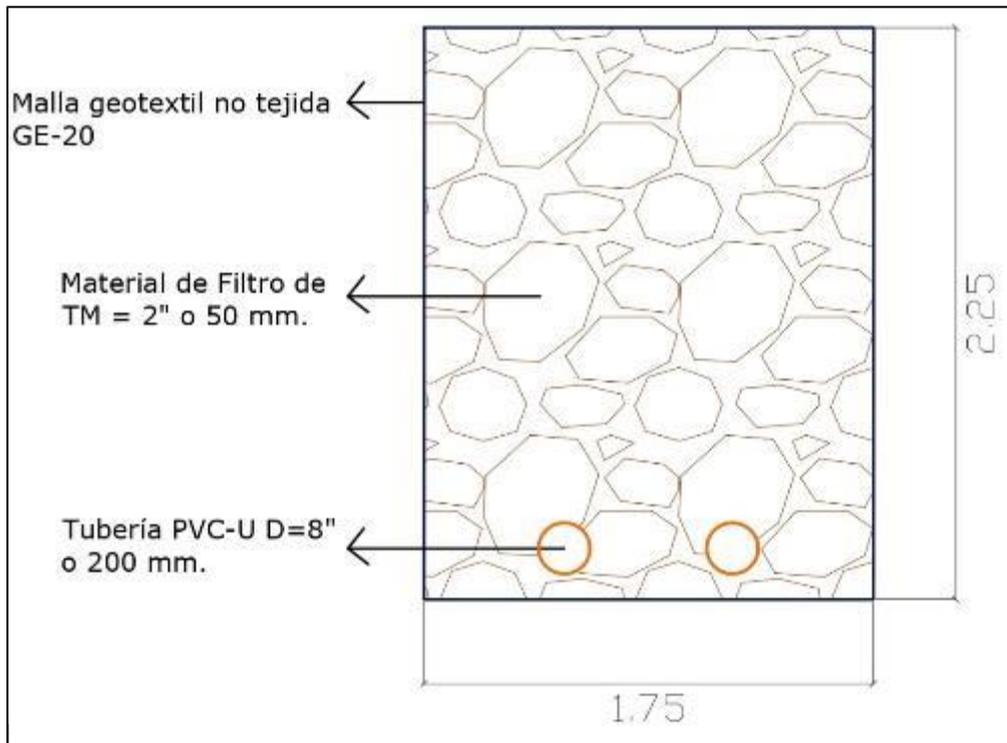


Figura 37. Sección del subdrén.

Elaboración: los autores.

## 5.4 Tipo de malla geotextil

La malla geotextil se utilizará la GE-20 o similares en propiedades técnicas y mecánicas.

**Tabla 10**

*Propiedades del Geotextil Ecológico*

	unidad	GE 20
Peso m <sup>2</sup>	g/m	200
Espesor	mm	1.8
Permitividad	seg <sup>-1</sup>	2.1
Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0.37
Abertura aparente	mm	0.13

Elaboración: los autores.

### **5.5 Diámetro del tubo**

Se requieren 2 tubos de PVC-U 200 mm o 8 pulgadas x 6.10 mm S-25 NTP ISO 4435.

### **5.6 Diseño del subdrén**

Finalmente se puede obtener el diseño final del subdrén el cual es la Figura 38.

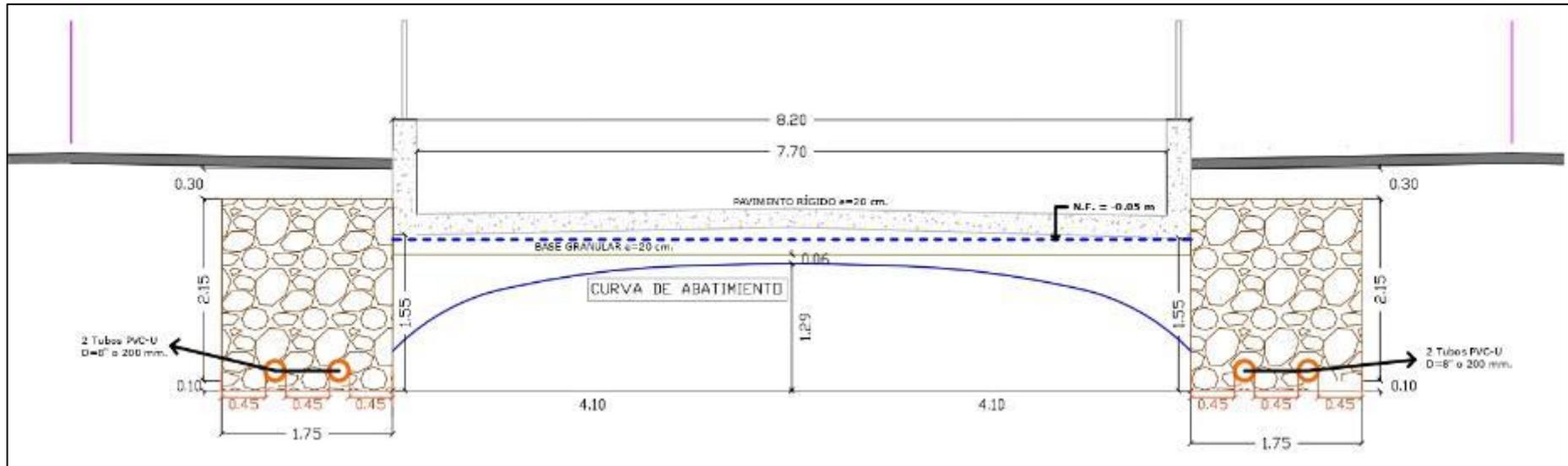


Figura 38. Sección transversal de la vía canal de la Avenida Chiclayo – Diseño del subdrén  
 Elaboración: los autores.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN**

#### **6.1 Contratación de hipótesis**

**H1:** La presente investigación se confirma que la hipótesis 1 es verdadera, debido a que los estudios preliminares contribuyen con información relevante para el diseño del subdrén en la vía canal de la avenida Chiclayo puesto que se obtiene la pendiente de la vía canal, la granulometría del suelo y nivel freático.

Al llevar a cabo los estudios preliminares se obtuvieron los siguientes parámetros: el estudio topográfico nos determinó una pendiente de 0.17%; el estudio de mecánica de suelo estableció una composición de arena pobremente graduada donde los niveles freáticos encontrados en la calicata 1: 0.05 m; calicata 2: 0.30 m y calicata 3: 0.50 m.

Estos resultados son requeridos en el diseño del subdrén conforme al manual del MTC (2018)

**Tabla 11**

*Contrastación de hipótesis específica 1.*

<b>Hipótesis planteada</b>	<b>Experiencias obtenidas</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Los estudios preliminares del diseño de un subdrén con contribuyen con información relevante para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Vía Canal de la Avenida Chiclayo</b>	Los estudios preliminares representan la base para el diseño del subdrenaje, siendo estos datos la pendiente, la granulometría y el nivel freático.	Se confirma que la hipótesis 1 es verdadera, gracias a estos estudios preliminares se puede desarrollar el diseño del subdrén.

Elaboración: los autores.

**H2:** La presente investigación confirma que la hipótesis 2 es válida, puesto que el caudal de diseño obtenido permitió el cálculo de la sección transversal y el diámetro del tubo.

Al realizar el cálculo matemático del caudal de diseño se obtuvo que en el primer kilómetro existe un caudal de abatimiento de 19.58 L/s.

Estos resultados son requeridos en el diseño del subdrén conforme al manual del MTC (2018)

**Tabla 12***Contrastación de hipótesis específica 2*

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
<b>El caudal de diseño estimado ayudará a determinar los parámetros de diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Vía canal de la Avenida Chiclayo</b>	Al determinar el caudal de diseño permitió el desarrollo de la sección transversal y el diámetro del tubo perforado.	Se confirma que la hipótesis 2 es verdadera puesto que gracias al caudal de diseño se puede desarrollar los parámetros de la sección transversal y el diámetro del tubo.

Elaboración: los autores.

**H3:** En la presente investigación la hipótesis 3 se encontró falsa, porque la profundidad de excavación es el parámetro que influye en la variación del caudal de abatimiento, pero el ancho no interviene para el incremento del caudal.

Al llevar a cabo el cálculo de la sección transversal, que para ello se utilizaron los datos del caudal de diseño y una pendiente propuesta de 0.5%, se obtuvo una sección de 1.75 de ancho por 2.25 de alto, en todo lo largo del primer kilómetro.

**Tabla 13***Contrastación de hipótesis específica 3*

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
<b>La sección transversal del subdrén incrementa el caudal de abatimiento debido a mayor contacto en la vía canal de la avenida Chiclayo</b>	El caudal de abatimiento se ve incrementado por la profundidad de excavación, mas el ancho no interviene en su variación.	La hipótesis 3 se encuentra falsa por el motivo de que el ancho no es un factor a tomar en cuenta para el incremento del caudal de abatimiento.

Elaboración: los autores.

**H4:** En la presente investigación se confirma que la hipótesis 4 es verdadera, siguiendo las recomendaciones dadas por el MTC (2018) y los factores de seguridad del Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (2013), se puede determinar que la permitividad requerida es menor a la que nos ofrece el proveedor y por lo tanto filtrará las aguas del subsuelo sin colmatarse.

El tipo de malla geotextil recomendado a utilizar en todo lo largo del primer kilómetro es la malla GE – 20 proporcionada por la empresa LIHAR PERÚ.

**Tabla 14**

*Contrastación de hipótesis específica 4*

<b>Hipótesis planteada</b>	<b>Experiencias obtenidas</b>	<b>Observaciones</b>
<b>La malla geotextil del subdrén filtrará las aguas del subsuelo sin colmatarse en la vía canal de la avenida Chiclayo.</b>	Debido a la que la permitividad del geotextil es mayor que la permitividad requerida por el subdrén se logrará filtrar las aguas del subsuelo.	Se confirma que la hipótesis 4 es verdadera, porque el geotextil tiene más permitividad que la requerida por el subdrén.

Elaboración: los autores

**H5:** La presente investigación confirma que la hipótesis 5 es verdadera, puesto que al utilizar la ecuación de manning se comprobó que el tirante hidráulico no supera el diámetro seleccionado de la tubería.

Para el diseño del subdrén se requieren 2 tuberías con las características: PVC-U 200mm x 6.10 m o 8pulg x 6.10 S-25 NTP ISO 4435 y perforaciones desde la mitad hacia abajo para recolectar el agua en todo su trayecto, de igual manera no contara con los anillos de jebe para mayor ingreso de agua.

**Tabla 15***Contrastación de hipótesis específica 5*

<b>Hipótesis planteada</b>	<b>Experiencias obtenidas</b>	<b>Observaciones</b>
<b>El diámetro del tubo de evacuación del subdrén permite evacuar todo el caudal de abatimiento de las aguas del subsuelo en la vía canal de la avenida Chiclayo.</b>	Se determinó que el diámetro de la tubería permitirá la evacuación total de las aguas abatidas del subsuelo.	Se confirma que la hipótesis 5 es verdadera, porque el tirante hidráulico no supera el diámetro de la tubería.

Nota. Elaboración: los autores

**HG:** Se confirma que la hipótesis general es verdadera, puesto que matemáticamente se demostró que contribuye de manera óptima en la evacuación de las aguas del subsuelo haciendo que el nivel de la napa freática este por debajo de la subrasante y evitando así la pérdida de la base granular por efecto de la presencia de aguas subterráneas en el pavimento rígido por consiguiente el deterioro del pavimento rígido en la avenida Chiclayo en el tramo 0+000 km al 1+000 km ubicado en el distrito José Leonardo Ortiz – Provincia Chiclayo - Departamento De Lambayeque.

El diseño del subdrén cumplió con todos los criterios establecidos por el Manual del MTC (2018) y las recomendaciones del Manual del MTI (2008). Habiéndose cumplido con todos los parámetros de diseño se puede confirmar el correcto diseño y por lo tanto el evita el daño al pavimento por sifonamiento y asentamientos.

**Tabla 16***Contrastación de hipótesis general*

<b>Hipótesis planteada</b>	<b>Experiencias obtenidas</b>	<b>Observaciones</b>
<b>El diseño de un subdrén contribuye de manera óptima en la evacuación de las aguas del subsuelo haciendo que el nivel de la napa freática este por debajo de la subrasante y evitando así los asentamientos en la avenida Chiclayo en el tramo 0+000 km al 1+000 km ubicado en el distrito José Leonardo Ortiz – Provincia Chiclayo - Departamento De Lambayeque.</b>	En el diseño del subdrén de la vía canal al evacuar las aguas subterráneas se detiene la pérdida de la base granular para que se pueda realizar a futuro una rehabilitación mayor al pavimento rígido.	Se confirma que la hipótesis general es verdadera puesto que evacúa de manera óptima las aguas subterráneas haciendo que el nivel freático esté por debajo de la subrasante y evitando así el daño en el pavimento rígido.

Elaboración: los autores.

## 6.2 Contrastación con antecedente investigado

Tabla 17

Contrastación con antecedente investigado

<b><i>DIMENSIONES A COMPRARA</i></b>	<b><i>INVESTIGACION DE: Vite, E. (2019)</i></b>	<b><i>INVESTIGACION DE: Asenjo, Davila. (2020)</i></b>
GRANULOMETRIA	Grava pobremente graduada limosa y arena pobremente graduada limosa.	Arena pobremente graduada.
PENDIENTE LONGITUDINAL	Pendiente es de 3 %	Pendiente es de 0.5 %
CAUDAL DE ABATIMINETO	0.133 L/s	19.58 L/s
SECCION TRANSVERSAL	0.70m x 1.20m (ancho x alto)	1.75m x 2.25m (ancho x alto)
TIPO DE GEOTEXTIL	Se usarán geotextiles no tejidos punzonados por agujas por ser los que tienen mayor resistencia a la colmatación. NO ESPECIFICA EL MODELO.	La malla geotextil se utilizará la GE-20 o similares en propiedades técnicas y mecánicas.
TIPO DE TUBERIA	Tubería PVC Corrugada Ranurado de 6”.	Se requieren 2 tubos de PVC-U 200 mm o 8 pulgadas x 6.10 mm S-25 NTP ISO 4435.

Elaboración: los autores.

## CONCLUSIONES

- 1 El diseño de un subdrén permitirá la evacuación correcta de las aguas subterráneas puesto que cumplen con todos los requerimientos de los manuales del MTC (2018) y del MTI (2008), los cálculos matemáticos de la investigación demostraron que el nivel de la napa freática logrará bajar por debajo del nivel de la subrasante cumpliendo así el propósito de la investigación.
  
- 2 De acuerdo con los resultados de la investigación, se puede afirmar que, los estudios preliminares determinan los parámetros del diseño de un subdrén para la evacuación de aguas del sub suelo:
  - a) Pendiente de la vía canal = 0.17%.
  - b) Granulometría = arena pobremente graduada.
  - c) Permeabilidad = 0.005 cm/s,
  
- 3 La permeabilidad obtenida es de 0.005 cm/s en las tres calicatas; el gradiente hidráulico es de 0.335 para el primer tramo y para el segundo tramo es de 0.256; el área efectiva en el primer tramo es de 6,875,000 cm<sup>2</sup> y del segundo tramo es de 5,750,000 cm<sup>2</sup>. Determinando el caudal de diseño del subdrén = 19.58 L/s.
  
- 4 Con un material de filtro de 2" o 50 mm y la pendiente del subdrén de 0.5% se obtiene que la velocidad del fluido es de 0.5 cm/s y con un caudal de diseño de 19.58 L/s se determina que la sección transversal será de 1.75 m de ancho x 2.25 m de fondo.

- 5 La permitividad requerida del subdrenaje es de  $3.87 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$  mientras que la permitividad del geotextil es de 0.113 luego de ser afectada por los factores de seguridad por lo tanto se asegura que el geotextil GE-20 cumple con los requisitos para filtrar las aguas sin colmatarse.
  
- 6 Con una pendiente del 0.5%, una rugosidad de Manning de 0.013, un diámetro propuesto del tubo de 8" o 200 mm y un caudal de 19.58 L/s se obtiene un tirante 0.091 m o 9.1 cm que es inferior al diámetro del tubo por lo tanto cumple con lo requerido.

## RECOMENDACIONES

- 1 Utilizar los equipos calibrados para que los datos sean los más veraces y fidedignos.
- 2 Evacuar las aguas del subdrén cada ciertos tramos, de manera que el caudal de diseño sea menor y en consecuencia del ellos la sección transversal y el diámetro del tubo se verán aminorados, reduciendo así costos de ejecución.
- 3 Tener en cuenta la profundidad de la sección transversal del subdrén para no incrementar el caudal de abatimiento a lo que provocaría el sobredimensionamiento de los elementos del subdrén.
- 4 Analizar el tipo de material natural que entrará en contacto con la malla geotextil para que el subdrén tenga mejor filtración de aguas.
- 5 Considerar para que este diseño sea correcto y permita la evacuación de las aguas del subsuelo el tirante hidráulico no debe superar las tres cuartas partes del diámetro del tubo.
- 6 Emplear el sistema de subdrenaje de zanja a lo largo de toda la avenida Chiclayo para evitar el daño productor de los asentamientos a nivel de la subrasante por el elevado nivel de la napa freática.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- ALD Automotive (2019) Cómo Afecta El Mal Estado De Las Carreteras A La Seguridad En El Vehículo. Perú: ALD Automotive. Recuperado de: <https://www.aldautomotive.pe/sobre-ald/noticias/ArticleID/3124/C%C3%B3mo-afecta-el-mal-estado-de-las-carreteras-a-la-seguridad-en-el-veh%C3%ADculo>
- Alvarado, M. y Naranjo, J. (2012). DISEÑO DEL SUBDRÉN VÍAL EN LA VÍA LA TRANCA – TAMBO VIEJO DE 3.6 KM. (tesis de pregrado). UNIVERSIDAD DE CUENCA, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/761/1/ti888.pdf>
- Angelone, S., Garibay, M. T., y Cauhapé, M. (2006). Geología y geotecnia: permeabilidad de suelos. Rosario: Universidad Nacional de Rosario. Recuperado de: <http://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>.
- Carrión, H. y Orellana, C. (2016) Estudio Del Sistema De Drenaje Para La Vía Molleturo - Tres Marías - La Iberia, En La Provincia Del Azuay . (Tesis de pregrado). Universidad De Cuenca, ECUADOR. Extraído de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24093>
- Callan, H. y Rondoy, W. (2019). Diseño del geodren como sistema de subdrenaje en el camino vecinal Buenos Aires (Emp PI-1020) Km 0+000 al Km 1+000, Catacaos - Piura - Piura, 2018. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallego, Perú. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32453/Callan\\_BHE-Rondoy\\_RWJM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32453/Callan_BHE-Rondoy_RWJM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Córdova, G. (2016). Protección De Un Muro De Contención Mediante Un Sistema De Drenaje Con Geocompuestos En El Hospital El Carmen De Huancayo – 2016. (tesis de pregrado). Universidad Peruana Los Andes,

- Huancayo – Peru. Recuperado de:  
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/255?show=full>
- Cornforth, D. (2005). *Landslides in practice*. Nueva Jersey: John Willey & Sons Inc. Obtenido de  
[http://93.174.95.29/main/577000/0e530906454a4b5ef3afb3d626066e64/Derek%20Cornforth%20-%20Landslides%20in%20Practice\\_%20Investigation%2C%20Analysis%2C%20and%20Remedial%20Preventative%20Options%20in%20Soils%20%282005%29.pdf](http://93.174.95.29/main/577000/0e530906454a4b5ef3afb3d626066e64/Derek%20Cornforth%20-%20Landslides%20in%20Practice_%20Investigation%2C%20Analysis%2C%20and%20Remedial%20Preventative%20Options%20in%20Soils%20%282005%29.pdf)
- Davila, D., Huangal, N. y Salazar, W. (2017) *Aplicación Del Método Del PCI En La Evaluación Superficial Del Pavimento Rígido De La Vía Canal De La Avenida Chiclayo* Distrito José Leonardo Ortiz Provincia De Chiclayo Periodo 2016. (Tesis de Maestría). Univerdad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperado de:  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/5855>
- EPM. (2009). *Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado*. Medellín: Colombia. Recuperado de: [https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf).
- GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE. (2009). *Construcción de la vía canal en la ruta departamental carretera emp. Pe – 1n (km 789+850) – emp. La - 102 (001+140) en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque*. José Leonardo Ortiz, Perú
- González, L., Ortuño, L., Ferrer, M. y Oteo, C. (2004) *Ingeniería Geológica*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall. Recuperado de:  
[https://docs.google.com/uc?export=download&id=1IZL\\_LReGxtvUJ7t4LLsGyQfVI6XySzBa](https://docs.google.com/uc?export=download&id=1IZL_LReGxtvUJ7t4LLsGyQfVI6XySzBa)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Recuperado de  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- Herráez, F. y Moreno, A. (2019) *Ingeniería de vías agroforestales*, Cartago: España, Editorial Ediciones Mundi-Prensa. Extraído de:

- [https://books.google.com.pe/books?id=iMCXDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=iMCXDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Mexichem Peru S.A. (2009). Manual de Diseño con geosintéticos. Bogotá, Colombia: Zetta Comunicadores S.A. Recuperado de <https://es.slideshare.net/castilloaroni/manual-de-diseo-con-geosintticos>
- Ministerio de transporte instituto nacional de vías, Universidad nacional de Colombia (2008) Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. Colombia: Convenio interadministrativo. Bogotá – Colombia. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>
- Monroy, F. (2010). Diseño De Sistemas De Subdrén Con Elementos Filtrantes En Obras Viales. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3167\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3167_C.pdf)
- MTC. (2015) *Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción*. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Recuperado de: [http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf)
- MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales*. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Recuperado de: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- MTC. (2018) Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Lima, Peru: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú. Recuperado de: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf)
- Obras Sanitarias del Estado (2012). Agua Subterránea. Uruguay: OSE. Recuperado de: <http://www.ose.com.uy/agua/agua-subterranea>
- Orozco, M. (2007) Sistemas De Subdrenaje En Obras De Estabilización. (Tesis de pregrado). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia. Recuperado de: <https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15816>
- Rubenvm (2014) Dren francés. Ejecución y características. Perú: CONSTRUBLOG. Extraído de:

<https://construblogspain.wordpress.com/2014/01/23/dren-frances-ejecucion-y-caracteristicas/>

Suarez, J. (2009) Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación. Colombia Recuperado de: <http://www.erosion.com.co/libros/36-libros-ing-jaimesuarez/71-nuevo-libro-deslizamientos-tomo-ii-tecnicas-de-remediacion.html>

Terzaghi, K., Peck, R., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Nueva York, Estados Unidos: John Wiley & Sons. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books/about/Soil\\_Mechanics\\_in\\_Engineering\\_Practice.html?id=bAwVvO71FXoC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Soil_Mechanics_in_Engineering_Practice.html?id=bAwVvO71FXoC&redir_esc=y)

Villón, M. (2007) *Drenaje*. Cartago: República de Costa Rica, Editorial Tecnología de Costa Rica. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=\\_pjGDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=_pjGDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Vite, E. (2019) Mejoramiento De Capacidad De Soporte Del Suelo De Fundacion Por Incorporacion De Sistema De Subdrenaje En El Km 8+500 Al Km 9+500 Con Problemas De Filtraciones En La Carretera Alto Chira –Sullana - Piura. (Tesis De Pregrado). Universidad Nacional De Piura, Piura. Extraído: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj\\_jvyYoajsAhX6KLkGHc0GBoYQFjACegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Frepositorio.unp.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FUNP%2F2208%2FCIV-VIT-CAR-2019.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw2sI9kGu4GOBHoJDk6DosiC](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj_jvyYoajsAhX6KLkGHc0GBoYQFjACegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Frepositorio.unp.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FUNP%2F2208%2FCIV-VIT-CAR-2019.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw2sI9kGu4GOBHoJDk6DosiC)

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**



## **ANEXO 2**

## PANEL FOTOGRÁFICO

	FOTOS DE LA INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES	DISEÑO DE UN SUBDRÉN PARA LA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LA AVENIDA CHICLAYO EN EL TRAMO 0+000 KM AL 1+000 KM UBICADO EN EL DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ – PROVINCIA CHICLAYO- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

En el km 0+000 de la vía canal de la avenida Chiclayo se observa que el pavimento rígido se encuentra a nivel de la napa freática como lo muestra en la Figura, ocasionando que la subrasante se encuentre en un estado saturado y por consiguiente genera el efecto de sifonamiento al pasar los vehículos.



La vía canal se encuentra por debajo del terreno natural como se muestra en la Figura, lo cual se deduce que el nivel freático está muy cerca a la subrasante.



En la figura se aprecia el levantamiento topográfico de la avenida Chiclayo realizada por los propios investigadores.



El la figura se aprecia que en el tramo km 0+800 aproximadamente que el pavimento rígido se encuentra en estados deplorable y totalmente inundado.



El la figura se aprecia que en el tramo km 0+100 aproximadamente que el pavimento rígido de la vía canal está severamente dañada por la pérdida de la subrasante ya que se encuentra baches de hasta 30cm de profundidad aproximadamente, lo cual nos dio a entender que el material (subrasante) se encontraba en un estado saturado y con el pasar de los vehículo pesados este hacia el efecto de sifonamiento dejando sin apoyo al pavimento rígido.



# **Anexo 3**

## **INFORME TOPOGRÁFICO.**

### **1. Topografía**

La finalidad del presente informe es conocer la Topografía de Distrito de José Leonardo Ortiz, que será una herramienta fundamental para la determinación de las direcciones de los flujos de agua.

#### **1.1. INSTRUMENTOS UZADOS**

- 01 Estación Total
- 02 Prismas
- 01 Trípode
- 01 Mira
- 01 Wincha
- 01 Libreta de campo

### **2. PLANOS TOPOGRÁFICOS**

Los planos topográficos del Distrito de José Leonardo Ortiz utilizado como base en el presente estudio, corresponden a los planos alcanzados por COFOPRI en el cual se detallan las manzanas existentes de todo el distrito. Para tener como referencia topográfica el estudio citado, se ha efectuado la verificación de los BMs existentes en el Distrito de José Leonardo Ortiz.

#### **2.1. ALTIMETRÍA**

Con la finalidad de verificar si las curvas de nivel contenidas en el Plano Topográfico del proyecto mencionado anteriormente son las correctas, realizamos la nivelación del área de estudio, en la cual se encuentran localizados 17 BMs colocados por los responsables del proyecto mencionado anteriormente.

Cotas absolutas de BMs colocadas en toda la avenida Chiclayo.

<b>BM</b>	<b>COTA ABSOLUTA (m.s.n.m.)</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN</b>
BM – 1	<b>31.758</b>	9252892.66 / 630619.025	Se encuentra ubicado entre las av. Chiclayo y Agricultura, en la esquina del grifo de dicha esquina.
BM – 2	<b>28.725</b>	9253692.27 / 629483.596	Se encuentra ubicado entra la av. Chiclayo y la calle Carlos Castañeda en la misma esquina parte derecha de la calle Castañeda.
BM – 3	<b>29.621</b>	9254114.88 / 629368.098	Se encuentra ubicado en la parte central de la calle Charles Conrad pasando la av. Chiclayo a unas 5 cuadras.
BM – 4	<b>28.999</b>	9253914.47 / 629154.538	Se encuentra ubicado entras la av. Chiclayo y la Calle San Martín en la esquina del parque.
BM – 5	<b>28.272</b>	9254135.08 / 628802.981	Se encuentra ubicado entre la av. Chiclayo y la Av. Balta en la esquina de la margen izquierda.
BM – 6	<b>28.515</b>	9254739.68 / 628941.841	Se encuentra ubicado entre la Av. Balta y la Proyección de la Vía Comercial.
BM – 7	<b>27.523</b>	9254225.83 / 628527.233	Se encuentra ubicado entre la Av. Chiclayo y la Ca. España.
BM – 8	<b>26.973</b>	9253469.84 / 628361.302	Se encuentra ubicada en las calles España y Santa Martha.
BM – 9	<b>26.833</b>	9254247.06 / 628371.881	Se encuentra ubicado entre la Av. Chiclayo y la Av. Simón Bolívar.
BM – 10	<b>29.443</b>	9255409.96 / 628644.796	Se encuentra ubicado en el extremo final de la Av. Simón Bolívar.
BM – 11	<b>25.878</b>	9254069.64 / 627922.493	Se encuentra ubicado entre la Av. Chiclayo y la Calle Remigio Silva.
BM – 12	<b>24.757</b>	9253856.41 / 627606.134	Se encuentra ubicado entre la Av. Chiclayo y la Ca. San Pedro.
BM – 13	<b>25.041</b>	9253848.07 / 627523.519	Se encuentra ubicado ente la Av. Chiclayo y la Ca. Santa Teresita.
BM – 14	<b>24.492</b>	9253860.37 / 627376.177	Se encuentra ubicado ente la Av. Chiclayo y la Ca. Jorge Chávez.
BM – 15	<b>24.630</b>	9253183.79 / 627140.182	Se encuentra ubicado entre la Av. Mariano Cornejo y la A. México.
BM – 16	<b>24.223</b>	9253919.25 / 627189.014	Se encuentra ubicado ente la Prolongación de la Av. Mariano Cornejo y Ca. Ramiro Priale.
BM – 17	<b>21.558</b>	9254292.93 / 624954.412	Se encuentra ubicado ente la Av. Chiclayo y la Av. Eufemio Lora y Lora.

*Fuente.* Elaboración propia

## 2.2.2. PLANIMETRÍA

El distrito de José Leonardo Ortíz ha tenido un aumento urbano en las direcciones Norte, Este, Oeste dando origen a nuevos asentamientos humanos; los cuales se encuentran detallado en los planos de manzaneo (Ver Anexos Planos).

El distrito de José Leonardo Ortíz y su área de expansión urbana, presenta una topografía bastante regular, casi plana, con pendiente hacia el Oeste.

# **Anexo 4**

## **RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

### **. Trabajos realizados:**

#### **Trabajos de campo:**

La presente investigación de Campo se ha realizado mediante calicatas. Las cuales han sido realizadas cada 500m de la Av. Chiclayo, haciendo un total de 3 calicatas en las longitudes de 0+050 km, 0+500 km y 1+000 km correspondientemente a lo largo de la avenida Chiclayo.

La profundidad de excavación ha sido de 3.00m, según norma.

En cada calicata se ha recogido muestras de suelo, en las que se ha realizado la Descripción Visual de Suelos de acuerdo a la Norma Técnica ASTM D2488, registrando el perfil estratigráfico de campo. Los resultados de la Investigación de Campo se muestran en los Perfiles Estratigráficos que se han elaborado por cada punto investigado.

#### **Trabajos de Laboratorio:**

El procedimiento de laboratorio tiende a complementar las labores de campo, según el Estudio de Mecánica de Suelos, las muestras de suelos han sido clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento de la ASTM D-2487 "Método para clasificación de suelos" y ASTM D-2448 "Práctica recomendada para la descripción de suelos".

Teniendo en cuenta el tipo de proyecto a diseñar se realizó los ensayos correspondientes.

#### **Ensayos Estándar:**

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D 421-58; MTC107) (ASTM D 422-63)
- ✓ Límites de Consistencia
  - Límite Líquido.
  - Límite Plástico.
- ✓ Contenido de Humedad
- ✓ Determinación de Porcentaje de Sal.

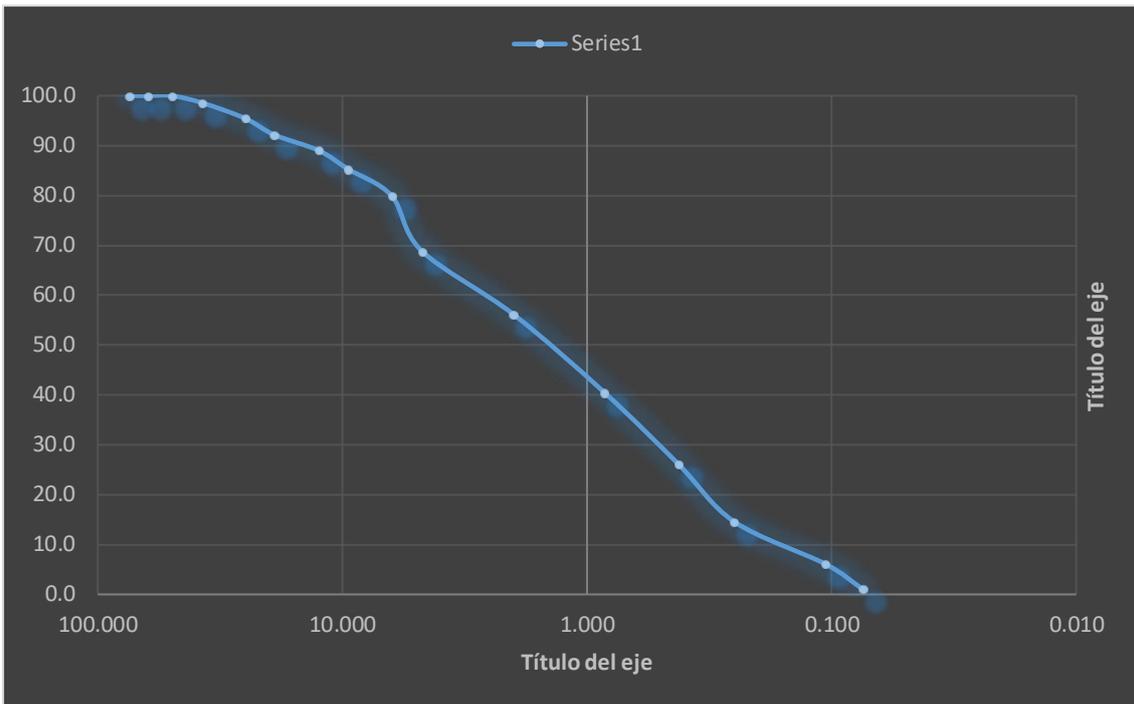
### Calicata N° 1. (Km 0+050)



Resultado de análisis granulométrico de la calicata N° 1.

TAMICES		PESO RETENIDO	%		% QUE PASA
(Pul)	(mm)		RETENIDO	PARCIAL	
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	575.00	1.4	1.4	98.6
1"	25.000	2181.00	3.1	4.5	95.5
3/4"	19.000	1904.00	3.3	7.8	92.2
1/2"	12.500	2485.00	3.1	11.0	89.0
3/8"	9.500	1254.00	3.7	14.7	85.3
1/4"	6.300	2051.00	5.3	20.0	80.0
Nº4	4.750	1500.00	11.0	31.1	68.9
Nº10	2.000	62.80	12.8	43.8	56.2
Nº20	0.850	71.33	15.7	59.5	40.5
N40	0.425	49.64	14.3	73.8	26.2
Nº60	0.250	26.34	11.6	85.4	14.6
Nº140	0.106	38.35	8.5	93.9	6.1
Nº200	0.075	7.96	5.0	98.9	1.1
< Nº 200	FONDO	37.58	1.1	100.0	0.0

Nota. Consultoría selva.



- **1ERA CAPA (0.00m – 0.25m)**
  - Se encontró material de afirmado saturado.
  - Se encontró el nivel freático a 0.05 cm.
- **2DA CAPA S/M (0.25m – 0.80m)**
  - Presencia de material de relleno no clasificado.
  - Se encontró una geo malla triaxial.
- **3ERA CAPA - Terreno Natural M - 1: (0.80m – 1.50m)**
  - Aquí se encontramos un sub-estrato conformado de arcilla arenosa de baja plasticidad, del tipo SUCS “CL” y según AASHTO A-7-6(14), color marrón oscuro, in situ se observa húmedo.

Limite Liquido = 43

Limite Plástico= 18

Índice de Plasticidad = 25

Contenido de Humedad = 29.16%

Porcentaje de sales = 0.30 %

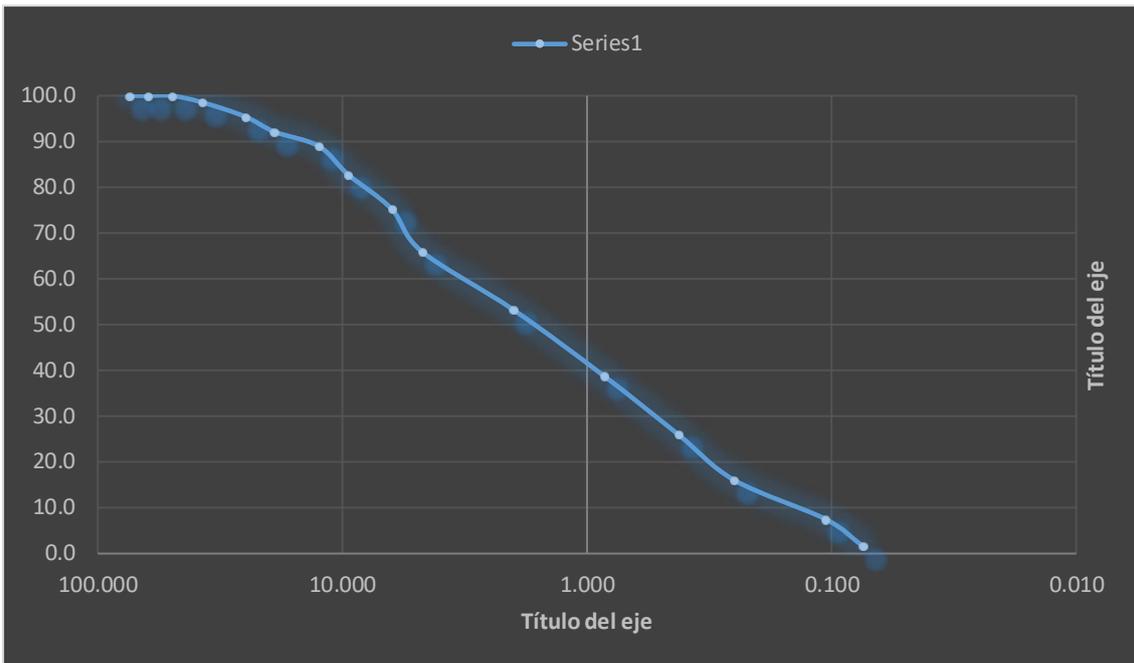
## CALICATA N° 2 – Izquierda (KM 0 +500)



Resultado de análisis granulométrico de la calicata N° 2.

<b>TAMICES</b>		<b>PESO</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>(Pul)</b>	<b>(mm)</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>QUE</b>
			<b>PARCIAL</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>PASA</b>
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	575.00	1.4	1.4	98.6
1"	25.000	2181.00	3.1	4.6	95.4
3/4"	19.000	1904.00	3.3	7.9	92.1
1/2"	12.500	2485.00	3.2	11.0	89.0
3/8"	9.500	1254.00	6.2	17.2	82.8
1/4"	6.300	2051.00	7.5	24.7	75.3
N°4	4.750	1500.00	9.2	34.0	66.0
N°10	2.000	62.80	12.8	46.8	53.2
N°20	0.850	71.33	14.5	61.3	38.7
N40	0.425	49.64	12.7	73.9	26.1
N°60	0.250	26.34	10.0	84.0	16.0
N°140	0.106	38.35	8.5	92.5	7.5
N°200	0.075	7.96	5.8	98.3	1.7
< N° 200	FONDO	12.02	1.7	100.0	0.0

Nota. Consultoría selva.



- **1ERA CAPA (0.00m – 0.80 m)**

- Presencia de material de relleno no clasificado.
- Se encontró el nivel freático a 0.30 cm.

- **2DA CAPA S/M (0.80m – 1.50m)**

- Aquí se encontró un sub-estrato conformado por arcilla de alta plasticidad, del tipo SUCS "CH" y según AASHTO A-7-6(25), color marrón oscuro, in situ se observa húmedo

Limite Liquido	= 54
Limite Plástico	= 28
Índice de Plasticidad	= 26
Contenido de Humedad	= 26.79%
Porcentaje de sales	= 3.75%

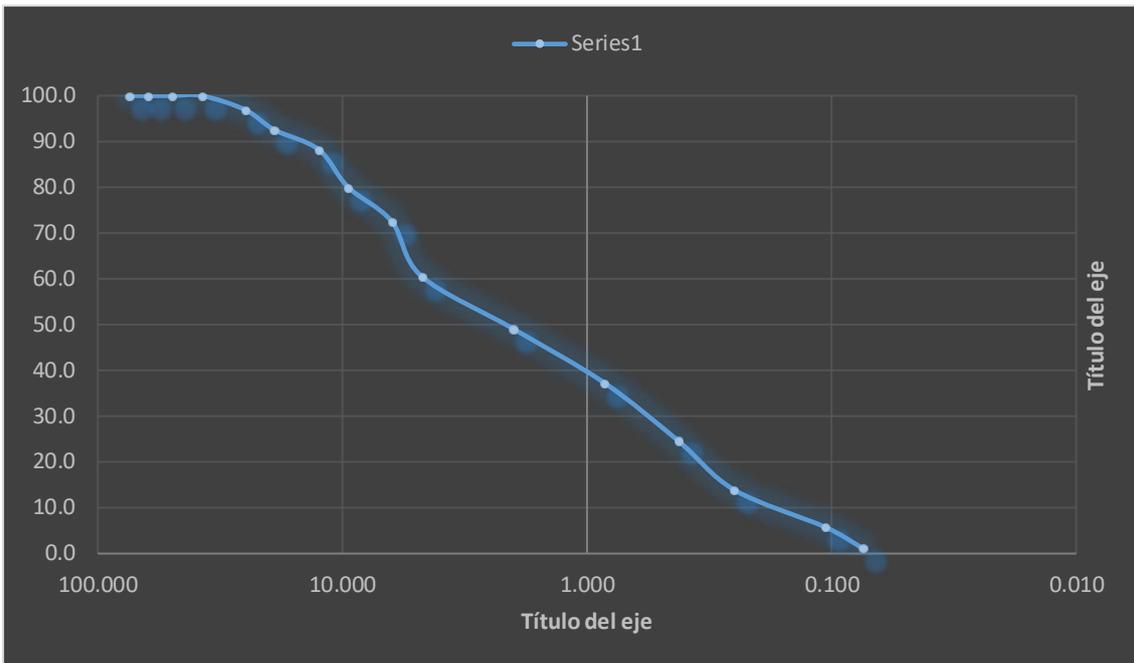
### CALICATA N° 3 – Derecha (KM 1 +000)



Resultado de análisis granulométrico de la calicata N° 3.

<b>TAMICES</b>		<b>PESO</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>(Pul)</b>	<b>(mm)</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>QUE</b>
			<b>PARCIAL</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>PASA</b>
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	233.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	330.00	3.1	3.1	96.9
3/4"	19.000	480.00	4.4	7.4	92.6
1/2"	12.500	765.00	4.3	11.8	88.2
3/8"	9.500	1078.00	8.2	19.9	80.1
1/4"	6.300	1105.00	7.5	27.4	72.6
Nº4	4.750	1292.00	12.0	39.4	60.6
Nº10	2.000	1338.20	11.5	50.9	49.1
Nº20	0.850	1266.40	11.8	62.7	37.3
N40	0.425	1055.50	12.6	75.3	24.7
Nº60	0.250	960.70	10.8	86.1	13.9
Nº140	0.106	465.30	8.1	94.2	5.8
Nº200	0.075	287.80	4.5	98.8	1.2
< Nº 200	FONDO	131.50	1.2	100.0	0.0

Nota. Consultoría selva.



- **1ERA CAPA (0.00m – 0.90m)**

- Presencia de material de relleno no clasificado.
- Se encontró el nivel freático a 0.50 cm

- **2DA CAPA S/M (0.90m – 1.50m)**

- Aquí se encuentro un sub-estrato conformado por arcilla de baja plasticidad, del tipo SUCS “CL” y según AASHTO A-6(14), color marrón oscuro, in situ se observa húmedo.

Limite Liquido = 32

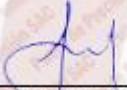
Limite Plástico = 14

Índice de Plasticidad = 18

Contenido de Humedad = 26.89%

Porcentaje de sales = 1.35

# CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.

 Punto de Precisión SAC	<b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC-033
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2020</b>		
Página: 1 de 3		
Expediente : T 205-2020 Fecha de Emisión : 2020-09-24	1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
2. Instrumento de Medición : BALANZA	Marca : EXCELL Modelo : BH-600 Número de Serie : A11430639 Alcance de Indicación : 600 g División de Escala de Verificación ( e ) : 0,01 g División de Escala Real (d) : 0,01 g Procedencia : NO INDICA Identificación : NO INDICA Tipo : ELECTRÓNICA Ubicación : LABORATORIO Fecha de Calibración : 2020-09-21	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de PEZO DAVILA JORGE PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 54 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN	
	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 / Telf. 292-5106	
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-416-2020

Página: 1 de 3

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : PATRICK'S

Modelo : ACS-708W

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 30 kg

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-21

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

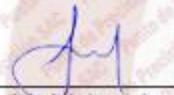
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de PEZO DAVILA JORGE  
P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 38A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN



PT-06.006 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N°152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 901 - 2020

Página : 1 de 1

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 2 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : ORION

Serie : NO INDICA

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

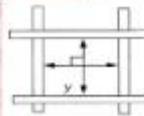
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,3	27,3
Humedad %	66	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
50,56	50,56	50,58	50,75	50,51	50,26	50,60	50,80	50,89	51,02	50,60	50,00	0,60	-	0,190
50,66	50,35	50,46	50,58											



PR DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152831

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 902 - 2020

Página : 1 de 1

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 1/2 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 98 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-03.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

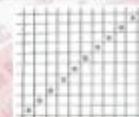
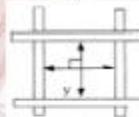
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,3	27,5
Humedad %	66	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11-03.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
39,10	39,19	39,25	39,69	39,61	39,40	39,29	39,30	39,20	39,93	39,36	37,50	1,86	-	0,409
39,55	39,56	39,61	39,61	39,54	39,58	39,69	39,72	39,58	39,62					



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 903 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24  
1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 1 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,5	27,3
Humedad %	55	55

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión S.A.C.

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 904 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DÁVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : ELE INTERNATIONAL

Serie : 06217172

Materia : BRONCE

Color : DORADO

Código de identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INGZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,3	27,3
Humedad %	66	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 905 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DÁVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1/2 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : TESTLAB

Serie : NO INDICA

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,3	27,3
Humedad %	66	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 906 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/8 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.3	27.3
Humedad %	65	65

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 907 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 114 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Materia : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 35A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.3	27.2
Humedad %	66	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 908 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24  
1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 4  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : FORNEY  
Serie : 4B58F871114  
Material : BRONCE  
Color : DORADO  
Código de identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INGIZE	TC - 9951 - 2020	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,2	27,2
Humedad %	66	67

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 909 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 8

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GEOTESTING

Serie : 004112

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

Los resultados son validos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,2	27,2
Humedad %	67	67

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 910 - 2020

Página 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología de INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 10  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Materia : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
RJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INGIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.2	27.1
Humedad %	67	66

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 912 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 20  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Materia : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma AQTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,2	27,1
Humedad %	67	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 914 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24  
1. Solicitante : PEZO DÁVILA JORGE

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 40  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA-099-2019	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.2	27.2
Humedad %	67	68

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 917 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24  
1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 60  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. SARGENTO TEJADA M.Z. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INOIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.3	27.4
Humedad %	66	65

### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capeña  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 920 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 140  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Gene : 75427  
Material : BRONCE  
Color : DORADO  
Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INOZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28,1	28,2
Humedad %	62	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este Instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 922 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 205-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-24

1. Solicitante : PEZO DAVILA JORGE

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 200

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 74832

Materia : BRONCE

Color : DORADO

Código de identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición ó a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. SARGENTO TEJADA MZ. 51 - 90 LT. 36A - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
21 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,3	26,5
Humedad %	59	57

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Lbayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# **ANEXO 5**

### Geotextil No Tejido Poliester

Las aplicaciones de los geotextiles Geo-eco subdividen :

- Estabilización de suelos
- Función separadora entre capas de diferente granulometría
- Función de filtro en sistemas de drenaje
- Refuerzo de subsuelos débiles
- Control de erosión

Sus funciones importantes son:

**SEPARAR:** No permite la mezcla de los distintos tipos de terreno debido a que retiene los más finos.

**FILTRAR:** Capacidad de dejar pasar el agua a través del mismo.

**DRENAR:** Capacidad de circulación de agua en el espesor del geotextil, evitando la saturación.

**PROTEGER:** Capacidad de proteger las geomembranas impermeables contra punzonamiento si ellas están en contacto directo con cualquier terreno. Para canales y reservorios de agua.

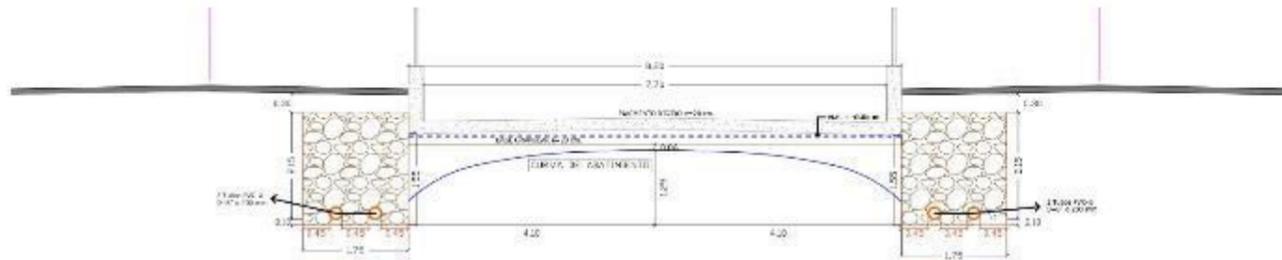
Permeable  
Liviano  
Absorbente  
Durable

Fácil aplicación  
Antiestático  
No requiere mantenimiento  
Auto extingüible

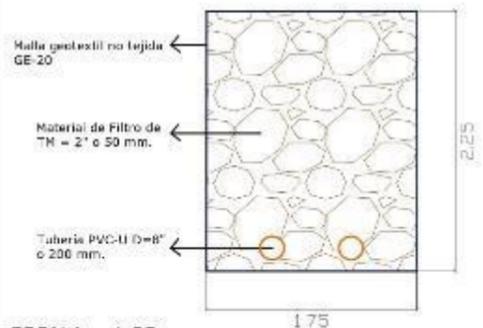
Resistente a los rayos ultravioletas  
Resistente a la temperatura (funde a 250C)  
Resistente a la descomposición  
Resistente a agentes químicos

Características físicas	Un.	GE 15	GE 20	GE 25	GE 30	GE 35	GE 40	GE 45	GE 50	GE 100	ASTM
Peso m <sup>2</sup>	grm	150	200	250	300	350	400	450	500	1000	D 5261
Espesor	mm	1.4	1.8	2.2	2.5	2.5	3.0	3.0	4.0	6.5	D 5100
Características mecánicas	Un.	GE 15	GE 20	GE 25	GE 30	GE 35	GE 40	GE 45	GE 50	GE 100	ASTM
Carga Transversal	N	400	480	520	580	720	900	1100	1400	1570	D 5004
Estramiento Transversal	%	> 50	> 60	> 50	> 50	> 50	> 60	> 50	> 60	> 60	D 5004
Carga Longitudinal	N	250	320	350	420	500	600	700	850	1040	D 5004
Estramiento Longitudinal	%	> 50	> 60	> 50	> 50	> 50	> 60	> 50	> 60	> 60	D 5004
Resistencia al punzonado	N	210	310	350	380	450	600	660	710	2000	D 4023
Características hidráulicas	Un.	GE 15	GE 20	GE 25	GE 30	GE 35	GE 40	GE 45	GE 50	GE 100	ASTM
Permisividad	mm <sup>2</sup>	2.8	2.1	1.8	1.8	1.5	1.1	0.9	0.5	0.4	D 4491
Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0.90	0.57	0.50	0.37	0.37	0.25	0.14	0.13	0.02	D 4491
Apertura aparente	mm	0.18	0.13	0.12	0.11	0.11	0.9	0.7	0.5	0.4	D 4751
Embalaje Todos los GE APET se exponen en rollos		GE 15	GE 20	GE 25	GE 30	GE 35	GE 40	GE 45	GE 50	GE 100	
Longitud de rollo	m	100	100	100	100	100	80	80	40	30	
Ancho del geotextil	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Superficie	m <sup>2</sup>	400	400	400	400	400	320	320	160	120	
Peso por rollos	kg	15	20	25	30	35	40	45	50	100	
<b>GEOTEXTIL ECOLOGICO</b>		GE 15	GE 20	GE 25	GE 30	GE 35	GE 40	GE 45	GE 50	GE 100	
Mantenimiento carreteras											
Const. de nuevas carreteras											
Const. líneas ferroviarias											
Const. pistas aeroportuarias y puertos											
Protec. Canales riego, y desagüe											

# **ANEXO 6**

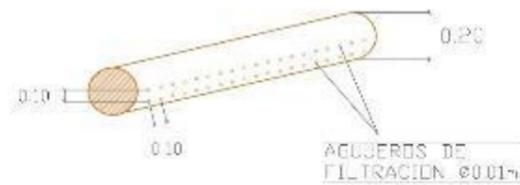


### SECCIÓN TRANSVERSAL DEL SUBDRÉN



ESCALA = 1:25

### SECCIÓN DEL TUBO PERFORADO



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### PARÁMETROS DE DISEÑO

CAUDAL DE ABATIMIENTO	=	19.58 l/s
NIVEL DE NAPA FREÁTICA	=	0.05 m
NIVEL DE FONDO DE SUBDRÉN	=	1.55 m
PERMEABILIDAD DEL SUELO	=	0.005 cm/s
PENDIENTE	=	0.5%
TAMAÑO DE ABERTURA APARENTE	=	0.30 mm
LONGITUD DEL RECORRIDO	=	1000 m
ESPACIAMIENTO ENTRE LOS SUBDRENES	=	8.20 m

### DISEÑO DEL GEOTEXTIL

NOMBRE DE GEOTEXTIL (geotextil ecológico)	=	GE 20
ESPESOR	=	1.8 mm
PERMEABILIDAD	=	0.32 cm/s
ABERTURA APARENTE	=	0.13 mm
PERMITIVIDAD	=	2.1 s <sup>-1</sup>

### DISEÑO DEL TUBO PERFORADO

MATERIAL	=	S-25 PVC NTP ISO 4435
DIÁMETRO	=	200 mm
NÚMERO DE TUBOS	=	2
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING	=	0.013

NO SE UTILIZARÁ EL ANILLO DE JEFE PARA LAS JUNTAS

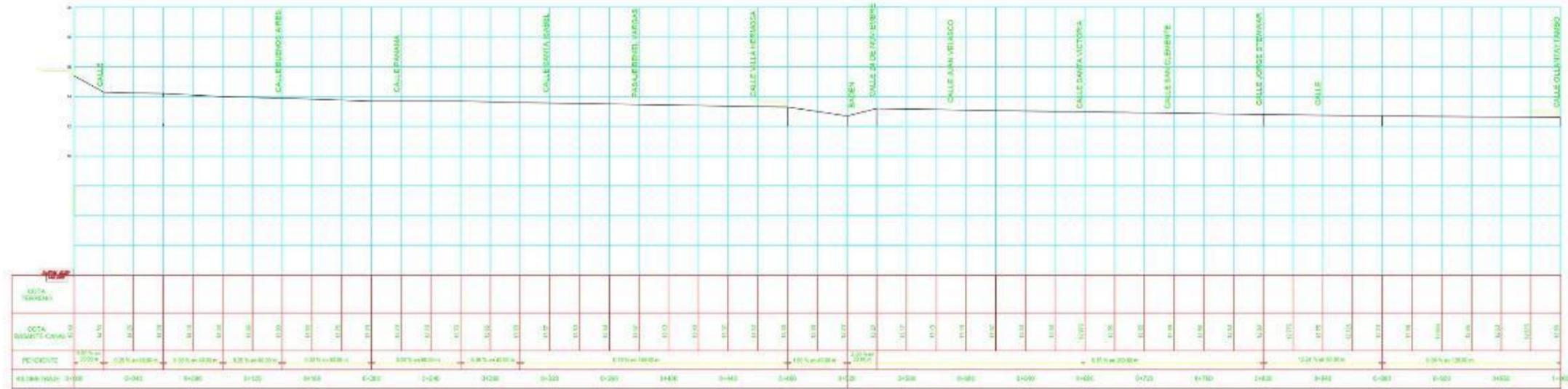
### DISEÑO DEL MATERIAL GRANULAR

TAMAÑO MÁXIMO	=	2" (50 mm.)
---------------	---	-------------

### DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

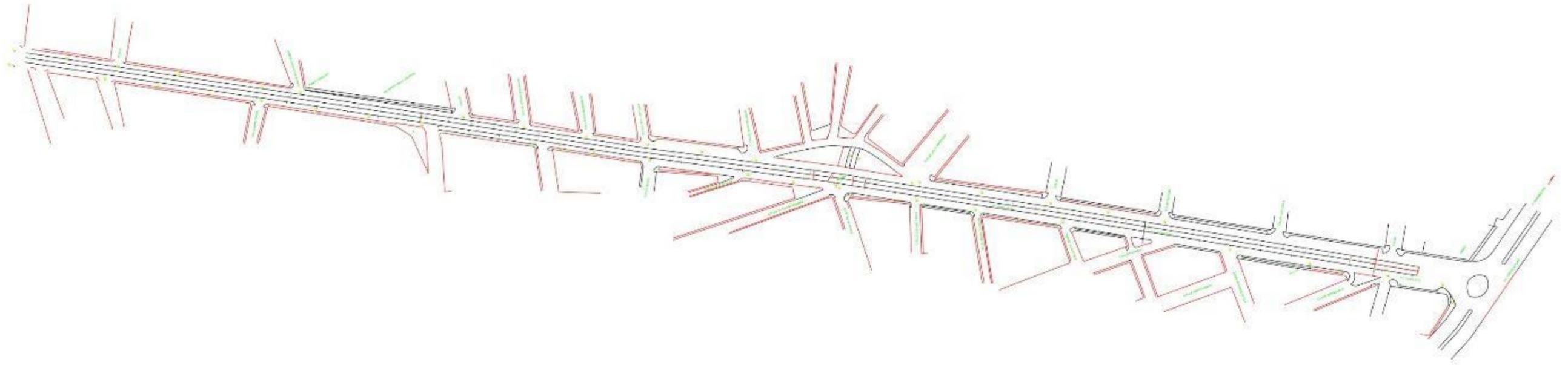
ANCHO	=	1.75 m
ALTURA	=	2.25 m

 <b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN SUBDRÉN PARA LA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LA AVENIDA CHICLAYO EN EL TRAMO 0+000 KM AL 1+000 KM UBICADO EN EL DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA CHICLAYO- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"		UBICACION: REGION : LAMBAYEQUE PROVINCIA : CHICLAYO DISTRITO : J. LEONARDO O. CENTRO POBLADO : AV. CHICLAYO		OBRA: DISEÑO DE SUBDRENAJE DE ZANJA		PLANO Nº: <b>DSZ-01</b>	
PROYECTISTA:	REVISOR:	ESCALA: 1:1000	FECHA: DICIEMBRE DE 2020				

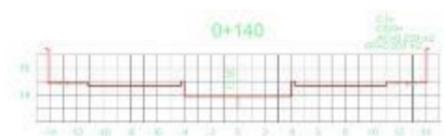
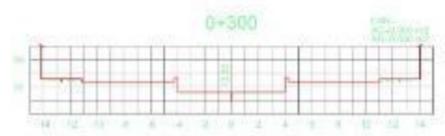
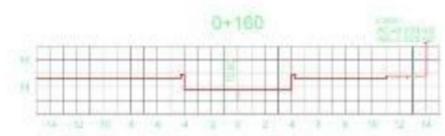
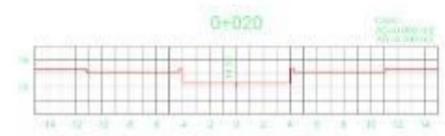
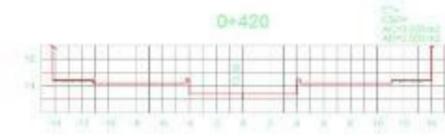
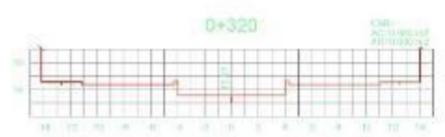
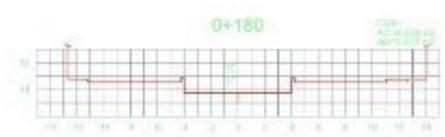
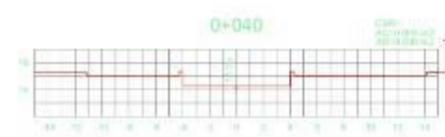
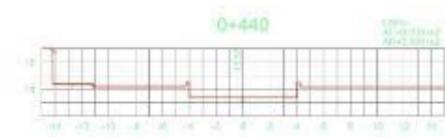
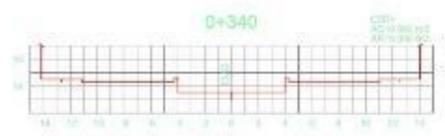
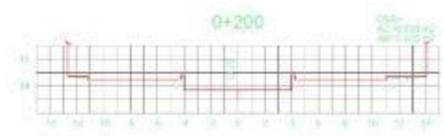
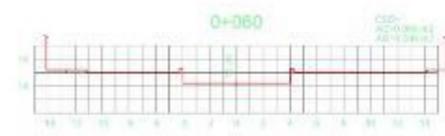
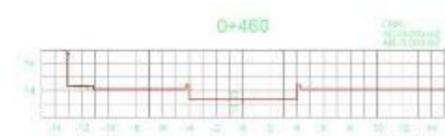
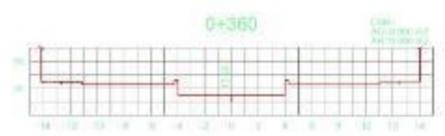
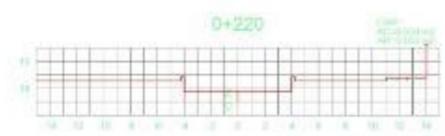
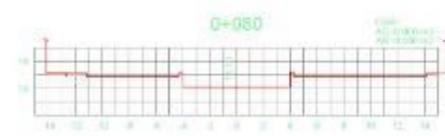
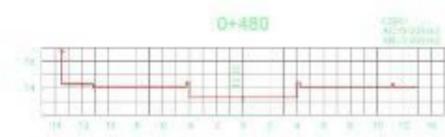
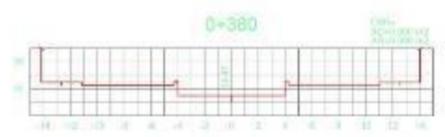
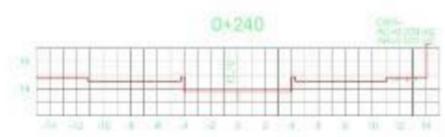
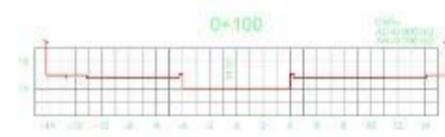
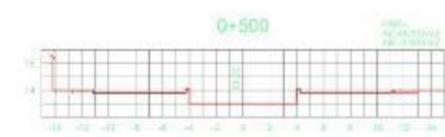
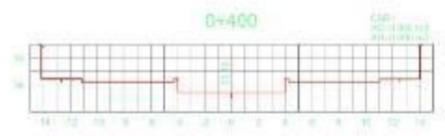
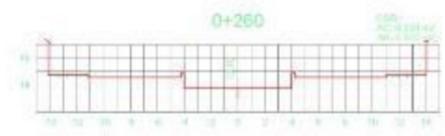
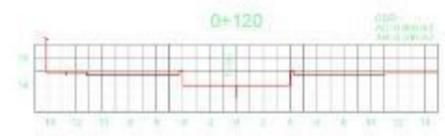


PERFIL LONGITUDINAL AVENIDA CHICLAYO

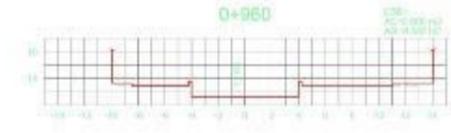
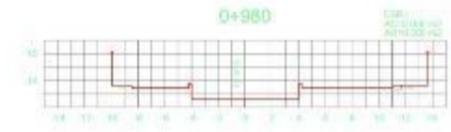
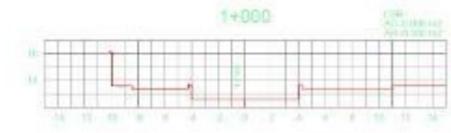
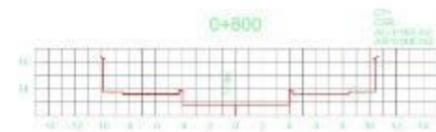
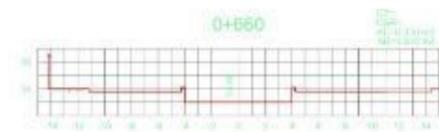
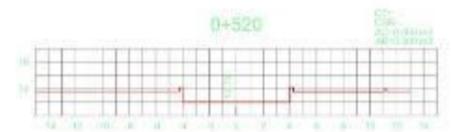
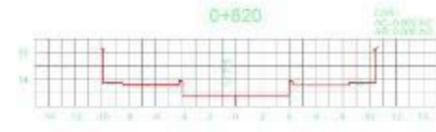
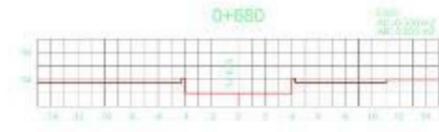
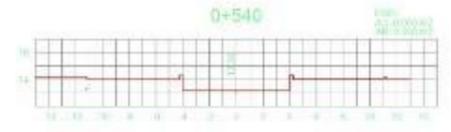
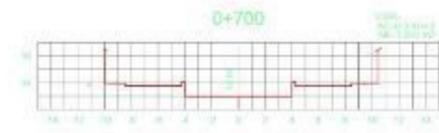
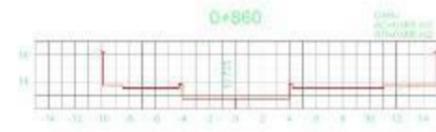
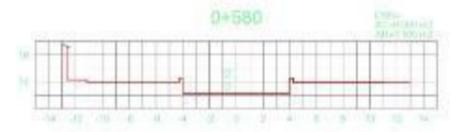
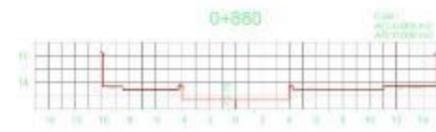
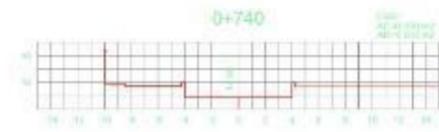
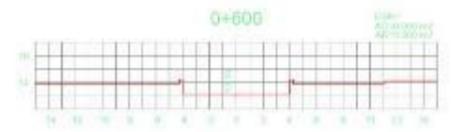
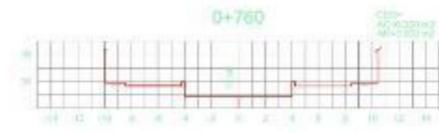
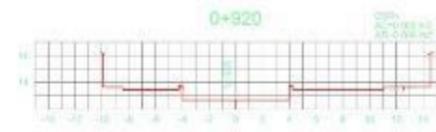
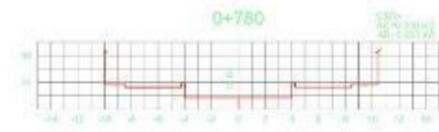
		<b>PERFIL</b> <small>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL PLANILLO DE AVENIDA CHICLAYO EN EL DISTRITO DE SANTA VICTORIA, DISTRITO DE SANTA VICTORIA, PROVINCIA DE SANTA VICTORIA, TUMBES</small>	
<b>CLIENTE</b> <small>INSTITUTO NACIONAL DE VIALIDAD</small>	<b>FECHA</b> <small>01/05/2024</small>	<b>TÍTULO</b> <b>PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL</b>	<b>HOJA Nº</b> <b>PPL-01</b>
<b>PROYECTANTE</b> <small>ING. JUAN CARLOS...</small>	<b>REVISOR</b> <small>ING. JUAN CARLOS...</small>	<b>ESCALA</b> <small>1:100</small>	<b>OTRO</b> <small>...</small>



 <b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LA AVENIDA CENTRAL EN EL TERRITORIO RÍO DE LA TRINIDAD DEL DISTRITO JOSÉ FERNÁNDEZ OCHOA, PROYECTO DEL CANTÓN DE SAN FERNÁNDEZ, BOGOTÁ"		<b>PLANO:</b> PLANO LONGITUDINAL 0+000 - 1+000 km		<b>PL-02</b>
<b>REGION:</b> BOGOTÁ	<b>DEPARTAMENTO:</b> BOGOTÁ	<b>ESCALA:</b> 1:1000	<b>FECHA:</b> 2020	



		<b>PROYECTO:</b> TRAZADO DE LAS RUMERAS PARA LA ENLACE DE LAS AVENIDAS DEL SUBSECTOR EN LA AVENIDA CHICLAYO DE EL TRAMO 0+00 KM AL 1+60 KM UBICADO EN EL DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE	
<b>REGION:</b> LAMBAYEQUE	<b>DONA:</b> PLAN DE SECCIONES TRANSVERSALES AV. CHICLAYO	<b>PLANO N°:</b> <b>ST-01</b>	
<b>PROYECTISTA:</b> INGENIERIA...	<b>ESCALA:</b> 1:200	<b>FECHA:</b> JUNIO DE 2020	



 <b>PROYECTO</b> DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LA AVENIDA CHICLAYO EN EL TRAMO 0+800 EM AL 1+000 EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHILCAYO - PROVINCIA CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE			
REGION:	LAMBAYEQUE	PLANO DE SECCIONES	PLANO NO.
PROVINCIA:	CHICLAYO	TRANSVERSALES AV.	<b>ST-02</b>
DISTRITO:	SAN PEDRO DE CHILCAYO	CHICLAYO	
PROYECTISTA:		FECHA:	2016/04/18
		FECHA:	2016/04/18