



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo  
comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y  
Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Kanno Palmer, José Ichiro (ORCID: 0000-0001-6026-644X)

Quiroz Murga, Christian Enrique (ORCID: 0000-0001-6241-1348)

**ASESOR:**

Mg. Horna Araujo Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO - PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Agradecer infinitamente a mis padres, Carlos y Ana, por ser las personas que me inculcaron los valores y principios para lograr ser la persona que soy hoy en día, además, por apoyarme a culminar mi carrera y darme una profesión.

A mis hermanos, Midori y Tadashi, por apoyarme siempre y estar siempre cuando los necesitaba. Sin duda que el apoyo de ellos fue fundamental para terminar mi vida universitaria.

A mis abuelos maternos, Papá Horacio y Mamá Anita, por ser siempre un ejemplo a seguir y estar siempre con nosotros disfrutando nuestros logros.

A mis abuelos paternos, Papá Vicente y Mamá Andrea, por cuidarme y protegerme en todo momento, un abrazo al cielo.

**José Ichiro Kanno Palmer**

A Dios por darme salud y sabiduría.

A mi madre y a mi hermana Karoline por estar presente y brindarme su apoyo incondicional en el complejo camino de la vida universitaria.

A mi papá Juancarlos Burmester y a mi madrina Jessica Robas por siempre estar en las buenas y las malas.  
Los tiempos de Dios son perfectos.

**Christian Enrique Quiroz Murga**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a nuestra Universidad, por ser nuestra segunda casa y brindarnos las enseñanzas necesarias para poder ser profesionales con capacidad de liderazgo e innovación.

A nuestros docentes, quienes durante cinco años brindaron su sabiduría en un salón de clases, gracias a su paciencia y dedicación.

A nuestros asesores, Ing. Luis Horna Araujo e Ing. Josualdo Villar Quiroz, quienes gracias a sus asesorías todas las semanas, se pudo culminar la presente investigación de manera correcta.

A nuestros familiares y amistades quienes nos brindaron sus energías y buenas vibras para continuar este camino y poder culminarlo sin problema alguno.

**Los Autores**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Hipótesis .....	7
1.5. Objetivos .....	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivos Específicos.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes .....	9
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Ciclovía .....	13
2.2.2. Estudio topográfico .....	15
2.2.3. Estudio de mecánica de suelos .....	17
2.2.4. Estudio hidrológico.....	18
2.2.5. Diseño geométrico de la ciclovía .....	18
2.2.6. Estudio de impacto ambiental.....	19
2.2.7. Glosario .....	19
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	22
3.1.1. Enfoque de investigación.....	22

3.1.2. Tipo de investigación .....	22
3.1.3. Diseño de investigación .....	22
3.2. Operacionalización de variables .....	23
3.2.1. Variable.....	23
3.2.2. Matriz de clasificación de variables.....	23
3.2.3. Matriz de operacionalización de variables .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.3.1. Población .....	24
3.3.2. Muestra.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	24
3.4.1. Técnica .....	24
3.4.2. Instrumento de recolección de datos .....	24
3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimientos .....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos .....	30
3.8. Desarrollo de proyecto de investigación .....	31
3.8.1. Estudio topográfico .....	31
3.8.2. Estudio de mecánica de suelos .....	34
3.8.3. Estudio hidrológico.....	36
3.8.4. Diseño geométrico .....	38
3.8.5. Estudio de impacto ambiental .....	46
IV. RESULTADOS.....	54
4.1. Estudio topográfico .....	54
4.1.1. Puntos de estación y referenciación .....	54
4.1.6. Planos topográficos .....	54
4.2. Estudio de mecánica de suelos.....	54
4.2.1. Análisis granulométrico.....	54

4.2.2. Contenido de Humedad .....	55
4.2.3. Límites de Atterberg.....	55
4.2.4. CBR .....	55
4.2.5. Estudio de cantera.....	55
4.3. Estudio Hidrológico .....	56
4.3.1. Precipitaciones máximas mensuales .....	56
4.3.2. Análisis de consistencia de datos .....	57
4.3.2. Hidráulica y drenaje .....	61
4.3.3. Resumen de obras de arte .....	62
4.4. Diseño geométrico .....	64
4.4.1. Diseño geométrico en planta .....	64
4.4.2. Diseño geométrico en perfil .....	67
4.4.3. Diseño geométrico de la sección transversal.....	68
4.4.4. Diseño de pavimento .....	68
4.4.5. Señalización .....	69
4.5. Estudio de impacto ambiental .....	74
4.5.1. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto.....	74
V. DISCUSIÓN.....	77
VI. CONCLUSIONES .....	82
VII. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS .....	92
Anexo N° 01 – Declaratoria de autenticidad de los autores .....	92
Anexo N° 02 – Declaratoria de autenticidad del Asesor.....	93
Anexo N° 03.....	94
Anexo N° 04 – Instrumentos de recolección de datos .....	98
Anexo N° 05 – Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	109
Anexo N° 06 – Fotos y documentos.....	111
Anexo N° 07 – Informe de originalidad Turnitin.....	125

Anexo N° 08 – Análisis de similitud Turnitin..... 126

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Identificación de variables .....	23
Tabla 2 – Instrumentos y validaciones .....	25
Tabla 3 – Sobreanchos de ciclovías según radio .....	41
Tabla 4 – Valores de Bombeo de calzada.....	43
Tabla 5 – Parámetros de Diseño geométrico .....	43
Tabla 6 – Requisitos para espesor de pavimentos.....	44
Tabla 7 – Coordenadas de Estación y punto de BM .....	54
Tabla 8 – Análisis granulométrico .....	54
Tabla 9 – Contenido de Humedad.....	55
Tabla 10 – Límites de Atterberg .....	55
Tabla 11 – Densidad Seca Máxima 95% Y CBR.....	55
Tabla 12 – Resumen de resultados de la cantera .....	55
Tabla 13 – Información pluviométrica de la estación Trujillo .....	56
Tabla 14 - Prueba de bondad de ajuste .....	61
Tabla 15 – Intensidades máximas en (mm/hr) según el método de Frederich Bell .....	61
Tabla 16 – Parámetros de cuencas.....	61
Tabla 17 – Caudal total de la Alcantarilla de Paso .....	62
Tabla 18 – Cálculo de Alcantarilla de Paso .....	63
Tabla 19 – Ubicación de Alcantarillas de Paso .....	63
Tabla 20 – Ubicación de Badenes.....	63
Tabla 21 – Elementos de curva horizontal .....	65
Tabla 22 – Elementos de curva vertical .....	67
Tabla 23 – Resumen de señalización .....	73
Tabla 24 – Matriz de operacionalización de variables.....	94
Tabla 25 – Matriz de operacionalización de variables.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Diseño de alineamiento vertical en terreno ondulado.....	16
Figura 2 – Sección en ladera.....	16
Figura 3 – Sección transversal con muro .....	17
Figura 4 – Elementos de Diseño geométrico.....	18
Figura 5 – Diseño de investigación .....	22
Figura 6 – Cuadro Sinóptico del procedimiento.....	26
Figura 7 – Polígonos de Frecuencia de Macatán – España .....	29
Figura 8 – Ojiva de un estudio de CBR.....	30
Figura 9 – Imagen Satelital .....	32
Figura 10 – Imagen Raster.....	33
Figura 11 – Curvas de Nivel.....	33
Figura 12 – Dimensiones promedio de una Bicicleta .....	39
Figura 13 – Espacio de operación del ciclista .....	39
Figura 14 – Ancho de ciclovía Bidireccional.....	40
Figura 15 – Distancia de visibilidad.....	42
Figura 16 – Gráfico de datos de precipitaciones acumuladas anuales .....	57
Figura 17 – Ajuste de la serie a la distribución Normal .....	57
Figura 18 – Ajuste de la serie a la distribución Log-Normal 2 parámetros .....	58
Figura 19 – Ajuste de la serie a la distribución Log-Normal 3 parámetros .....	58
Figura 20 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma 2 parámetros .....	59
Figura 21 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma 3 parámetros .....	59
Figura 22 – Ajuste de la serie a la distribución Gumbel .....	60
Figura 23 – Ajuste de la serie a la distribución Log-Gumbel .....	60
Figura 24 – Diseño hidráulico de alcantarilla.....	62
Figura 25 – Estructura.....	68
Figura 26 – R-1: Pare.....	69
Figura 27 – R-2: Ceda el paso .....	69
Figura 28 – R-30: Velocidad máxima .....	69
Figura 29 – R-42: Ciclovía.....	70
Figura 30 – P-46C: Vehículos en la ciclovía.....	70
Figura 31 – Pintado de líneas en ciclovía.....	71

Figura 32 – Señalización horizontal en cruces .....	71
Figura 33 – Bordillo traspasable.....	72
Figura 34 – Bolardos .....	72

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el tramo comprendido desde el distrito de Víctor Larco Herrera hasta Huanchaquito, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. Se diseñó una ciclovía ecoamigable desde Víctor Larco Herrera hasta Huanchaquito. El tipo de investigación es experimental no descriptiva, en la cual se utilizó la técnica del análisis documental y una ficha de recolección de datos, teniendo como población y muestra al tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco y Huanchaquito. El problema que se tiene actualmente son los constantes accidentes que se tiene por la falta de ciclovías en el distrito, por tal motivo es que se requiere diseñar una ciclovía. En el diseño de la ciclovía se contó con 26 curvas horizontales y 23 verticales. Por otro lado, se contó con señalización vertical y horizontal y elementos segregadores. Se diseñaron alcantarillas de TMC de 36", así como badenes de 24 m de longitud.

**Palabras clave:** Ciclovía, Víctor Larco, Huanchaquito, Diseño geométrico.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the stretch from the district of Víctor Larco Herrera to Huanchaquito, province of Trujillo, department of La Libertad. The design of an eco-friendly bicycle path was elaborated. The type of research is experimental and not descriptive, in which the technique of documentary analysis and a data collection sheet were used, having as population and sample the stretch between the district of Victor Larco and Huanchaquito. The current problem is the constant accidents due to the lack of bicycle paths in the district; therefore, it is necessary to design a bicycle path. In the design of the ciclovía there were 26 horizontal curves and 23 vertical ones. On the other hand, there were vertical and horizontal signs and segregation elements. 36" TMC culverts were designed, as well as 24 m long speed bumps.

**Keywords:** Ciclovía, Víctor Larco, Huanchaquito, Geometric design.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

El diseño de vías es de suma importancia en el desarrollo mundial, puesto que ayuda en la intercomunicación de pueblos los cuales se encuentran alejados de las ciudades. Además, permite incrementar el comercio en su ámbito geográfico, mejorando la economía y, por supuesto, la calidad de vida de las personas. El diseño de vías comprende varios tipos, en los que resaltan las carreteras, calles urbanas y ciclovías, únicamente para uso de vehículos rodantes, no peatonal (Shui y Chan, 2019). En el presente trabajo de investigación se diseñó un diseño vial de una ciclovía, tratando de mejorar el estilo de vida de los ciudadanos e incrementar la recreación en la zona. Las ciclovías representan a un espacio exclusivo para el tránsito de bicicletas, el cual se encuentra separado del tránsito vehicular como peatonal. Generalmente las ciclovías se encuentran paralelamente al eje de carretera. La construcción de ciclovías impulsa la actividad física en las personas, generando una sociedad con mejor salud, evitando el uso masivo de vehículos motorizados, los cuales pueden generar contaminación al medio ambiente (Bolaños Eduardo, 2018, p. 35).

Uno de los países ejemplo que se tiene es Holanda. En dicho país se cuenta con una excelente infraestructura de ciclovías, las cuales cuentan con anchos de vía adecuados para los usuarios, señalización horizontal y vertical, así como semáforos exclusivos para la comunidad ciclista. Solamente en la capital holandesa, Ámsterdam, cuenta con más de 800 000 bicicletas, esto representa 3 veces la cantidad de autos en la ciudad. La concientización de Holanda comenzó cuando dicho país contaba con una gran tasa de mortalidad a causa de los accidentes de tránsito y bicicletas, que, en su mayoría, las víctimas eran niños. Hoy en día, Ámsterdam es catalogada como la capital de la bicicleta. (Chávez Alex, 2017, párr. 4)

Francia es otro de los países que busca ser protagonista en el ámbito de las ciclovías. Su capital, la ciudad de Paris, busca ser una nueva capital del ciclismo, queriendo triplicar el uso de bicicletas en la ciudad. En la actualidad,

París cuenta con aproximadamente 700 kilómetros de ciclovías queriendo llegar al doble para fomentar más turismo. El objetivo primordial es construir ciclovías que unan puntos estratégicos de la ciudad para generar interés en la población y de esta manera se haga turismo sin utilizar vehículos motorizados. (Martínez Constanza, 2015, párr. 6)

Sin ir muy lejos, se puede poner como ejemplo a la República de Colombia, cuya capital, Bogotá, es la ciudad con mayor cantidad de kilómetros de ciclovías en Sudamérica. En una publicación realizada en el año 2016, se estimó que la meta al año 2020 es incrementar el uso de bicicleta a un 15%, esto significa que Colombia está trabajando en tener un futuro sostenible. (Semana Sostenible, 2016, párr. 6)

En el Perú, la ciudad con mayor cantidad de ciclovías, es la capital. La ciudad de Lima cuenta con aproximadamente 55 rutas de ciclovías, las cuales suman un estimado de 214 km. Lo negativo de las ciclovías en el Perú es que se encuentran desconectadas, es decir, si se desea transitar por las ciclovías de un distrito a otro, en algún momento la ciclovía va a terminar su trazo y se tendrá que transitar por la vía vehicular, generando peligro en los ciclistas y posibles accidentes. Miraflores, es uno de los distritos que mejor infraestructura de ciclovías tiene. Transitar por sus ciclovías transmite paz y tranquilidad puesto que, por su ubicación, puedes recorrer todo el malecón de la costa verde, observando un espléndido paisaje. (Aweita, 2016, párr. 1)

En la provincia de Trujillo, aun no se cuenta con infraestructura de ciclovías construidas. Según el Transporte Metropolitano de Trujillo (2016) existe un proyecto de construcción de ciclovías conectadas, las cuales unirían las principales avenidas de la ciudad, sin embargo, hasta el momento aún no se ejecuta dicho proyecto. Cabe destacar que, debido a la coyuntura que acoge el presente año, el alcalde de la provincia de Trujillo ha dispuesto la creación de 40 km de ciclovías que conecten los distritos pertenecientes a Trujillo, de tal manera que se genere una nueva manera de transporte, respetando la distancia de seguridad.

En esta ocasión, quien busca realizar una ciclovía es la municipalidad distrital de Víctor Larco Herrera para incentivar el deporte en su distrito teniendo en cuenta diversas alternativas con el fin de fomentar el turismo que ha perdido dicha localidad por culpa de la erosión costera, por tal motivo, es que se pensó en realizar el diseño de una ciclovía que una la localidad de Buenos Aires y Huanchaquito, y que dicho tramo se vuelva una alternativa para que las familias realicen ejercicio de manera sana, garantizando la seguridad y la comodidad del usuario.

El diseño de la ciclovía estuvo basado según la norma emitida por el Fondo Nacional del Ambiente, titulada: “Manual de diseño para infraestructura de ciclovías” en la cual se establecen diversos parámetros técnicos para ser considerados en el diseño. Además, se complementó dicha información con el manual de carreteras DG-2018, documento que brinda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para Ordoñez (2017) es primordial contar con una buena topografía puesto que es la base de todo el diseño de la ciclovía. Una buena topografía te muestra los detalles del terreno y las pendientes que tendrá tu trazo, parámetro muy importante en el diseño de infraestructuras viales. Además, la topografía no solo es el trabajo en campo, sino que se debe ver bien representada mediante los planos, con una escala adecuada y con los detalles necesarios para lograr plasmar la realidad a una hoja de papel.

Gonzaga y Saavedra (2019) encontraron que, según su estudio de mecánica de suelos efectuado en la zona del proyecto, su estructura de pavimento debe contar con una subrasante mejorada, puesto que el CBR que obtuvieron no era el óptimo; además, utilizaron una base granular y pavimento flexible.

Por otro lado, Tasayco (2019) utilizó concreto asfáltico para pavimentar su ciclovía debido a que este material es fácil de trabajar; además, permite colocar señalización horizontal en su superficie mediante el fácil pintado de la

misma. El concreto asfáltico es antideslizante, garantizando la seguridad de los usuarios al transitar por la ciclo vía.

Todos los campos explicados anteriormente son muy importantes para realizar el diseño de la ciclo vía, pero no hay que olvidar al medio ambiente. Se debe realizar siempre un estudio de impacto ambiental, con el propósito de conocer las actividades que generarán algún impacto en el ambiente, y poder realizar planes de mitigación con el fin de evitar dañar los diferentes medios del ambiente. Además del plan de mitigación, se realiza un plan de seguimiento y control, para mantener un desarrollo sostenible seguro y de la mano con el medio ambiente (Kingsley, 2016).

En el año 2015, la municipalidad de Miraflores, con su alcalde, el señor Jorge Muñoz Wells, inauguraron la ciclo vía que comprende el malecón Cisneros, la cual muestra un recorrido muy ameno. Esta ciclo vía lleva desde el parque de niños hasta el parque conocido como “El Faro”, circulando por todo el malecón de la costa verde, con una vista a la playa espléndida.

La municipalidad de Nazca realizó un proyecto de inversión pública con el fin de crear un circuito de ciclo vías en la Av. Agustín Bocanegra y Prada, cuya aglomeración de vehículos era abrumadora, por tal motivo, se decidió por crear una vía auxiliar para los vehículos no motorizados para ahorrar tiempo y beneficiar a los centros de servicio y turismo.

La elevada tasa de accidentes de tránsito, la ausencia de zonas seguras para ciclistas, las mismas que a su vez poseen como causa principal la errada y/o irregular aplicación del Decreto Supremo N° 016-20009-MTC que contiene el TUO del Reglamento Nacional de Tránsito. Asimismo, la cantidad excesiva de vehículos motorizados que necesariamente implican la ocupación de la vía preexistente entre el tramo precitado en toda su extensión, y que consecuentemente implica la afectación al flujo constante vehicular. Mediante el presente, se ofrece una propuesta de ciclo vía tomando en cuenta las

principales causas que justifican la necesidad de diseño, construcción y habilitación de la misma (Pritchard, 2019).

En base a lo descrito en el párrafo anterior, la contaminación ambiental sería otro problema, al existir excesivas cantidades de CO<sub>2</sub>, gas tóxico que afecta gravemente la salud física del ciudadano (Petermann, 2018); del mismo modo, el uso injustificado y desmedido de los claxon, de cualquier vehículo motorizado, excede la cantidad de decibeles que el oído humano es capaz de tolerar, y si se considera en su conjunto, en definitiva acarrea perjuicios en la salud física e incluso mental de los miembros de la sociedad (Arce, 2016).

Asimismo, el tráfico vehicular, es un problema fundamental ante la ausencia de ciclovías, el embotellamiento en las calles y avenidas, el tiempo que se toma para trasladarse de un lugar a otro es más elevado. Las causas comunes de este problema son que se prioriza los vehículos motorizados, la capacidad vial está sobrepasada y la falta de concientización de las personas para usar otras alternativas (Raustorn y Koglin, 2019).

Habiendo descrito las causas que determinan la realidad problemática de la presente tesis, se procede a establecer la denominación del mismo, consistente en “Diseño de la ciclovía costanera eco amigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad”.

En este proyecto se pretende investigar los parámetros y/o lineamientos técnicos para el diseño y construcción de la ciclovía. En primer lugar, se analizó el tipo de terreno existente en la zona para de esa manera poder calcular el espesor de la base y subbase, puesto que, si no se analiza correctamente aquél, existe una alta probabilidad de que pueda sufrir daños (Elsaid, 2019). Asimismo, se analizó el material de construcción que se utilizó, puesto que en caso exista error en este, de acuerdo a la naturaleza de la obra, esta sufriría desgaste prematuro. Así también, se estudió la ubicación del proyecto; específicamente, la determinación del punto inicial y el punto final.

El estudio de los criterios establecidos previamente permitió como consecuencia la promoción de la actividad física, lo que, a su vez, implicó una probable reducción de la tasa de obesidad en la población, así como el fomento de hábitos saludables (Batteate, 2016).

En caso no se investigue lo descrito en el párrafo anterior, existirían numerosas consecuencias negativas, contrarias a los objetivos del proyecto. Por ejemplo, de determinarse una ubicación errónea de la ciclovía, sea por incumplimiento de criterios reglamentarios y/o normativos, o cualquier otra circunstancia, implicaría un peligro inminente para aquellos ciudadanos que pretendan la utilización (o efectivamente utilicen) la ciclovía (Branion-Calles, 2019). Por otro lado, en caso de que no exista una correcta fijación de los extremos de la ciclovía, se generará una consecuenta reacción en cadena: Existiría interrupción del trazo de la ciclovía, por ende, no existirá interconexión en la misma y en consecuencia implicará un peligro inminente para los ciclistas y usuarios de la misma, y en consecuencia caerá en desuso, habiéndose generado así un gasto infructuoso de presupuesto estatal.

## **1.2. Planteamiento del problema**

De acuerdo a todo lo explicado anteriormente y sabiendo la importancia de un proyecto de tales características en Trujillo es que se propuso la siguiente interrogante: ¿Cuál es el diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad, 2020?

## **1.3. Justificación**

La presente investigación está orientada a la búsqueda de alternativas para las personas que requieran movilización cotidiana. Lo que se busca es la creación de lugares exclusivos para los ciclistas, promover la actividad física, la recreación y la reducción de la contaminación ambiental y sonora que generan los vehículos motorizados en el medio ambiente, lo cual será bastante beneficioso no solo para los ciclistas sino para los trujillanos en

general. Como producto de ello, se pretende obtener orden urbano y la reducción de accidentes vehiculares. Así como la percepción de las ciclovías como un estándar urbano.

El proyecto se justifica desde el punto de vista práctico debido a que se buscó dar solución a los múltiples accidentes que sufren los ciclistas trujillanos por la falta de ciclovías, por lo que se buscó garantizar su seguridad y comodidad.

Por otro lado, del punto de vista teórico se trabajó con diversas normas que contienen parámetros establecidos para el diseño de ciclovías. Se trabajó también con la norma CE 010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por último, metodológicamente se justifica porque se obtuvo nuevos conocimientos acerca de ciclovías en la región puesto que fue la primera en ser construida en La Libertad. Esto generó que otros distritos quieran realizar lo mismo y consecuente a eso se generen nuevos métodos de diseño.

#### **1.4. Hipótesis**

La hipótesis que se maneja en el presente proyecto es que la ciclovía diseñada debe cumplir con los parámetros técnicos decretados en las normas, con una velocidad de diseño de 40 km/hr y un ancho de calzada entre 2 y 3 m, con el propósito de mantener la seguridad y comodidad de los usuarios; además, impulsa al tema ecológico que ayuda a tener armonía con el medio ambiente en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad, 2020.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

El objetivo general es Diseñar la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad, 2020.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos a tratar en la investigación son los siguientes:

- Realizar el estudio topográfico de la zona en estudio.
- Obtener el estudio de mecánica de suelos para el trazo de la ciclovía.
- Realizar el estudio hidrológico y diseño de obras de arte.
- Realizar el diseño geométrico de la ciclovía.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Para este proyecto de investigación, se tienen en cuenta trabajos previos de otros autores del ámbito local, nacional e internacional.

***“Diseño geométrico de la interconexión de las ciclovías de la Av. Angélica Gamarra y Av. Industrial para garantizar la continuidad de la red vial”***

(Quipuscoa y Vega 2018). Su objetivo general fue realizar la interconexión de la Av. Universitaria con la Av. Angélica Gamarra hasta la Av. Bolognesi y luego realizar un tramo de ciclovía hasta la Av. Industrial con Av. Pacífico, para ello se debe obtener bibliografías que aporten información para la ciclovía, así como tener los parámetros para el diseño geométrico (p. 16). Usaron una metodología basada en manuales, los cuales ayudaban en conocer diversos parámetros necesarios que se debían cumplir para realizar el diseño de la ciclovía, entre los que destacan los anchos mínimos, pendientes máximas y mínimas, velocidad de diseño, etc. (p.17). Según los manuales utilizados se determinó que su ancho de ciclovía varía entre 2.40 – 3.00 m, además, se diseñó con una velocidad entre 10 – 30 km/h, la cual es importante para poder calcular los sobreeanchos en las curvas. El autor se afianzó de manuales nacionales, así como de países como Chile, México y Colombia (p. 94).

Este trabajo de investigación nos aporta mucha información en cuantos a los parámetros que debemos cumplir, con estos datos podemos realizar nuestro diseño de la ciclovía de manera correcta y cumpliendo con los estándares que las normas peruanas e internacionales nos exigen. Dicha tesis, cuenta con varios manuales de diseño que pueden ayudar al desarrollo del proyecto de investigación.

***“Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas”***

(Gamarra, 2018). Se plantea como objetivo dar a conocer los parámetros básicos que debemos tener para construir una ciclovía, guiándose de países

internacional, tratando de continuar un sistema innovador (p. 1). Se tomó en cuenta diversos estudios previos al diseño de la ciclovia, el más novedoso es el estudio hidráulico que emplea, puesto que, el trazo de tu carretera puede estar sobre algún pequeño río o acequia; además, este estudio es importante para diseño los sistemas de drenaje debido a la precipitación pluvial (p. 63). En el trabajo de investigación también se toman en cuenta los parámetros de diseño geométrico según el Manual de diseño para infraestructura vial emitida por el FONAM (p. 74). Los estudios previos te ayudan a que tu ciclovia esté correctamente construida, esto evita problemas posteriores como podría ser la acumulación de agua en la calzada o problemas con el suelo, por tal motivo se deben realizar estudios como la mecánica de suelos, hidráulica, estudio de tráfico, diseño geométrico, etc (p. 85).

Se puede rescatar lo importante que es el estudio hidrológico en el diseño de infraestructura vial, debido a que siempre están ligados. Un pavimento siempre debe contar un bombeo para el drenaje de las aguas pluviales, así como alcantarillas para el paso de microcuencas y, en algunos casos, el estudio hidrológico puede mostrar que es necesario la construcción de un puente por la gran cantidad de caudal que se puede llegar a tener según base histórica de estaciones meteorológica.

### ***“Estudio preliminar para la implementación de una ciclovia en la ciudad de Santo Domingo”***

(Silva y Zambrano, 2018). Se proponen como objetivo general realizar el estudio preliminar para la implementación de una ciclovia en la ciudad de Santo Domingo (p. 5). Para ello, los autores siguieron una metodología basada en normas que ayudan a diseñar la ciclovia acorde al estudio de tráfico realizado, además de los requerimientos de los usuarios. En la tesis se pueden encontrar los requisitos mínimos para la ciclovia, la cual consta del tamaño estándar de una bicicleta, la dirección de tu ciclovia, espacios necesarios para estacionamientos, etc. (p. 15-17). En su desarrollo, enfatiza que la ciclovia debe estar correctamente señalizada, por eso, finaliza con la señalización tanto horizontal como vertical, así como la iluminación necesaria

para su uso nocturno (p. 23-30). Los autores concluyen expresando que una ciclovía debe contar con características funcionales y técnicas para que se llegue a un nivel de aceptación exitoso por parte de los usuarios (p. 76).

El tema de la señalización e iluminación es muy importante en la tesis, puesto que garantiza la seguridad de los usuarios al estar transitando por la ciclovía. Con una buena señalización en la ciclovía, las personas pueden prevenir accidentes y la iluminación permite que la ciclovía pueda ser utilizada también en la noche y no solamente limitarse a ser utilizada por el día.

***“Propuesta del trazado de rutas para ciclovías en la zona urbana de la ciudad de Cuenca”***

(Barreto y Gonzáles, 2017). Se proponen como objetivo realizar una propuesta de trazado de ciclovías en la zona urbana de la ciudad de Cuenca (p. 25). La metodología que utilizan es basarse en ideas innovadoras del mundo, con la finalidad de tener una ciclovía fuera de lo común y que vaya acorde al medio ambiente (p. 16). Utilizan también un diagnóstico para el diseño, el cual se basa en diferentes aspectos como la edad de los usuarios, el área geográfica, la densidad poblacional, la infraestructura vial existente, etc. (p.19-35). Los autores resaltan que la ciclovía en la ciudad de Cuenca será beneficiosa en gran mayoría a la población de edades entre 14 – 24 años, quienes hacen mayor uso de las bicicletas para movilizarse; además, demuestran que la ciclovía ayudará en el transporte en la ciudad de Cuenca, puesto que brindará una inclusión de sectores rurales y de poblaciones de bajos recursos económicos (p. 65).

Se rescata lo innovador de la tesis, buscando siempre modelos internacionales, esto ayuda al diseño arquitectónico de la ciclovía, obteniendo algo más atractivo y acorde al medio ambiente. Esto genera curiosidad en la ciudadanía, por lo tanto, se genera mayor expectativa y aceptación por el proyecto.

***“Desarrollo de un sistema de movilidad sostenible, mediante la implementación de una red integradora de ciclovías que conecten los distritos de San Borja, San Isidro, Miraflores, Surco y Surquillo”***

Ponce, Coello y Espinoza (2016). Tienen como objetivo plantear un proyecto de desarrollo del sistema sostenible de Lima metropolitana (p. 88). Los autores siguen una metodología basada en evaluaciones preliminares, como es el aspecto económico, beneficios del proyecto, viabilidad del proyecto y el impacto ambiental que éste generaría. (p. 124-150). De sus evaluaciones concluyen que el uso de bicicletas genera múltiples beneficios tanto en la transitabilidad como en la salud y economía de las personas; además, el uso de bicicletas, ayuda al medio ambiente y al desarrollo sostenible del país (p. 165).

La investigación mostrada nos ayuda a saber los beneficios que trae la construcción de una ciclovía, dando viabilidad al presente proyecto de investigación. Además, nos demuestra lo amigable que puede ser la ciclovía con el medio ambiente, puesto que evita el uso de vehículos motorizados, disminuyendo la contaminación y dando cabida a una nueva forma de movilidad.

***“Propuesta de un diseño de ciclovía para la ciudad de Ibarra”***

(Bolaños, 2018). Tuvo como objetivo general dar a conocer a la propuesta de un diseño de una ciclovía para la ciudad de Ibarra (p. 17). El autor utilizó información bibliográfica para recopilar los datos suficientes para conocer el ámbito del transporte sostenible, esto quiere decir, el uso de bicicleta o también conocido como vehículos no motorizados; además, realizó encuestas para conocer la necesidad que tienen los pobladores de dicha ciudad para que puedan utilizar las bicicletas (p.18). Según su encuesta realizada por el autor, determinó que mucha parte de la población no usa bicicleta por la insuficiencia de vías exclusivas para dichos vehículos; por lo tanto, la gran mayoría de personas encuestadas afirma que usarían la ciclovía si esta existiera, lo cual justifica la tesis del autor (p. 81-85). La encuesta realizada tuvo una gran aceptación por parte de los encuestados, de tal manera que

sirvió como base de datos para la construcción de una ciclovia en la ciudad de Ibarra, Ecuador (p. 106).

La tesis expuesta nos ayuda a saber que es importante también tener una ayuda extra como es la encuesta para saber la opinión de la población frente a una propuesta de diseño nueva en un espacio geográfico. Esto ayuda a poder realizar el diseño de la ciclovia acorde a como desea la población, de tal manera que sea óptima y eficiente para los usuarios.

## **2.2. Bases teóricas**

Este proyecto de investigación abarca distintos campos de la ingeniería civil, para ello se deben realizar definiciones de algunos términos con el objetivo de poder lograr un mayor entendimiento del tema en general.

### **2.2.1. Ciclovia**

Podemos definir como ciclovia a los espacios exclusivos para la circulación de bicicletas, situadas de manera paralela a las carreteras principales (Pérez Mauro, 2017). Existen diversos tipos de ciclovías, las cuales pueden dividirse hasta en 4 tipos (Sevillano John, 2019):

#### **2.2.1.1. Tipos de ciclovia**

**-Ciclovías reservadas:** Son aquellas que no se ubican en la carretera principal. Son las que sirven para ser tomadas como atajos, generalmente cruzan parques o plazuelas (p. 17).

**-Ciclovías segregadas:** Son aquellas que se ubican en la carretera principal y tienen un carril para uso exclusivo de bicicletas. Generalmente van paralelamente a la carretera (p. 17).

**-Ciclovías integradas:** Este tipo de ciclovías se no tienen un carril exclusivo en la carretera y deben compartir la vía con los vehículos, quienes deben darle preferencias (p. 17).

**-Ciclovías tipo senderos:** Su fin es la recreación y generalmente están ubicadas fuera del perímetro urbano, es la que más se acomoda al diseño de ciclovía que se requiere realizar (p. 17).

En el manual de carreteras DG-2018 podemos encontrar información de la clasificación de las vías según su orografía, la cual se detalla a continuación:

#### **2.2.1.2. Clasificación según su orografía**

**-Terreno plano (Tipo 1):** Generalmente estos terrenos se encuentran en la costa, puesto que cuentan con pendientes transversales menores al 10% y longitudinales menores al 3%. Estos tipos de terrenos son más accesibles para su manejo (p. 14).

**-Terreno ondulado (Tipo 2):** Poseen pendientes transversales entre el 11% y el 50% y, longitudinales entre el 3% y el 6%; lo que hace moderado el movimiento de tierras al momento de diseñar una vía. Se considera un terreno accesible; sin embargo, puede haber zonas de riesgo (p. 14).

**-Terreno accidentado (Tipo 3):** Terreno dificultoso al diseñar una carretera, debido a que cuenta con pendientes transversales entre el 51% y el 100% y, longitudinales entre el 6% y el 8% (p. 14).

**-Terreno escarpado (Tipos 4):** Se considera el terreno más difícil en el diseño de carreteras, cuenta con pendientes transversales mayores al 100% y longitudinales por encima del 8%. Este tipo de terrenos genera mucha demanda en los movimientos de tierras (p. 14).

#### **2.2.1.3. Criterios básicos para el diseño de una vía**

El diseño geométrico de una vía demanda realizar diversos estudios previos al propio diseño, debido a que sirve como base para que la vía diseñada cumpla con los requisitos técnicos con el fin de que la vía sea

duradera para el tiempo de diseño. Los aspectos a tomarse en cuenta en el diseño de la ciclovía son los siguientes:

- Estudio topográfico de la zona en estudio.
- Estudio de mecánica de suelos para conocer sus características.
- Estudio hidrológico y diseño de obras de arte.
- Diseño Geométrico de la ciclovía.
- Estudio de impacto ambiental.

### **2.2.2. Estudio topográfico**

Se define como topografía a la descripción o conocimiento del terreno donde se realizará alguna actividad en específico. En obras como el diseño de vías de comunicación, la topografía es un elemento indispensable, puesto que es la base de todo el trabajo (Jáuregui Luis, 2016, p. 1)

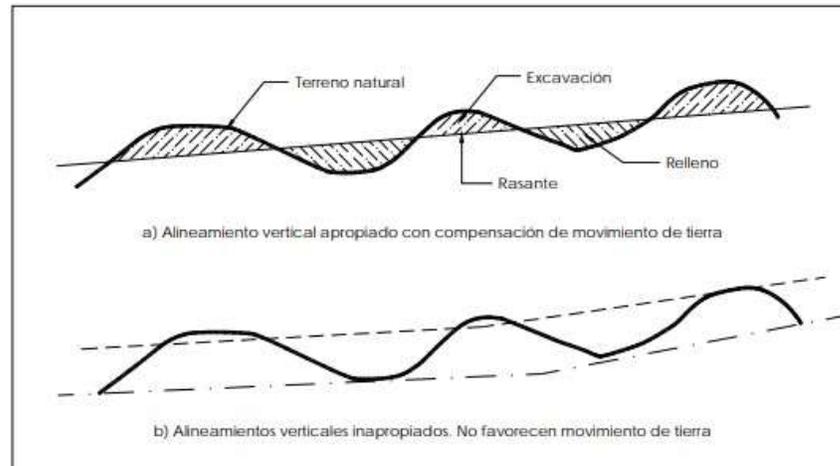
#### **2.2.2.1. Tipo de terreno según su topografía**

+Según Agudelo (2002) las carreteras se pueden dividir en:

**-Terreno plano:** Este tipo de terreno permiten que se realice un diseño de tal manera que los vehículos pesado circulen con la misma libertad que los demás vehículos, no cuenta con dificultades constructivas (p. 96).

**-Terreno ondulado:** Su alineamiento hace que los vehículos pesado no transiten a la misma velocidad que los demás vehículos. Se pueden realizar trazado con tangentes largas y radios de curvatura amplios (p. 101).

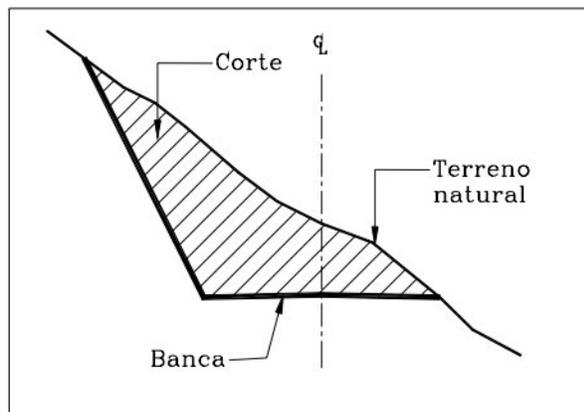
Figura 1 – Diseño de alineamiento vertical en terreno ondulado



**Fuente:** Agudelo (2002)

**-Terreno montañoso:** Los vehículos pesados deben transitar con precaución en rampas, debido a las altas pendientes que este terreno cuenta. Es muy frecuente tener que usar banquetas en los cortes de terreno (p. 103).

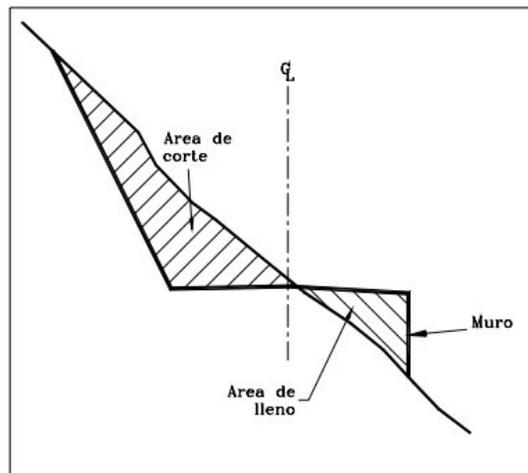
Figura 2 – Sección en ladera



**Fuente:** Agudelo (2002)

**-Terreno escarpado:** En este tipo de terreno no es recomendable el tránsito para vehículos pesados debido a que cuenta con pendientes muy elevadas y radios de curvatura pequeños (p. 104).

Figura 3 – Sección transversal con muro



Fuente: Agudelo (2002)

### 2.2.3. Estudio de mecánica de suelos

Son trabajos que se realizan en la zona de estudio, donde se extraen materiales mediante calicatas con el fin de procesarlos en el laboratorio para conocer las características físico-mecánicas de los suelos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 279). Existen 5 tipos de suelos básicos:

**Suelos gravosos:** compuesto por partículas de piedra de diámetro  $\frac{1}{4}$ " a más. Son piedras creadas de la disgregación de rocas.

**Suelo arenoso:** compuesto por partículas de roca y minerales de diámetro  $\frac{1}{4}$ " a 0.002".

**Suelo limosos y arcillosos:** partículas de diámetros mínimos y con gran capacidad de cohesión. Se forma por la sedimentación de materiales, los cuales son transportados por agua y viento.

**Suelos de materia orgánica:** Están compuesto por restos orgánicos, heces de animales, etc.

#### 2.2.4. Estudio hidrológico

Es primordial tener conocimiento del comportamiento del recurso agua en la zona, puesto que la ciclovía puede sufrir daños, para ello se realiza un estudio hidrológico, el cual se basa en tener una data histórica de precipitaciones en la zona, con el propósito de conocer la cantidad de lluvia que cae en la zona, para delimitar cuencas y ubicar las alcantarillas de paso, las cuales son tuberías que permiten el paso del agua atravesando de un lado a otro la vía, esto ayuda a que el caudal de agua no golpee con la vía y siga su curso natural hacia el mar. (Agudelo Jhon, 2002, p. 43)

#### 2.2.5. Diseño geométrico de la ciclovía

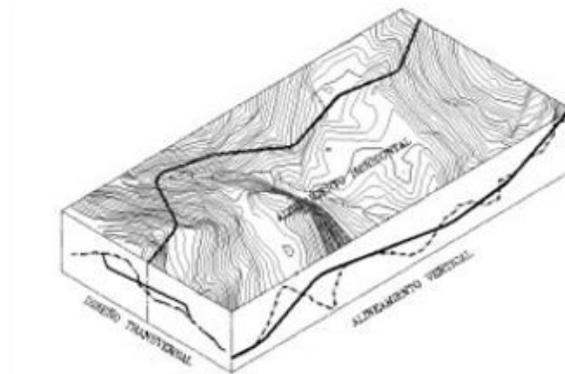
El diseño geométrico de la ciclovía permite conocer las características técnicas necesarias que debe contener la geometría de una vía, de acuerdo a la topografía de la zona (Agudelo Jhon, 2002, p. 43). En el diseño de una vía se deben tener en cuenta 3 tipos de diseño (p. 44):

**-Diseño horizontal:** Es aquí donde se diseñan las tangentes y curvas horizontales, además, también se realiza la señalización.

**-Diseño vertical:** Es aquí donde se diseñan las curvas verticales, y se estudian las pendientes con cotas. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas.

**-Diseño transversal:** Es aquí donde se diseña la sección transversal de la vía, donde se ubica el ancho de calzada, bombeo, etc.

Figura 4 – Elementos de Diseño geométrico



**Fuente:** Agudelo (2002)

### 2.2.6. Estudio de impacto ambiental

Se tendrá en cuenta el estudio de impacto ambiental, el cual está encargado de identificar si el proyecto genera impactos tanto negativos como positivos; además, nos brindará información para poder realizar medidas de prevención y planes de contingencia para los impactos. Durante la ejecución de este tipo de proyectos, se genera mucho material particulado, llámese polvo, lo cual representa a un impacto negativo y con la ayuda del estudio de impacto ambiental se podrá dar solución a dicho problema (Agudelo Jhon, 2002, p. 45).

### 2.2.7. Glosario

Para una mejor comprensión por parte de los lectores, se definirán algunos términos técnicos de ingeniería:

**-Calzada:** Componente de la vía por donde transitan los vehículos, está dividida por carriles y generalmente son en diferentes sentidos (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 190).

**-Curvas horizontales:** Son arcos de circunferencia que tienen la finalidad de unir las tangentes para suavizar su trazado. Son las curvas reales por donde transitan los vehículos (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 127).

**-Curvas verticales:** Tienen la forma geométrica de una parábola, y se diseñan siempre y cuando su la diferencia algebraica de sus pendientes es mayor a 1% si se tiene una carretera pavimentada y mayor a 2% para los otros tipos de vías (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 174).

**-Impacto ambiental negativo:** Son actividades que causan daño al medio ambiente por causa de la ejecución del proyecto.

**-Impacto ambiental positivo:** Son actividades que traen beneficio tanto al ambiente como a la población.

**-Material de cantera:** Es material que cumple con los requisitos para ser utilizado dentro de la obra, se recomienda que la cantera sea cerca de la obra para que no sea muy costoso.

**-Nivelación:** Proceso de los movimientos de tierras donde se establecen diferencias entre puntos topográficos para mantener un perfil constante.

**-Obras de arte:** Se le conoce como obras de arte a las estructuras hidráulicas que permiten el paso del agua por la carretera, drenar el agua de los taludes, etc.

**-Pendiente:** Inclinación de la superficie respecto a un plano referenciado,

**-Peralte:** Inclinación de la vía únicamente en las curvas, diseñado con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga causada por la circulación de los vehículos (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 196).

**-Perfil:** Representación del corte terreno en compañía del trazado longitudinal de la vía.

**-Radios de diseño:** Están representados por los radios que dan origen a las curvas de la vía. Están en función de la velocidad de diseño.

**-Rasante:** Representa al nivel final de la capa de rodadura. La rasante se ubica en el eje de vía y es la que se utiliza para graficar el perfil longitudinal.

**-Sección transversal:** Representa al corte de una carretera de manera transversal al eje. Es en esta vista donde se ubican los anchos de calzada, además, se puede reconocer si la sección es del tipo corte, relleno o ambas (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 11).

**-Sub rasante:** Parte de la vía donde se sitúa la capa de rodadura.

**-Talud:** Inclinación del terreno en las partes laterales de la vía ya sea en zonas de corte como en zonas de relleno.

**-Velocidad de diseño:** Velocidad máxima con la que se podrá circular por la vía en diseño manteniéndose la seguridad y comodidad de los usuarios (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 96).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es del carácter cuantitativa, debido a que los datos que se recolecten y se coloquen en la presente investigación son medibles, es decir, se les asignan valores numéricos.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

**3.1.2.1 Según el propósito:** La presente investigación es del tipo aplicada, debido a que se utilizó otras teorías para realizar su desarrollo.

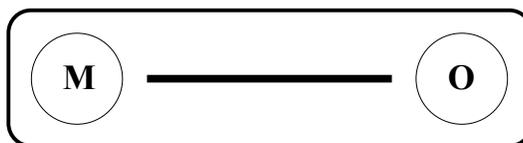
**3.1.2.2. Según el diseño:** Es del tipo no experimental, porque no existe manipulación de variables y, descriptiva por el hecho que se caracteriza el diseño de la ciclovía.

**3.1.2.3. Según el nivel:** Es de carácter descriptivo porque se buscó caracterizar el diseño de una ciclovía, la cual debió cumplir con los parámetros decretados en las normas de diseño.

##### 3.1.3. Diseño de investigación

Se trata de una investigación no experimental por no existir manipulación de variables y, transversal, debido a que únicamente se realizó el diseño de una ciclovía en un solo tiempo, tal y como lo muestra el siguiente gráfico:

Figura 5 – Diseño de investigación



Donde:

**M:** Está representado por la zona de influencia del proyecto.

**O:** Datos obtenidos en campo.

### 3.2. Operacionalización de variables

#### 3.2.1. Variable

El proyecto de investigación contó con una variable, la cual es: Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable. Para Pérez y Rizo (s/f) una variable de investigación manifiesta las características de una realidad mostrada, donde estas características representan los valores de la variable.

#### 3.2.2. Matriz de clasificación de variables

Tabla 1 – Identificación de variables

Variable	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

### **3.2.3. Matriz de operacionalización de variables**

Ver Anexo N° 03.01

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **3.3.1. Población**

La población estuvo representada por todo el tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito en la provincia de Trujillo, La Libertad, 2020.

### **3.3.2. Muestra**

La muestra fue el tramo de la ciclovía que comprende desde el distrito de Víctor Larco herrera hasta Huanchaquito, la cual contiene un aproximado de 7.2 km de recorrido.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **3.4.1. Técnica**

En el presente proyecto de investigación se utilizó la técnica de Análisis documental para los estudios a realizar.

### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Para la ciclovía se utilizó la ficha de resumen y la ficha de recolección de datos, manteniendo un orden para desarrollar los estudios de manera correcta. Los instrumentos que se utilizaron fueron las siguientes:

-Ficha de Resumen 1 (Ver Anexo N° 04.01) para el levantamiento topográfico.

-Ficha de resumen 2 (Ver Anexo N° 04.02) para el estudio de mecánica de suelos.

-Ficha de recolección de datos 1 (Ver Anexo N° 04.03) para el estudio hidrológico.

Tabla 2 – Instrumentos y validaciones

<b>Dimensiones</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
<b>Topografía</b>	Google Earth, Global Mapper, Planos, Ficha de resumen 1	Expertos en el tema
<b>Estudio de Suelos</b>	Ficha de Resumen 2	Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Jefe de laboratorio
<b>Estudio Hidrológico</b>	Ficha de recolección de datos	Expertos en el tema

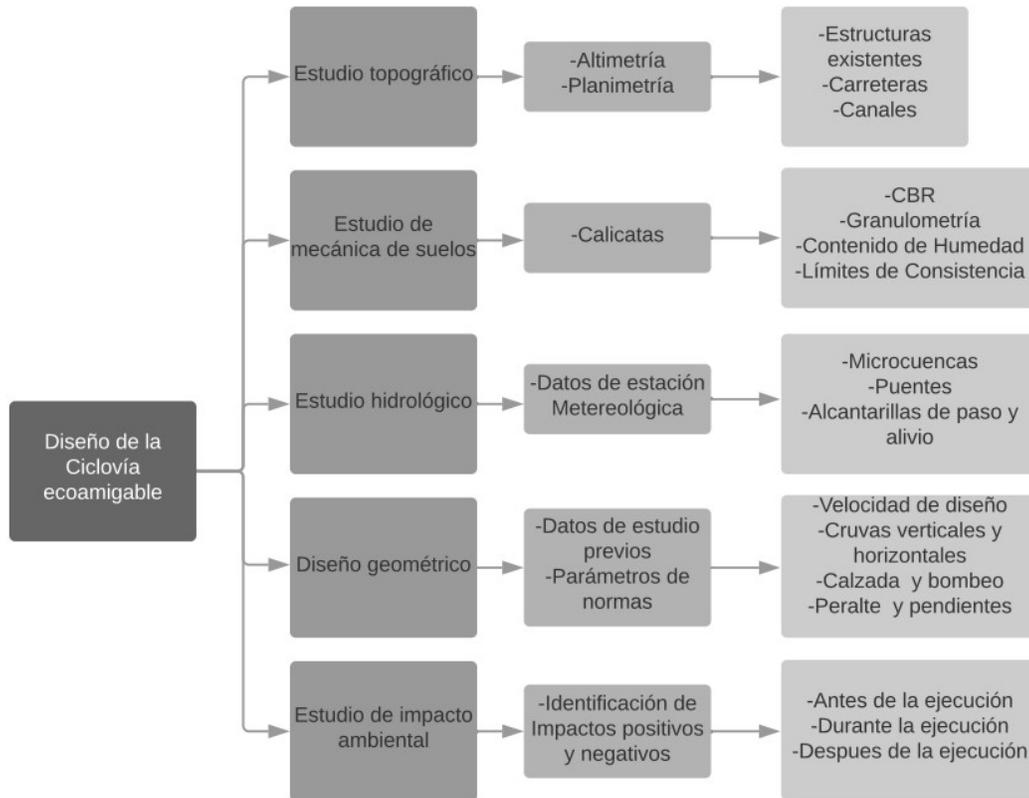
### 3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos

En la validación de los instrumentos a utilizar se tomaron en cuenta juicios de expertos en el tema, quienes aprobaron las fichas para su correcto uso en el desarrollo de esta investigación. La validación de ficha se puede observar en el Anexo N°05. Los expertos que validaron las fichas son:

- Ing. Luis Alberto Horna Araujo N° CIP: 24002
- Ing. Gianmarco Palmer Murga N° CIP: 210140

### 3.5. Procedimientos

Figura 6 – Cuadro Sinóptico del procedimiento



En primer lugar, se fijó el tramo a diseñar de la ciclovia, la cual tuvo su punto de inicio en el distrito de Víctor Larco Herrera, específicamente a la altura de la última cuadra de la Calle Los Desamparados hasta la localidad de Huanchaquito (Cruce con Av. Huanchaco). Se contó con un tramo aproximado de 7.2 km. Luego de tener el tramo de la ciclovia, se procedió a realizar el levantamiento topográfico del tramo de la ciclovia mediante los softwares necesarios. Según Gonzales, 2016, utiliza los programas Google Earth y Global Mapper. Como primer paso, se debe delinear mediante un polígono el área a intervenir en el programa Google Earth, luego dicho archivo se debe extraer para poder importarlo en el Global Mapper. En dicho programa, se debe configurar según la zona geográfica y coordenadas en donde se trabajará, posteriormente se importa el archivo del Google Earth, se obtiene una imagen raster y se procede a generar las curvas de nivel según el

requerimiento del tesista. Las curvas se generan y el programa permite extraer el archivo con una extensión DWG, la cual es aceptable por el software AutoCAD Civil 3D, donde se realiza todos los detalles a colocar y laminar los planos para un mayor entendimiento y orden al momento de la impresión.

Una vez realizado el estudio topográfico, se procedió a realizar el estudio de mecánica de suelos. Esto se realizó mediante un análisis documental de un expediente donde se realizó una ficha de resumen con los datos del estudio de suelos realizado en dicho expediente. Los datos que se obtuvieron fueron de estudios básicos como es la granulometría, el cual consiste en pasar una muestra del suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones con estándares a fin de determinar las proporciones relativas de tamaños particulares, con el fin de distribuir bien los tipos de suelos por el proceso de tamizado, contenido de humedad, el cual es el porcentaje del peso del agua en una masa dada por el suelo. y límites de consistencia, los cuales son el límite líquido que se realiza mediante una cuchara de casa grande y se usa material pasado por la malla N° 40 y el límite plástico, donde se utiliza cilindros de 3 mm dejándolos secar hasta que se rompan, calculando luego su humedad; así como, el resultado de CBR tanto para el terreno de fundación como de cantera, el cual representa la resistencia del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. Mide la resistencia del esfuerzo cortante del suelo, evaluando la calidad del mismo para ser utilizados como base o subbase en la estructura de un pavimento.

Antes de realizar el diseño geométrico de la ciclovía es muy importante tener el estudio hidrológico. Esto te ayuda a poder diseñar las obras de arte en lugares específicos. Dentro del estudio hidrológico se tuvieron en cuenta datos históricos de estaciones meteorológicas, las cuales ayudaron a saber la frecuencia de precipitaciones en la zona. Los datos debieron pasar por un análisis de consistencia, donde se verifican que los datos tengan información válida y suficiente para realizar el estudio. También, se le aplica las funciones de probabilidad con el objetivo de saber con qué método es el adecuado para obtener los caudales de diseño, eso se obtiene gracias al programa Hidroesta

El estudio hidrológico permite conocer la existencia de microcuencas en la zona y sus posibles afluentes que crucen por la vía. El diseño de obras de arte permitió una continuidad de la ciclovía, puesto que, el trazado puede verse interrumpido con algún canal de regadío que es muy común en la zona y es ahí donde se determinaron diseñar algún tipo de obra de arte ya sea alcantarilla de alivio, de paso, o en casos de luces más extensas, un puente.

Una vez que se tiene los estudios previos, se empezó con el diseño geométrico de la ciclovía. Se basó en el Manual de diseño para infraestructura de Ciclovías en conjunto con el Manual de Carreteras – DG 2018. Es muy importante tratar de dividir el diseño en 4 partes: diseño en planta, en perfil, transversal y el diseño del pavimento. El diseño en planta estuvo representado por todo el trazado horizontal que comprende las tangentes y curvas horizontales, cuyo radio de curvatura depende de la velocidad de diseño escogida. Una vez que se tiene el diseño horizontal, se procedió a realizar el diseño en perfil, que comprende tangentes y esta vez, curvas verticales, las cuales pueden ser cóncavas y convexas, según las pendientes de las tangentes. Este diseño permitió conocer la pendiente longitudinal de la ciclovía. Las curvas verticales se diseñaron siempre y cuando la diferencia algebraica entre las dos pendientes sea mayor que 2, caso contrario, se dejó en unión de tangentes. Luego se procedió a realizar el diseño transversal, que representa a un corte perpendicular al eje de la ciclovía donde se visualiza la calzada, bombeo, peralte en curvas, taludes, etc. Como último diseño se tiene al del pavimento, el cual depende mucho del estudio de suelos. Este estudio permitió conocer las características de suelos y, por ende, el espesor de las diferentes capas de pavimento. El diseño de pavimento depende también de la capa de rodadura que se colocó, las cuales pueden ser pavimento rígido, flexible o articulado. Cabe destacar que, se realizó la señalización adecuada para mantener la seguridad de los usuarios al circular por la vía.

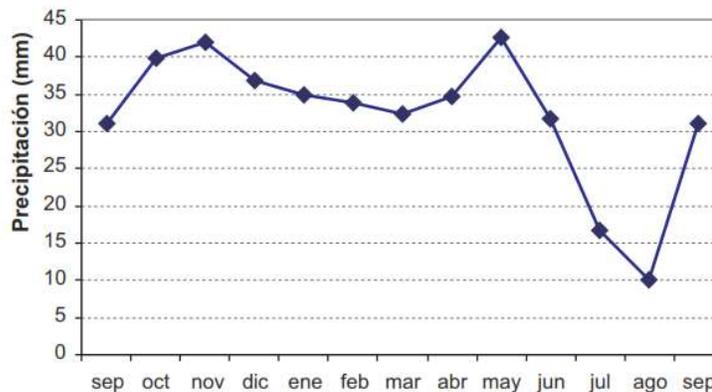
Existe un decreto legislativo emitido por Ministerio del Ambiente, el cual obliga que todo proyecto deba tener un estudio de impacto ambiental. Esto permitió conocer si el proyecto a ejecutar causó problemas al medio ambiente y a la

población. Sin embargo, según Caggiani, 2019, demuestra que en muchas ocasiones más son los beneficios como puede ser la generación de empleo, comercio, economía, etc. También, se propuso planes de contingencia contra los impactos negativos generados, con el fin de mitigarlos; por otro lado, se concientizó a la población para mantener una armonía con el medio ambiente antes durante y después de la ejecución del proyecto. En este plan de manejo ambiental, debe estar siempre con una actitud vigilante para que así se puedan cumplir milimétricamente las acciones preventivas que se han propuesto en el plan de manejo ambiental. En armonía con la sociedad y con el medio ambiente.

### 3.6. Método de análisis de datos

La presente investigación es del tipo no experimental descriptiva. Todos los resultados fueron analizados según la normativa de los manuales de diseños de ciclovías de las diferentes entidades; además, se aseguró que el proyecto sea factible y traiga consigo beneficios para la sociedad. Los datos fueron organizados mediante gráficos, debido a que se cuenta con una variable del tipo cuantitativa continua. Los gráficos que se utilizaron fueron los polígonos de frecuencias y ojivas, tal y como lo muestran las siguientes figuras:

Figura 7 – Polígonos de Frecuencia de Macatán – España

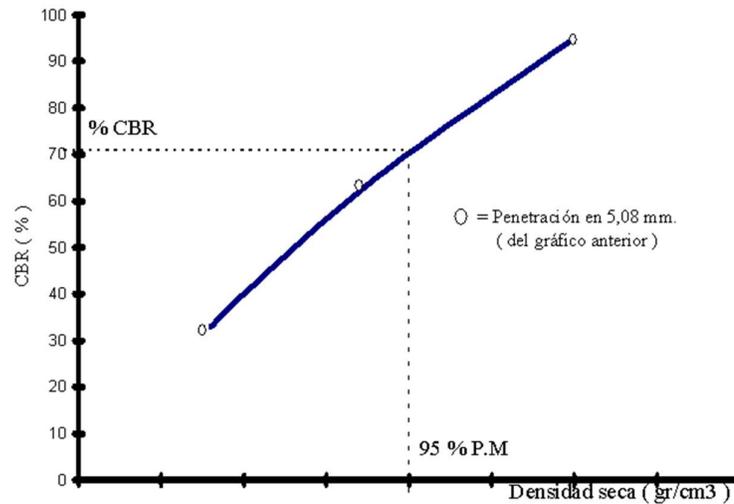


**Fuente:** Universidad de Salamanca

**Descripción:** En la figura 6 se puede observar un gráfico de polígonos de frecuencias donde se muestran datos similares al gráfico anterior, sin

embargo, los picos fueron unidos por un polígono. Generalmente, se utilizan para periodos altos.

Figura 8 – Ojiva de un estudio de CBR



**Fuente:** Universidad Católica de Valparaíso

**Descripción:** En la figura 7 se puede observar una ojiva del estudio de CBR, donde se compara con la densidad seca del suelo muestreado.

El procesamiento de los datos obtenidos en campo será a través de software como el AutoCAD Civil 3D, Microsoft Excel, Google Earth, etc.

### 3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación fue realizado teniendo en cuenta valores morales y éticos, los cuales se ven reflejados en la dedicación que se brindó en la elaboración de este trabajo, el cual salvaguarda al medio ambiente y beneficia a la población cercana que está representada por los habitantes de las localidades de Buenos Aires y Huanchaquito. Además, el presente proyecto de investigación está bajo la normativa de ISO 690, cuya verificación de similitud se realizará mediante el programa Turnitin. (Anexo 5 y 6)

### **3.8. Desarrollo de proyecto de investigación**

#### **3.8.1. Estudio topográfico**

##### **3.8.1.1. Generalidades**

En un estudio topográfico se busca una representación de manera digital del terreno en donde se va a situar a ciclovía. Se trató de ubicar y representar el terreno lo más parecido a la realidad, con el objetivo de poder realizar un diseño más eficiente. Dentro del estudio topográfico se ubicaron estructuras existentes, carreteras, predios, canales de regadío, etc. Los puntos topográficos fueron referenciados de acuerdo a las coordenadas UTM WGS84.

##### **3.8.1.2. Ubicación**

La ciclovía fue diseñada desde el distrito de Víctor Larco Herrera hasta Huanchaquito, de tal manera que, el levantamiento topográfico se realizó a lo largo de dicho tramo. Se pudo observar que en la zona de estudio el terreno es plano, sin mayores inconvenientes al momento de realizar el levantamiento.

##### **3.8.1.3. Reconocimiento de la zona**

Debido a la coyuntura en la que vive el país en estos momentos, fue arriesgado realizar una visita presencial a la zona en estudio, sin embargo, se ha tenido la oportunidad de estar en la zona tiempo atrás, además, con ayuda de los Softwares como el Google Earth, podemos tener imágenes satelitales actuales de la zona, las cuales ayudaron a tener una mejor concepción de la realidad.

##### **3.8.1.4. Metodología de trabajo**

###### **3.8.1.4.1. Google Earth**

El programa Google Earth permite tener imágenes satelitales de cualquier parte del mundo, sin necesidad de estar en dichos lugares. Es una gran herramienta muy útil, más que todo, en estos momentos que es peligroso salir y exponerse al contagio. En el programa se ubicó toda la zona de influencia con la que se trabajó.

### 3.8.1.4.2. Global Mapper

Este programa te da la facilidad de obtener curvas de nivel de acuerdo a la zona marcada en Google Earth. Se puede configurar para que arroje curvas de nivel de diferentes equidistancias, de acuerdo a lo que el solicitante requiera. Es muy útil cuando no se puede ir a la zona a realizar un levantamiento topográfico.

### 3.8.1.4.3. Materiales

- Laptop Acer nitro 5
- Softwares de imagen satelital (Google Earth)
- Softwares de diseño (Global Mapper – AutoCAD Civil 3D)
- Memoria USB Kingston 16 Gb

### 3.8.1.5. Procedimiento

#### 3.8.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona con Softwares

Con ayuda del Google Earth se marcó mediante un polígono toda la zona de influencia del proyecto, en otras palabras, la zona por donde se situará la ciclovía.

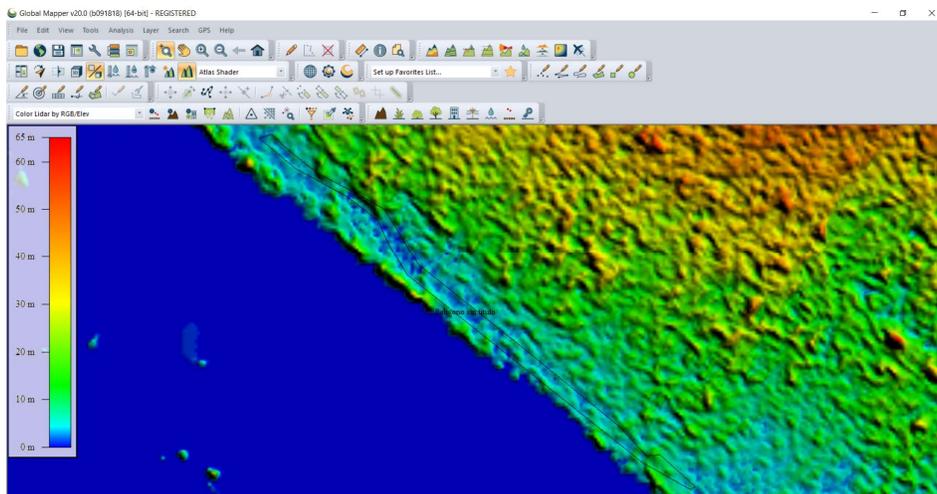
Figura 9 – Imagen Satelital



Fuente: Google Earth

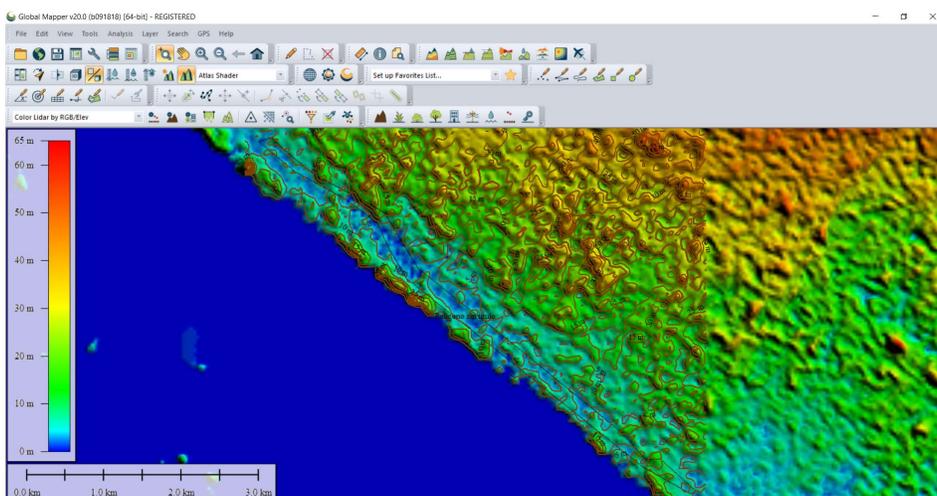
Dicho archivo se extrajo del Google Earth para llevarlo al Software Global Mapper. En dicho programa se importa el archivo del Google Earth y se configura la ubicación de coordenadas, posteriormente se configura la equidistancia de curvas de nivel. Finalmente, se extrae dicho archivo con extensión para que el Software de diseño, AutoCAD Civil 3D pueda abrir el archivo y sea editable. En el Civil 3D se debe editar dichas curvas de nivel al gusto del investigador, puesto que, dichas curvas son solo de referencia y pueden ser tener cierto grado de error.

Figura 10 – Imagen Raster



Fuente: Global Mapper

Figura 11 – Curvas de Nivel



Fuente: Global Mapper

#### **3.8.1.5.2. Puntos de georreferenciación**

Si siguiente con la metodología habitual al realizar un levantamiento topográfico se ubicó un primer punto considerado como el punto de Estación, junto con un punto de referencia, llamado Bench Mark. Cabe resaltar que los puntos están referenciados según UTM WGS84.

#### **3.8.1.5.3. Puntos de estación y referenciación**

Se tuvo un punto de estación al comienzo del tramo y luego a cada 500 m aproximadamente se ubicó un punto de BM, para el posterior replanteo del proyecto.

#### **3.8.1.5.4. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico**

• Tramo de Ciclovía	:	CI
• Panamericana	:	PAN
• Canales	:	CAN
• Bordes	:	BI - BD
• Estación	:	EST-X
• Bench Mark	:	BM-X

#### **3.8.1.6. Procesamiento de la información y dibujo de planos**

Luego de haber procesado la información, ubicados las estructuras existentes, colocados puntos importantes, se procede a emplantar los planos. Los planos fueron puestos en hojas A1 a una escala de 1/2000. En los planos se pueden observar el tramo en planta y su respectivo plano clave a una escala de 1/50000.

### **3.8.2. Estudio de mecánica de suelos**

#### **3.8.2.1. Estudio de suelos**

##### **3.8.2.1.1. Generalidades**

En un diseño de vías es de suma importancia conocer con qué suelo se está trabajando, puesto que, es el suelo quien va a recibir toda la carga proveniente de los usuarios que transitan por la vía. Por tal motivo, el estudio de mecánica de suelos da a conocer las

características tanto físicas como mecánicas del suelo. Para realizar el estudio de suelos se debe extraer una muestra del terreno en estudio y llevarlas al laboratorio para que se le realice diversos ensayos.

#### **3.8.2.1.2. Descripción del proyecto**

El proyecto consta del diseño de una ciclovía costanera desde el distrito de Víctor Larco Herrera hasta Huanchaquito. En dicho tramo, se encuentra un aproximado de 7.2 km.

#### **3.8.2.1.3. Descripción de los trabajos**

El estudio de suelos fue sacado de una tesis titulada “Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo – La Libertad”, donde se analizaron 3 calicatas. A todas las calicatas se obtuvo el ensayo de CBR. Anexo 06.02, Documento N° 01.

### **3.8.2.2. Estudio de cantera**

#### **3.8.2.2.1. Identificación de cantera**

El estudio de cantera fue extraído del expediente titulado “Mejoramiento de la avenida Juan Pablo II y calles del sector de los Rosales de San Luis, distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad”. En dicho expediente realizaron el estudio a la cantera LIMA S.A.C, con RUC: 20263674929, ubicada en el distrito de Huanchaco.

### **3.8.2.3. Fuente de agua**

#### **3.8.2.3.1. Ubicación**

A lo largo del tramo existente hay varios canales de regadío que desembocan sus aguas en el océano pacífico. El agua se puede extraer de dichos canales, los cuales cuenta con agua de manera regular.

### **3.8.3. Estudio hidrológico**

#### **3.8.3.1. Generalidades**

El estudio hidrológico es de suma importancia al diseñar una vía para conocer los riesgos que ésta puede tener a causa de la precipitación. Para ello, se necesita información climática de la zona, la cual se obtiene con ayuda de las estaciones cercanas.

#### **3.8.3.2. Objetivo**

El objetivo del estudio hidrológico es obtener las precipitaciones y caudales máximos en la zona de estudio. Se puede calcular con métodos estadísticos, probabilísticos y empíricos.

#### **3.8.3.3. Información hidrometeorológica y cartográfica**

##### **3.8.3.3.1. Información pluviométrica**

La información se obtuvo de la base de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La estación escogida fue la de Trujillo, la cual cuenta con datos desde el año 1981 hasta el año 2016. Los datos se encuentran completos y con la suficiente data para realizar el estudio hidrológico.

##### **3.8.3.3.2. Análisis estadísticos de datos hidrológicos**

###### **-Análisis de consistencia de datos**

Se puede observar en el siguiente gráfico que los datos obtenidos cuentan con una información consistente, con 35 años de datos. Posteriormente, se procede a realizar el análisis de tendencia.

###### **-Análisis de tendencia**

Con el gráfico anterior se puede ver que los datos cuentan con tendencia marcada, por lo tanto, se puede realizar el análisis de las funciones de distribución de probabilidad.

### **-Funciones de distribución de probabilidad**

Con ayuda del programa Hidroesta, se pudieron aplicar las funciones con los datos obtenidos de la estación meteorológica.

### **3.8.3.3.3. Curva de intensidad – duración – frecuencia**

#### **-Intensidad de lluvia**

Se utilizó el método de Frederick Bell, con el cual se obtuvo la lluvia máxima en los tiempos de retorno comúnmente utilizados en los estudios.

#### **-Tiempos de concentración**

Representa al tiempo en que una gota de agua demora en llegar desde el punto más alto de la cuenca hasta el punto más bajo de la misma.

#### **-Cálculo de caudales**

Para cuencas de área menor a 10 km<sup>2</sup>, es posible utilizar el método racional, el cual depende del coeficiente de escorrentía y la intensidad de precipitación.

### **3.8.3.4. Hidráulica y drenaje**

#### **3.8.3.4.1. Diseño de alcantarillas de paso**

Permiten el paso del agua de un lado de la carretera hacia el otro de manera perpendicular generalmente. Se utilizó material de TMC, con un coeficiente de rugosidad de 0.025, por su alta resistencia.

#### **-Parámetros de cuencas**

Con ayuda del programa Arcgis, se pudo delimitar la cuenca de una quebrada seca. Se utilizó Kirpich para realizar el cálculo del tiempo de concentración.

#### **-Diseño de badenes**

Al realizarse el estudio hidrológico, no se registraron las cuencas que pasen por el trazo de ciclovía. Sin embargo, por un tema de historia en la zona, los vecinos de Huanchaquito informaron que, en el año

1998, donde ocurrió un fenómeno del niño, el agua proveniente de la quebrada del León Dormido se desvió por dicha zona, siguiendo su curso por la Av. Piura y el otro punto a la altura del Km 6+100.

Por tal motivo, se creó conveniente realizar el diseño de badenes en los puntos, con el fin de que, en un posterior fenómeno del niño, el agua sigue su curso y no dañe la ciclovía.

### **3.8.4. Diseño geométrico**

#### **3.8.4.1. Generalidades**

Comprende el diseño en planta, perfil y sección transversal, así como también, el diseño del pavimento. El primer requisito primordial es tener el estudio topográfico realizado, así como la topografía y los estudios de suelos (Li, 2018).

#### **3.8.4.2. Normatividad**

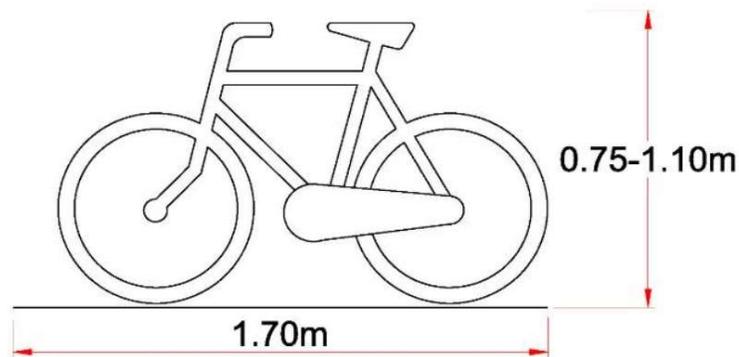
Para el diseño geométrico de la ciclovía se utilizaron diversos manuales de diseño, los cuales son: Manual de diseño para infraestructura de Ciclovías, emitido por el FONAM; así como también, el manual emitido por el Ministerio de Transportes y comunicaciones: DG-2018. Por último, se utilizó la norma CE 010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **3.8.4.3. Parámetros básicos para el diseño de ciclovías**

##### **3.8.4.3.1. Vehículo de diseño**

Con el objetivo de obtener el espacio necesario para la circulación de los ciclistas, se debe determinar el tamaño del vehículo en conjunto con el cuerpo de la persona que lo maneja. Los tamaños varían de acuerdo al tipo de bicicleta o la contextura del ciclista, no obstante, a continuación, se muestra las dimensiones de una bicicleta típica.

Figura 12 – Dimensiones promedio de una Bicicleta

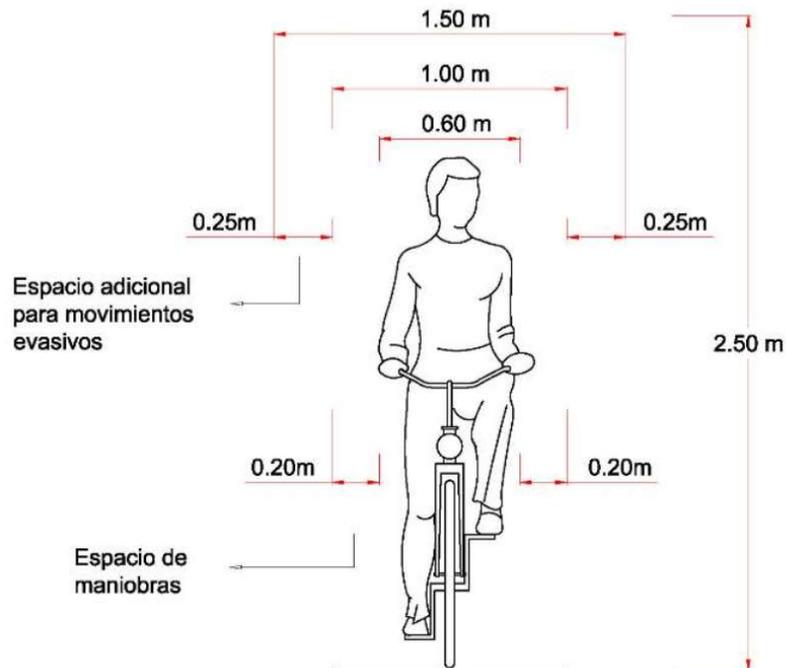


**Fuente:** Manual de Infraestructuras para Ciclovías

### 3.8.4.3.2. Ancho de ciclovía

Generalmente, un ciclista ocupa 1 m de ancho para poder circular de manera cómoda y segura, sin embargo, siempre es necesario contar con espacios extras para realizar maniobras en ocasiones de emergencia. Por ello, se le agrega una berma de 0.25 m a cada costado, haciendo un total mínimo de 1.50 m.

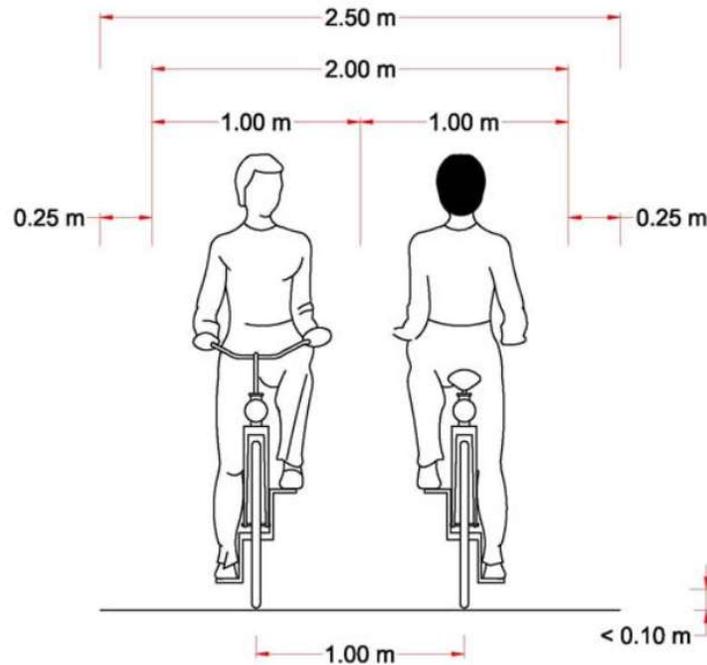
Figura 13 – Espacio de operación del ciclista



**Fuente:** Manual de Infraestructuras para Ciclovías

Las ciclovías pueden ser de sentido unidireccional o bidireccional. Para este diseño se consideró una ciclovía Bidireccional, con un carril para cada sentido.

Figura 14 – Ancho de ciclovía Bidireccional



**Fuente:** Manual de Infraestructuras para Ciclovías

#### 3.8.4.3.3. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es de suma importancia en el diseño de una vía, puesto que, es el parámetro que permitirá determinar el radio, peralte y distancias de visibilidad. Es un factor que depende de la pendiente longitudinal de la vía.

#### 3.8.4.3.4. Radio de curvatura

Los radios están dados por una ecuación que depende de la velocidad, la cual se muestra a continuación:

$$R = 0.24 * V + 0.42$$

Donde:

$R$  : Radio de curvatura (m)

$V$  : Velocidad (km/h)

#### 3.8.4.3.5. Sobreanchos de ciclovías

Se le llame sobreanchos, a los espacios que se agregan a la calzada para poder maniobrar en caso de emergencias. Los sobreanchos dependen del radio de curvatura, tal y como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 3 – Sobreanchos de ciclovías según radio

Radio (m)	Sobreancho (cm)
24 a 32	25
16 a 24	50
8 a 16	75
0 a 8	100

**Fuente:** Manual de Infraestructuras para Ciclovías

#### 3.8.4.3.6. Peralte

Según el Manual de infraestructuras para ciclovías, el peralte en curva nunca debe sobrepasar el 12%. Si se tiene pendientes mayores al 4%, el peralte no puede ser mayor a 8%.

#### 3.8.4.3.7. Pendiente mínima y máxima

No se especifica una pendiente mínima, sin embargo, se recomienda una pendiente máxima de 4%, y en casos excepcionales se puede tener 5% pero con un recorrido máximo de 90 m. Una pendiente de mayor porcentaje causa fatiga a los usuarios.

#### 3.8.4.3.8. Distancia de visibilidad

Se comprende como distancia de visibilidad a la distancia que tiene un ciclista para poder detenerse al presenciar obstáculos en la vía. Es un cálculo donde depende del tiempo de percepción y reacción del

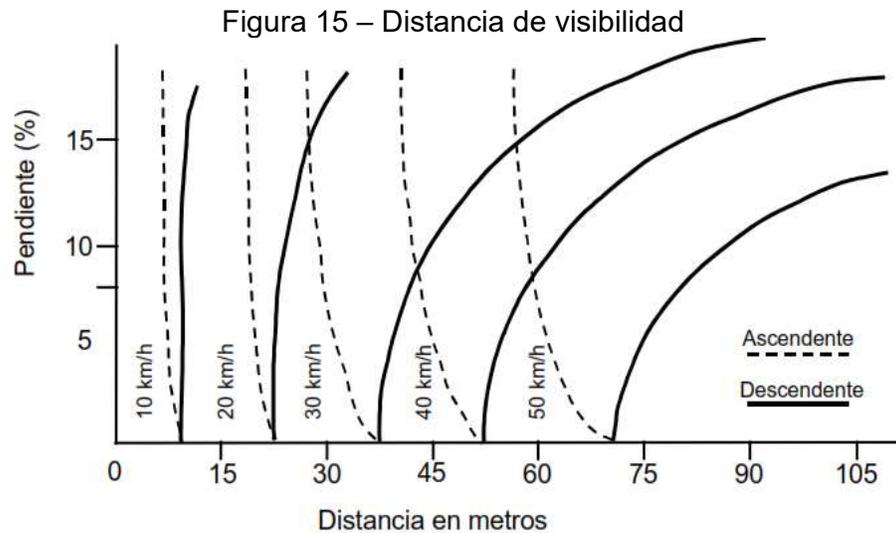
usuario, así como, del coeficiente de fricción, pendiente y la velocidad de diseño escogida.

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0.694 * V$$

Donde:

- $S$  : Distancia de visibilidad (m)
- $V$  : Velocidad de diseño (km/h)
- $f$  : Coeficiente de fricción (0.25)
- $G$  : Pendiente

Para una velocidad de 40 km/h y un pendiente de 5%, se tiene una distancia de visibilidad de 48.72 m. Las distancias se pueden corroborar con el siguiente ábaco.



**Fuente:** Manual de Infraestructuras para Ciclovías

#### 3.8.4.3.9. Bombeo

En todo diseño de vías se debe considerar una inclinación transversal de la calzada, con el fin de evacuar las aguas provenientes de las precipitaciones, a dicha inclinación se le conoce como bombeo.

Tabla 4 – Valores de Bombeo de calzada

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG-2018

#### 3.8.4.4. Diseño geométrico en planta

Es donde se diseña el alineamiento en general y se define el lugar por donde pasa la ciclovía. Además, se diseñan las curvas horizontales, que cumplen la función de unir las tangentes del alineamiento.

#### 3.8.4.5. Diseño geométrico en perfil

Se diseña lo referente al perfil longitudinal de la ciclovía. Se diseñan las curvas verticales, además, se ve el corte y relleno que tiene la ciclovía.

#### 3.8.4.6. Diseño geométrico de la sección transversal

Es la vista transversal que se realiza al alineamiento vertical y se observa el ancho de calzada, berma, bombeo, etc.

#### 3.8.4.7. Resumen de parámetros de diseño geométrico

Tabla 5 – Parámetros de Diseño geométrico

Parámetros del Diseño Geométrico	Valores
Ancho de Ciclovía	2.50 m
Velocidad de diseño	40 y 20 km/hr
Sobreanchos	0.75 m
Peralte	4%
Pendiente Máxima	5%
Pendiente Mínima	-

Distancia de visibilidad	48.72 m
Bombeo	2%

### 3.8.4.8. Diseño de pavimento

#### 3.8.4.8.1. Generalidades

Se diseñó en base a la norma de pavimentos urbanos CE 010 del reglamento nacional de edificaciones. En dicha norma, se muestra una tabla, con valores de espesores de pavimento para elegir en base al tipo de pavimento que se requiera realizar. La tabla es la siguiente:

Tabla 6 – Requisitos para espesor de pavimentos

Tipo de Pavimento		Aceras	Pasajes Peatonales	Ciclovías
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Modificado		
		Espesor compactado: $\geq 150$ mm		
Base		CBR $\geq 30\%$		CBR $\geq 60\%$
Espesor de capa de rodadura	Asfáltico	$\geq 30$ mm		
	Concreto Cemento Portland	$\geq 100$ mm		
	Adoquines	$\geq 40$ mm		
Material	Asfáltico	Concreto Asfáltico		
	Concreto Cemento Portland	$f'c \geq 175$ kg/cm <sup>2</sup>		
	Adoquines	$f'c \geq 320$ kg/cm <sup>2</sup>		No recomendable

Fuente: CE 010 Pavimentos Urbanos

#### **3.8.4.8.2. Datos del CBR de estudio de suelos**

El estudio de suelos analizado cuenta con 3 calicatas, cada una con su ensayo de CBR al 95 % de compactación, cuyos resultados son:

CBR-C1: 8.00%

CBR-C2: 7.50%

CBR-C3: 8.50%

Además, se analizó un estudio de CBR al 95 % de compactación de una cantera de Huanchaco, para ser utilizada como base de la ciclovía:

CBR-CANTERA: 85.5%

#### **3.8.4.8.3. Espesor de pavimento**

se contará con una capa base y una capa de asfalta según lo recomendado por la norma CE 010 de Pavimentos Urbanos

Según el Manual de criterios de diseño de ciclovías, el material más adecuado para las ciclovías es el asfalto, debido a que brinda mayor comodidad a los ciclistas, además de, un mejor acabado, resistencia y es antideslizante. Es muy trabajable, se le puede aplicar pintura en su superficie sin problema alguno.

#### **3.8.4.9. Señalización**

##### **3.8.4.9.1. Generalidades**

La señalización se diseñó de acuerdo al manual de criterios de diseño de ciclovías emitido por la Municipalidad de Lima. La finalidad de la señalización es transmitir a los ciclistas sobre riesgos, prevenciones que debe tener en cuenta al circular por la ciclovía.

##### **3.8.4.9.2. Señales verticales**

Son las señales que están ubicadas a un costado de la ciclovía de manera vertical y en ubicación estratégica para visibilidad de todos los usuarios (Mendoza, 2018).

#### **3.8.4.9.3. Señales horizontales**

Las señales verticales informan a los ciclistas el sentido de circulación, la ruta que deben seguir y la ubicación de los puntos de detención (Mendoza, 2018).

#### **3.8.4.9.4. Elementos segregadores**

Estos elementos son utilizados para poder separar el flujo de ciclistas de los vehículos motorizados. Los elementos pueden ser desde tachones, bordillos, bancas, estacionamiento, arboleas, etc.

Los más comunes usados son los bordillos traspasables, los cuales están ubicados a una separación de 1.00 m, de tal manera que separa el tránsito vehicular de los ciclistas y permite el paso del vehículo, si es necesario traspasar la ciclovía.

### **3.8.5. Estudio de impacto ambiental**

#### **3.8.5.1 Generalidades**

El EIA (en adelante Estudio de Impacto Ambiental) es el instrumento a partir del cual se determinará si el proyecto que se pretende ejecutar es viable; considerando como criterio primordial, la potencial influencia negativa del mismo sobre el medio ambiente (Heesh, 2016).

Para contextualizar la afirmación previa, se tiene que al dar por iniciada la ejecución de obra, existirán numerosas actividades que implicarán impacto en el medio.

#### **3.8.5.2 Objetivos**

El objetivo que se pretende con el EIA, es la identificación del impacto ambiental, sea positivo o negativo, que se manifieste durante la realización del Proyecto “Diseño de ciclovía costanera ecoamigable

tramo comprendido entre Víctor Larco herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, la libertad,2020”.

### **3.8.5.3. Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental**

#### **3.8.5.3.1. Constitución Política del Perú**

En aras de establecer un orden jerárquico de la normativa vigente, se describe en principio a la Constitución Política. Nuestra ley de leyes establece en su artículo segundo, inciso 22, que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y al adecuado desarrollo de su vida. Asimismo, en sus artículos 67° y 68°, establece que el Estado peruano determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales; así como que está obligado a la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

#### **3.8.5.3.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)**

La referida norma, promulgada en los años 90 como consecuencia de una crisis ambiental bastante marcada, regula y establece los derechos de los ciudadanos respecto de la protección y adecuada preservación medio ambiente, así como los lineamientos de política ambiental, planes de desarrollo y demás lineamientos propios de la materia. Cabe hacer énfasis, ya que implica un especial interés para el presente proyecto de investigación, establece en su tercer capítulo la regulación de los EIA, estableciendo obligatoriedad de su realización frente a todo proyecto de obra o actividad, pública o privada, que pueda provocar daños no tolerables para el medio ambiente.

### **3.8.5.3.3. Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)**

La presente ley modifica algunos criterios establecidos en el Código del medio ambiente, para armonizar los mismos con la regulación de la inversión privada. Así, habrá que tomar en cuenta algunos artículos del Título VI, que regula la seguridad jurídica en la conservación del medio ambiente específicamente: el artículo 49°, que dispone que el Estado estimule el equilibrio racional entre el desarrollo socioeconómico, la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales; el artículo 50°, que precisa a las autoridades competentes para el conocimiento de situaciones que se desprendan del Código del medio ambiente; así como también el artículo 51°, que regula el procedimiento a seguir en caso la actividad a realizar supere los límites máximos permisibles, así como los requisitos del EIA y las autoridades que determinen su aprobación.

### **3.8.5.4. Características del proyecto**

El proyecto está ubicado en:

**Región** : La Libertad  
**Provincia** : Trujillo  
**Distritos** : Víctor Larco Herrera y Huanchaco

La esencia del presente proyecto radica en la construcción de una ciclo vía.

### **3.8.5.5. Diagnóstico ambiental**

#### **3.8.5.5.1. Medio físico**

En ciudad de Trujillo, el clima es generalmente cálido y soleado durante buena parte del año. Su temperatura promedio oscila entre los 20 °C y 21 °C y en invierno las garúas y lluvias humedecen un poco el clima.

#### **3.8.5.5.2. Medio biológico**

##### **Flora y Fauna:**

En la provincia de Trujillo, se manifiesta en mayor proporción la fauna marina. Sí se manifiesta vida silvestre, pero en zonas alejadas al área donde se pretende ejecutar el proyecto.

#### **3.8.5.5.3. Medio socioeconómico y cultural**

En el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaco predomina la actividad pesquera, ya que el mar es el medio más próximo para su uso.

#### **3.8.5.6. Área de influencia del proyecto**

##### **3.8.5.6.1. Área de influencia directa**

El área de influencia se refiere al lugar en específico donde la obra se ejecuta. En nuestro caso, viene a ser los distritos de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito.

##### **3.8.5.6.2. Área de influencia indirecta**

En este caso, corresponde a los distritos de Huanchaquito y Víctor Larco Herrera, propiamente dichos.

#### **3.8.5.7. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto**

##### **3.8.5.7.1. Magnitud de los impactos**

En la matriz de Leopold se colocarán datos del 1 al 10 para los impactos que se consideren positivos; para los impactos negativos, cada número contendrá un signo negativo (Buehler, Pucher y Bauman, 2016).

#### **3.8.5.8. Descripción del impacto ambiental**

##### **3.5.8.1. Impacto ambiental negativo**

- **Impacto sobre el medio Físico – Químico**

El impacto negativo estará representado por la eventual contaminación sonora como consecuencia del ruido que generen las actividades de construcción de la ciclovía.

- **Impacto sobre el medio Biológico**

La contaminación producida al alterarse la biodiversidad de los suelos sobre los cuales se ejecutará la obra, produciéndose una eventual disminución de su materia orgánica y fertilidad.

- **Impacto sobre el medio Socio – Económico**

La población se puede ver afectada debido a la molestia e incomodidad que generaría la ejecución de la obra.

### **3.8.5.8.2. Impacto ambiental positivo**

El impacto que se evidenciará al finalizar la obra es el siguiente:

- **Impacto sobre el medio Físico**

Durante la ejecución de obra, no se arrojarán desechos y se contará con contenedores para cada residuo, procurando así reducir al mínimo necesario la contaminación o alteración de los suelos.

- **Impacto sobre el medio Biológico**

No se detecta influencia de ningún tipo sobre el medio biológico.

- **Impacto sobre el medio Sociocultural y económico**

La población se verá beneficiada debido a que se fomentará el uso de bicicletas como medio de transporte, así como la facilidad de los ciclistas para transitar en vías seguras.

### **3.8.5.9. Mejora de la calidad de vida**

#### **3.8.5.9.1. Mejora de la transitabilidad**

Se notará una optimización en la transitabilidad de la zona, debido a que se tendrá una vía paralela para uso destinado únicamente para ciclistas, fomentando dicha actividad física, así como seguridad para quienes la practican y reduciendo la tasa de accidentes de tránsito.

### **3.8.5.10. Impactos naturales adversos**

#### **3.8.5.10.1. Sismos**

Al encontrarse nuestro país en el denominado Cinturón de fuego del Pacífico, existe una alta probabilidad de que ocurran movimientos telúricos de incierta magnitud. Por ello, debe tomarse en cuenta dicha situación en el diseño de la vía, la elaboración del pavimento flexible y demás criterios a considerar para su idónea ejecución.

#### **3.8.5.10.2. Neblina**

Por tratarse de una zona cercana al mar, existe una densa capa de neblina (generalmente al amanecer), lo que implicaría un factor de riesgo para el personal que ejecute la obra.

### **3.8.5.11. Plan de manejo ambiental**

Este plan está encargado de detallar las actividades necesarias para la prevención, control y corrección del impacto ambiental negativo que se manifieste durante, o como consecuencia de la ejecución de la obra (Lin, 2016).

### **3.8.5.12. Medidas de mitigación**

#### **3.8.5.12.1. Aumento de niveles de emisión de partículas**

Dicha situación se evidencia al realizar las actividades de movimiento de tierras, transporte de material, explotación de la cantera, nivelación, etc.

Como medida de atenuación, se deberán humedecer los suelos para evitar que el polvo se esparza.

#### **3.8.5.12.2. Incrementos de niveles sonoros**

El personal en obra está obligado al uso de orejeras para la atenuación del ruido generado por la utilización de maquinaria.

#### **3.8.5.12.3. Alteración de la calidad del suelo por movimiento de tierras**

Posterior a la explotación de la cantera, se procederá con la realización de limpieza de toda la zona de la ejecución de la obra; asimismo, se contará con depósitos determinados para la ubicación de todos los desechos.

#### **3.8.5.12.4. Alteración directa de la vegetación**

Esta no se verá afectada.

#### **3.8.5.12.5. Alteración de la fauna**

Esta no se verá afectada.

#### **3.8.5.12.6. Riesgos de afectación a la salud pública**

Se colocará avisos y anuncios que comuniquen la presencia de obreros trabajando, en aras de fomentar la abstención del tránsito peatonal por la zona donde se ejecutará la obra.

#### **3.8.5.12.7. Mano de obra**

El personal en obra laborará obligatoriamente con los equipos de protección personal en todo momento. Asimismo, cada jornada se tendrá una charla de seguridad y salud ocupacional.

#### **3.8.5.13. Plan de manejo de residuos sólidos**

Los recipientes de los residuos sólidos estarán diferenciados de la siguiente manera:

- VERDES contendrán residuos biodegradables no reciclables.
- AMARILLOS contendrán residuos orgánicos e inorgánicos reciclables.
- AZULES contendrán residuos no peligrosos.
- ROJOS contendrán residuos peligrosos.

#### **3.8.5.14. Plan de abandono**

- Al momento de liquidación y entrega de la obra, se eliminarán todos los desechos y se removerán todas las letrinas y rellenos sanitarios habilitados para la ejecución de la obra.
- Aquellos depósitos que hayan sido destinados para el almacenamiento de líquidos serán llevados a lugares específicos para el vaciado correspondiente. Bajo ningún motivo se verterán sobre el suelo o el río.
- Se incluirán charlas de concientización y recomendaciones sobre protección ambiental.

#### **3.8.5.15. Programa de control y seguimiento**

Representa a un control que se realiza en la ejecución de la obra en el ámbito ambiental. Lo que se busca es tener un informe acerca del medio ambiente y su afectación directa durante la obra (Jafari, 2016).

#### **3.8.5.16. Plan de contingencias**

Son medidas que se prevén en caso susciten emergencias durante la obra, de tal forma en que se reduzca significativamente el riesgo, ya sea este para el medio ambiente o para personas o seres vivos (Félix, Moura y Clifton, 2019).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio topográfico

#### 4.1.1. Puntos de estación y referenciación

Tabla 7 – Coordenadas de Estación y punto de BM

Descripción	Norte	Este	Elevación
E-01	9099962.14	713561.48	5.00
BM-01	9100294.48	713167.11	9.96
BM-02	9100584.84	712698.56	5.15
BM-03	9100965.00	712301.16	8.16
BM-04	9101312.34	711854.41	5.38
BM-05	9101636.50	711423.40	5.00
BM-06	9101958.65	711031.16	5.17
BM-07	9102296.37	710583.27	5.89
BM-08	9102628.43	710151.93	5.14
BM-09	9103021.94	709796.71	5.36
BM-10	9103500.49	709556.46	7.91
BM-11	9103814.01	709103.09	5.09
BM-12	9104049.57	708651.64	4.97
BM-13	9104339.25	708243.91	5.87
BM-14	9104443.08	708160.05	5.10

#### 4.1.6. Planos topográficos

Se obtuvieron 4 planos topográficos, los cuales estarán en el Anexo 06.03 para su visualización.

### 4.2. Estudio de mecánica de suelos

#### 4.2.1. Análisis granulométrico

Tabla 8 – Análisis granulométrico

Calicatas	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
C-1	0.00%	98.07%	1.93%
C-2	0.00%	98.35%	1.65%
C-3	0.00%	97.33%	2.67%

#### 4.2.2. Contenido de Humedad

Tabla 9 – Contenido de Humedad

Calicatas	% de Humedad
C-1	2.70%
C-2	2.29%
C-3	3.80%

#### 4.2.3. Límites de Atterberg

Tabla 10 – Límites de Atterberg

Calicatas	LP	LL
C-1	NP	NP
C-2	NP	NP
C-3	NP	NP

#### 4.2.4. CBR

Tabla 11 – Densidad Seca Máxima 95% Y CBR

Calicatas	DSmax-95%	CBR (%)
C-1	1.67%	8.00 %
C-2	1.65%	7.50 %
C-3	1.69%	8.50 %

#### 4.2.5. Estudio de cantera

Tabla 12 – Resumen de resultados de la cantera

DESCRIP.	UBIC.	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ					IP	LL	CBR (95%)
		1 “	3/8 “	N° 4	N° 40	N° 200			
CANTERA	Km 0+200	90.30	68.21	58.03	20.09	1.86	4.59	22.89	85.5

### 4.3. Estudio Hidrológico

#### 4.3.1. Precipitaciones máximas mensuales

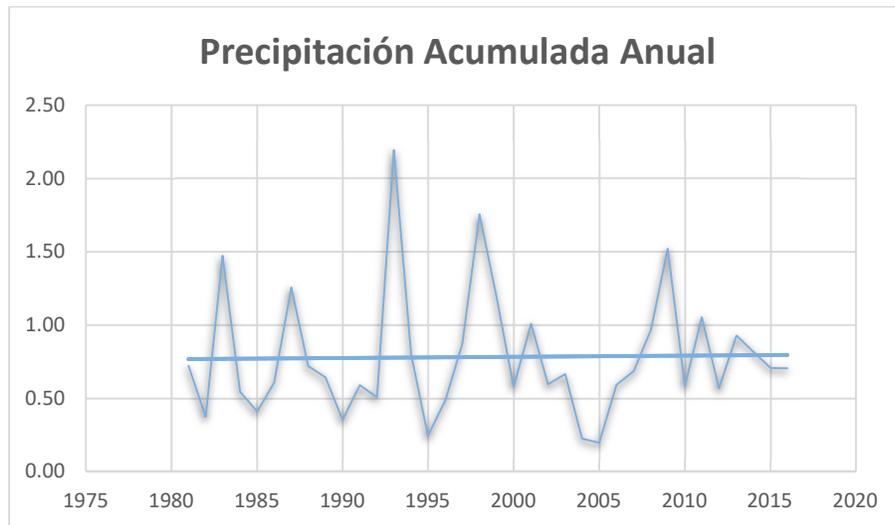
Tabla 13 – Información pluviométrica de la estación Trujillo

Precipitación máxima mensual (mm)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1981	3.25	0.55	1.01	0.82	0.25	0.17	0.04	0.49	0.12	0.36	1.53	0.06	0.72
1982	0.79	0.82	0.36	0.49	0.41	0.14	0.01	0.08	0.11	0.18	0.57	0.52	0.37
1983	2.55	0.11	1.44	4.19	5.40	1.75	0.28	0.22	0.31	0.50	0.60	0.31	1.47
1984	0.33	0.88	0.73	0.32	1.14	0.86	0.12	0.38	0.26	0.31	1.13	0.05	0.54
1985	1.48	0.27	0.19	0.88	0.27	0.16	0.12	0.44	0.58	0.00	0.25	0.28	0.41
1986	3.31	0.24	1.56	0.26	0.94	0.08	0.05	0.57	0.13	0.04	0.02	0.09	0.61
1987	11.78	0.46	0.47	0.50	0.28	0.15	0.06	0.44	0.22	0.12	0.45	0.16	1.26
1988	4.38	0.64	0.44	0.29	1.07	0.74	0.01	0.22	0.10	0.08	0.61	0.03	0.72
1989	2.70	0.60	0.05	1.58	0.24	0.37	0.00	0.20	0.48	0.42	1.02	0.06	0.64
1990	0.77	0.44	0.27	0.22	0.71	0.38	0.11	0.13	0.02	0.21	0.76	0.20	0.35
1991	0.95	0.61	2.45	0.41	0.09	0.14	0.03	0.17	0.60	0.06	0.59	0.97	0.59
1992	2.14	0.69	0.29	0.67	0.41	0.65	0.04	0.34	0.33	0.02	0.28	0.24	0.51
1993	1.57	10.40	9.06	2.56	0.96	0.27	0.12	0.29	0.38	0.11	0.51	0.09	2.19
1994	1.47	3.70	1.52	0.65	0.33	0.10	0.02	0.13	0.28	0.06	1.25	0.10	0.80
1995	0.35	0.38	0.23	0.19	0.04	0.09	0.06	0.53	0.05	0.03	0.82	0.15	0.24
1996	1.81	1.33	1.17	0.13	0.11	0.21	0.01	0.50	0.11	0.16	0.19	0.11	0.49
1997	5.03	0.32	0.39	0.38	0.18	0.24	0.09	0.35	0.66	0.44	0.96	1.39	0.87
1998	9.62	2.10	3.99	0.46	0.81	0.18	0.09	0.22	0.21	0.08	0.36	2.94	1.75
1999	1.30	8.12	1.26	0.86	1.04	0.54	0.11	0.08	0.15	0.00	0.18	0.56	1.18
2000	0.47	0.46	2.08	0.97	0.51	0.33	0.04	0.48	0.36	0.00	1.07	0.18	0.58
2001	8.45	0.46	0.41	1.02	0.10	0.28	0.19	0.31	0.32	0.23	0.16	0.18	1.01
2002	0.42	1.34	1.29	1.62	0.19	0.11	0.05	0.43	0.13	0.05	1.24	0.26	0.59
2003	2.34	3.41	0.98	0.13	0.05	0.37	0.06	0.17	0.06	0.12	0.16	0.11	0.66
2004	0.69	0.23	0.19	0.22	0.08	0.11	0.08	0.06	0.21	0.61	0.14	0.07	0.22
2005	0.36	0.35	0.22	0.41	0.00	0.22	0.03	0.20	0.11	0.11	0.24	0.12	0.20
2006	1.30	1.16	2.51	0.18	0.04	0.28	0.04	0.50	0.10	0.02	0.88	0.10	0.59
2007	1.04	0.27	3.50	1.26	0.03	0.12	0.08	0.81	0.20	0.23	0.45	0.23	0.68
2008	5.28	0.46	0.45	0.66	0.04	1.20	0.02	0.61	0.10	0.07	2.45	0.24	0.96
2009	13.44	0.42	1.55	0.97	0.18	0.19	0.10	0.61	0.12	0.20	0.33	0.15	1.52
2010	1.00	2.22	0.85	0.37	0.54	0.19	0.00	0.28	1.35	0.03	0.13	0.03	0.58
2011	4.07	2.61	3.25	0.90	0.11	0.22	0.10	0.35	0.16	0.01	0.44	0.43	1.05
2012	1.70	1.02	0.51	0.42	0.18	0.36	0.03	0.72	0.15	0.17	0.94	0.62	0.57
2013	0.79	6.70	2.74	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.36	0.21	0.93
2014	0.70	0.86	4.78	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.53	0.32	0.82
2015	0.80	1.40	1.37	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	1.46	2.30	0.71
2016	0.48	2.50	3.86	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.14	0.13	0.71

Fuente: SENAMHI

### 4.3.2. Análisis de consistencia de datos

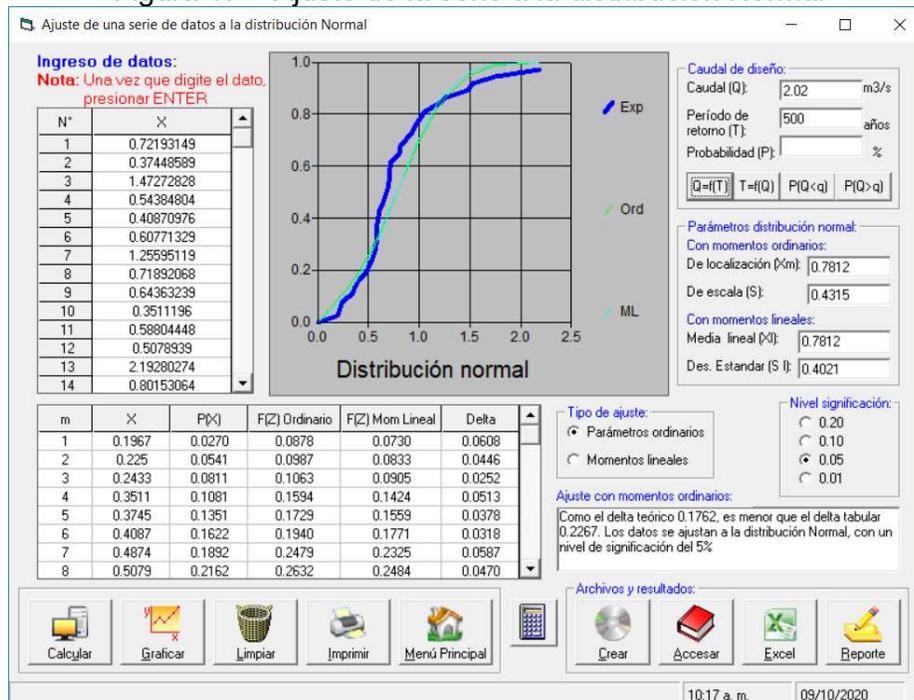
Figura 16 – Gráfico de datos de precipitaciones acumuladas anuales



### 4.3.1.2.2. Funciones de distribución de probabilidad

#### A. Distribución Normal

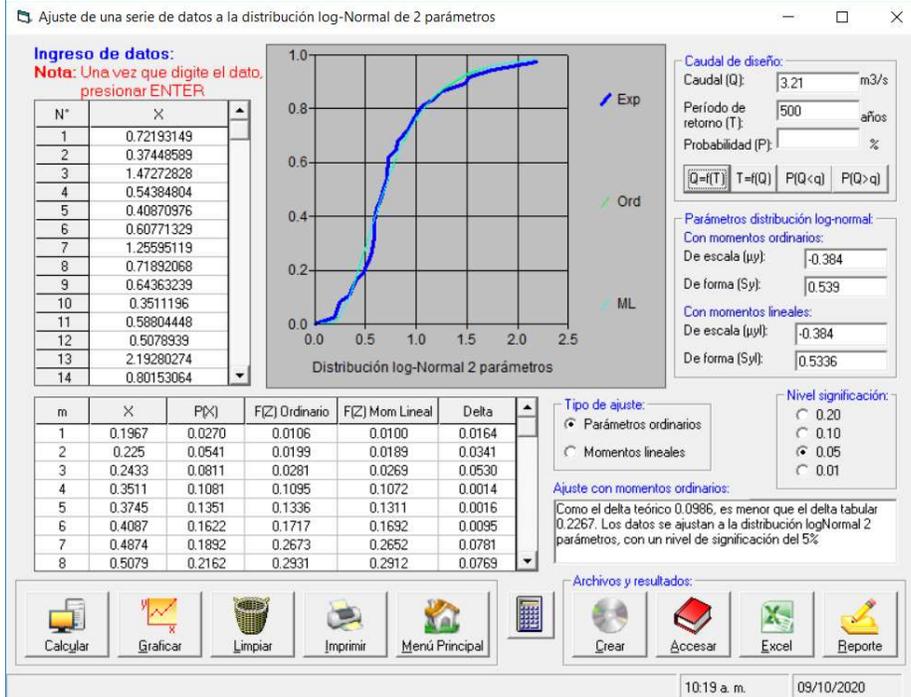
Figura 17 – Ajuste de la serie a la distribución Normal



Fuente: Hidroesta

## B. Distribución Log-Normal 2 parámetros

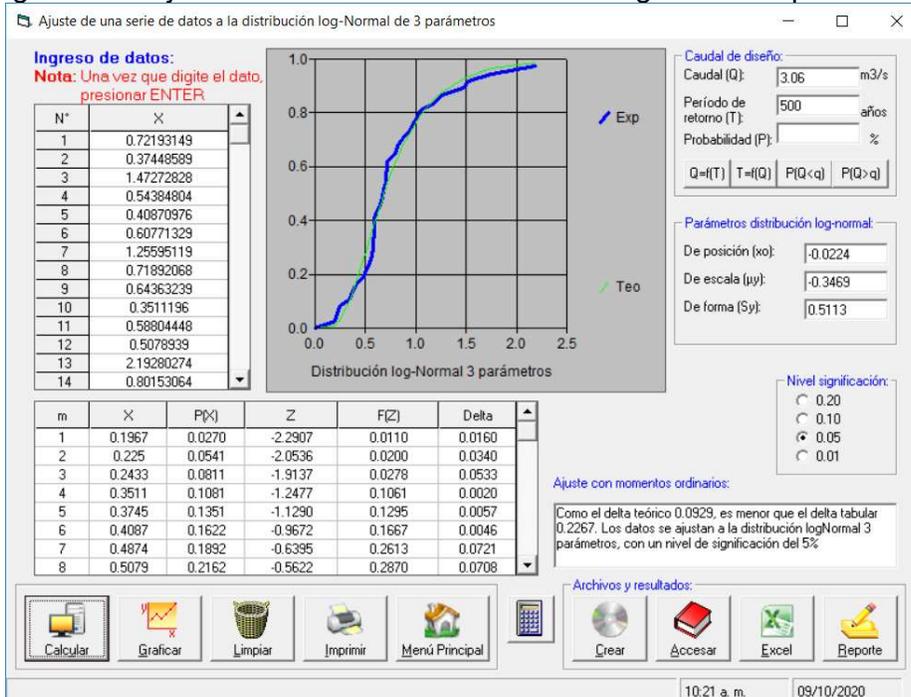
Figura 18 – Ajuste de la serie a la distribución Log-Normal 2 parámetros



Fuente: Hidroesta

## C. Distribución Log-Normal 3 parámetros

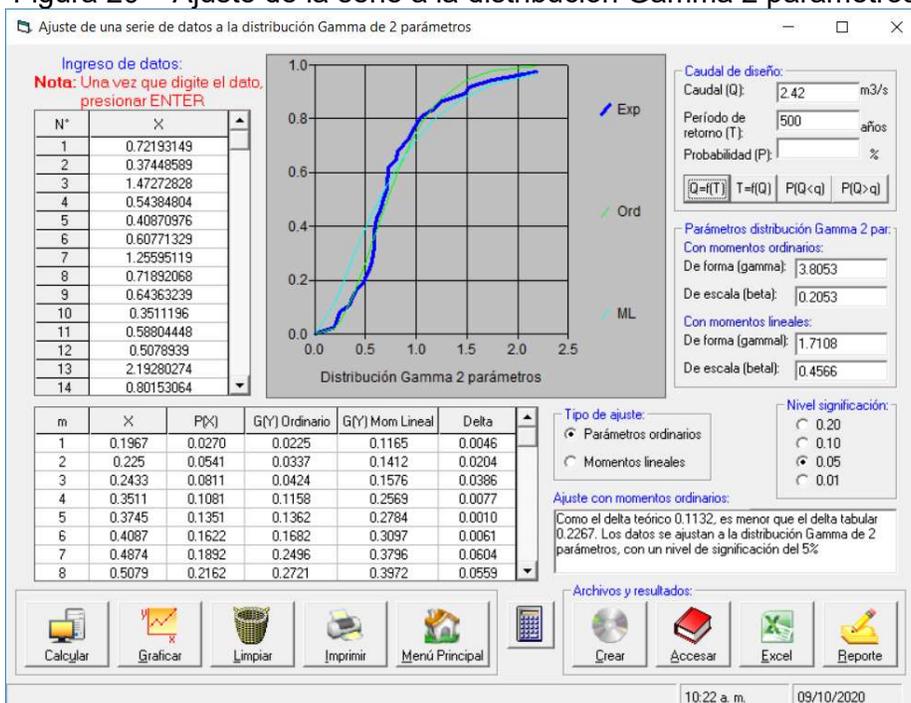
Figura 19 – Ajuste de la serie a la distribución Log-Normal 3 parámetros



Fuente: Hidroesta

## D. Distribución Gamma 2 parámetros

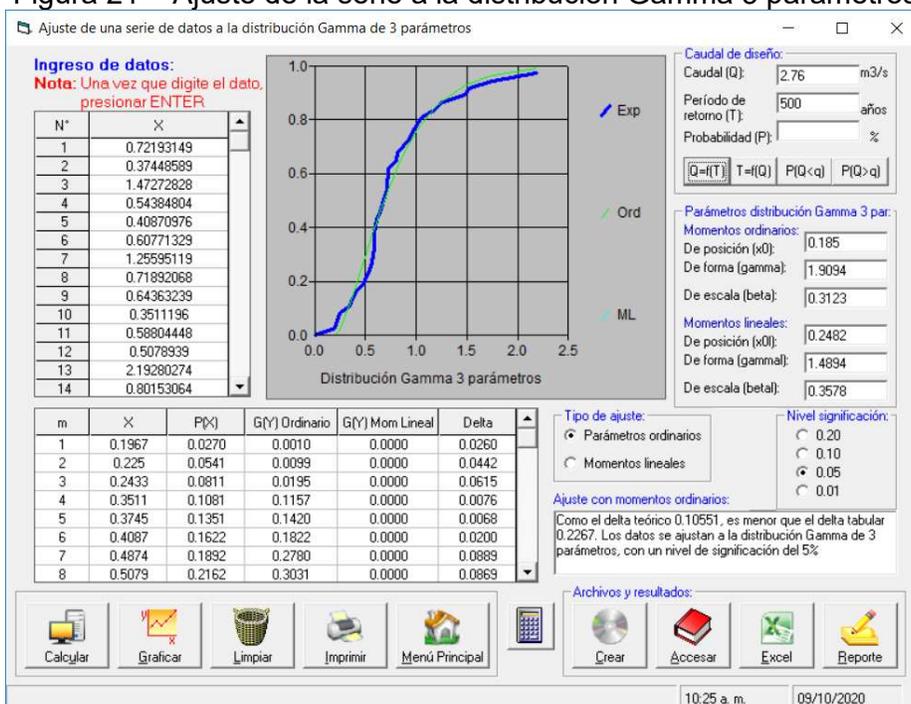
Figura 20 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma 2 parámetros



Fuente: Hidroesta

## E. Distribución Gamma 3 parámetros

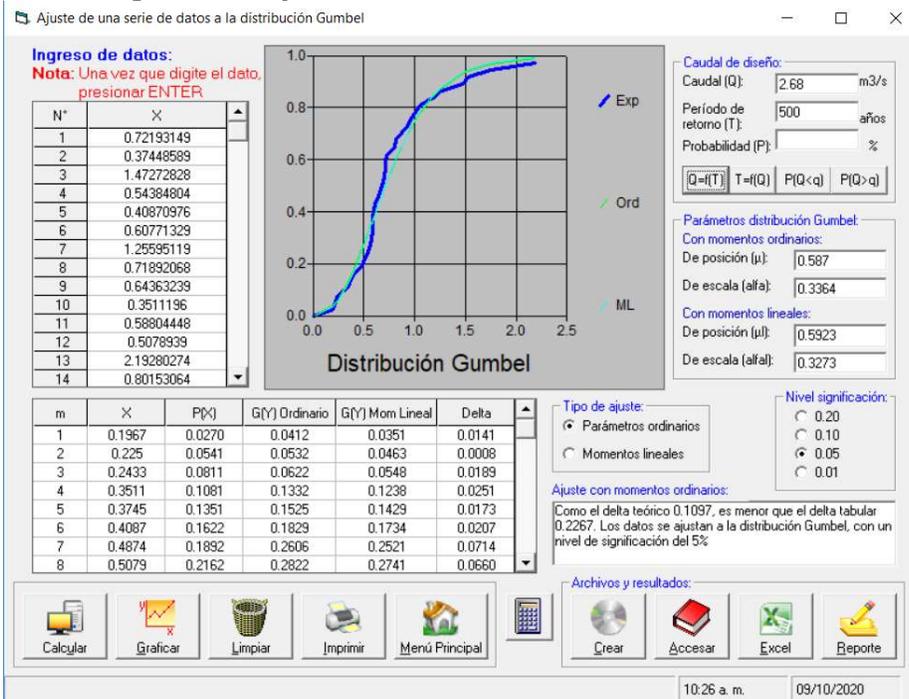
Figura 21 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma 3 parámetros



Fuente: Hidroesta

## F. Distribución Gumbel

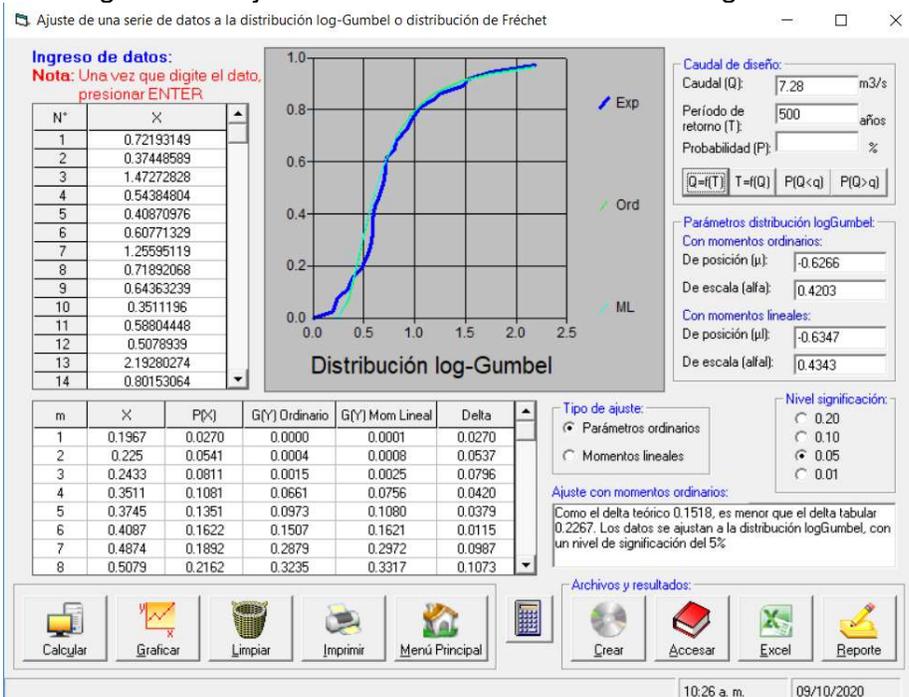
Figura 22 – Ajuste de la serie a la distribución Gumbel



Fuente: Hidroesta

## G. Distribución Log-Gumbel

Figura 23 – Ajuste de la serie a la distribución Log-Gumbel



Fuente: Hidroesta

#### 4.3.1.2.3. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov – Smirnov)

Tabla 14 - Prueba de bondad de ajuste

FDP	Normal	Log-Normal 2	Log-Normal 3	Gamma 2	Gamma 3	Gumbel	Log-Gumbel
Delta teórico	0.1762	0.0986	0.0929	0.1132	0.1055	0.1097	0.1518
Delta tabular	0.2267	0.2267	0.2267	0.2267	0.2267	0.2267	0.2267

#### 4.3.1.3. Curva de intensidad – duración - frecuencia

##### 4.3.1.3.1. Intensidad de lluvia

Tabla 15 – Intensidades máximas en (mm/hr) según el método de Frederick Bell

T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	3.06	0.33	0.50	0.61	0.70	0.83	1.09
200	2.62	0.30	0.45	0.55	0.62	0.74	0.97
100	2.30	0.27	0.41	0.50	0.57	0.68	0.89
50	2.00	0.25	0.37	0.45	0.51	0.61	0.80
25	1.71	0.22	0.33	0.40	0.46	0.54	0.71
10	1.34	0.18	0.27	0.34	0.38	0.46	0.60
5	1.06	0.16	0.23	0.29	0.33	0.39	0.51
2	0.68	0.12	0.18	0.22	0.25	0.30	0.40

#### 4.3.2. Hidráulica y drenaje

##### 4.3.2.1. Diseño de alcantarillas de paso

##### 4.3.2.1.1. Parámetros de cuencas

Tabla 16 – Parámetros de cuencas

Obra de drenaje	Per. (Km)	Área (Km <sup>2</sup> )	L (m)	Cota(msnm)		Pen. (m/m)	H	METODO KIRPICH	CALIFORNIA CULVERTS	PROMEDIO TC (minutos)
				Máxima	Mínima					
ALC. de PASO	20.03	9.80	3505.60	120.00	20.00	0.03	100.00	42.19	41.14	41.66

Por ser una cuenca con área menor a 10 km<sup>2</sup>, se pudo determinar el caudal con el método racional, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 17 – Caudal total de la Alcantarilla de Paso

Quebrada N°	Progresivas	Área (Km2)	Obra de drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad(mm/hr)	Caudal Máximo (m3/s)
1.00	4+600	9.800	ALC. de PASO	0.30	41.66	50	0.97	0.83

Cabe destacar que, en el tramo de ciclovía se cruzan, aparte de la alcantarilla diseñada, 4 más. Dichas alcantarillas provienen de canales de regadío y de las lagunas de oxidación de la planta de tratamiento ubicada en Covicorti. Por lo tanto, se seguirá usando el mismo diámetro de alcantarilla que existe en la actualidad.

### 4.3.3. Resumen de obras de arte

#### 4.3.3.1. Alcantarillas de paso

Figura 24 – Diseño hidráulico de alcantarilla

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: **Trujillo** Proyecto: **Diseño de ciclovía Costanera**  
 Tramo: **Victor Larco-Huanchaquito** Revestimiento:

**Datos:**

Caudal (Q): **0.83** m<sup>3</sup>/s  
 Diámetro (d): **0.9** m  
 Rugosidad (n): **0.025**  
 Pendiente (S): **0.01** m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y): **0.6562** m Perímetro mojado (p): **1.8422** m  
 Área hidráulica (A): **0.4970** m<sup>2</sup> Radio hidráulico (R): **0.2698** m  
 Espejo de agua (T): **0.7999** m Velocidad (v): **1.6701** m/s  
 Número de Froude (F): **0.6765** Energía específica (E): **0.7984** m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el tipo de material del canal 09:05 p. m. 14/12/2020

Fuente: HCANALES

Tabla 18 – Cálculo de Alcantarilla de Paso

N°	Prog	Área (Km2)	Obra	C	Tc	T	I	Q	D(“)	D(m)	n	T (m)	P (m/m)	V (m/s)	Reg	Froude
1.00	4+600	9.800	ALC. de PASO	0.3	41.66	50	0.97	0.83	36	0.9	0.025	0.6562	0.01	1.67	SUBCRÍTICO	0.6765

Tabla 19 – Ubicación de Alcantarillas de Paso

Progresivas	Obra de drenaje	DIÁMETRO (pulgadas)	DIÁMETRO (m)	Número de tuberías
1+450	ALC. de PASO	36	0.9	1
1+980	ALC. de PASO	36	0.9	1
2+825	ALC. de PASO	36	0.9	1
3+560	ALC. de PASO	36	0.9	1

#### 4.3.5.2. Badenes

Tabla 20 – Ubicación de Badenes

Progresivas	Obra de drenaje	Longitud (m)	Pendiente	Material
6+100	Badén	24	2%	Concreto
6+800	Badén	24	2%	Concreto

#### **4.4. Diseño geométrico**

##### **4.4.1. Diseño geométrico en planta**

Tabla 21 – Elementos de curva horizontal

ELEMENTOS DE LA CURVA HORIZONTAL												
N° PI	SENTIDO	DELTA	RADIO	L.C.	EXT.	PC	PI	PT	ESTE	NORTE	SA	P%
PI-1	I	1°58'20"	50	1.721	0.007	0+097.33	0+098.19	0+099.06	713491	9100027	0 m	3.40%
PI-2	I	7°10'09"	100	12.513	0.196	0+279.85	0+286.12	0+292.37	713343	9100143	0 m	2.00%
PI-3	D	17°30'23"	80	24.444	0.943	0+388.47	0+400.79	0+412.91	713245	9100202	0 m	2.00%
PI-4	D	6°26'16"	100	11.236	0.158	0+446.31	0+451.93	0+457.54	713211	9100241	0 m	2.00%
PI-5	D	8°48'36"	100	15.376	0.296	0+503.19	0+510.89	0+518.57	713177	9100289	0 m	2.00%
PI-6	D	11°26'32"	100	19.97	0.501	0+548.79	0+558.81	0+568.76	713156	9100332	0 m	2.00%
PI-7	I	85°09'52"	6	8.918	2.149	0+593.75	0+599.26	0+602.67	713146	9100371	0.75 m	4.00%
PI-8	D	2°13'39"	200	7.775	0.038	0+715.83	0+719.72	0+723.61	713025	9100350	0 m	0.00%
PI-9	D	13°04'38"	100	22.824	0.655	0+770.33	0+781.79	0+793.16	712963	9100341	0 m	2.00%
PI-10	D	43°20'09"	10	7.564	0.76	0+831.31	0+835.28	0+838.87	712910	9100346	0.75 m	4.00%
PI-11	D	3°42'09"	500	32.311	0.261	1+048.97	1+065.13	1+081.28	712758	9100519	0 m	0.00%
PI-12	I	11°41'15"	100	20.399	0.522	1+326.48	1+336.71	1+346.87	712592	9100734	0 m	2.00%
PI-13	I	3°16'42"	100	5.722	0.041	1+601.84	1+604.70	1+607.56	712389	9100909	0 m	2.00%
PI-14	I	1°32'01"	100	2.677	0.009	4+210.72	4+212.06	4+213.40	710318	9102493	0 m	2.00%
PI-15	D	32°53'41"	2000	1148.247	85.332	4+267.92	4+858.35	5+416.16	709794	9102872	0 m	0.00%
PI-16	I	36°09'17"	80	50.482	4.154	5+498.09	5+524.20	5+548.57	709541	9103523	0 m	2.00%
PI-17	I	7°53'15"	80	11.013	0.19	5+845.51	5+851.03	5+856.52	709264	9103700	0 m	2.00%
PI-18	D	11°17'07"	80	15.757	0.39	5+900.61	5+908.52	5+916.37	709212	9103724	0 m	2.00%
PI-19	D	17°12'29"	50	15.017	0.569	6+006.13	6+013.70	6+021.15	709127	9103786	0 m	3.40%
PI-20	I	40°16'48"	50	35.151	3.256	6+071.98	6+090.32	6+107.13	709081	9103847	0 m	3.40%
PI-21	D	16°03'00"	80	22.41	0.791	6+232.79	6+244.07	6+255.20	708930	9103882	0 m	2.00%
PI-22	D	2°09'23"	200	7.527	0.035	6+450.89	6+454.66	6+458.42	708745	9103984	0 m	0.00%
PI-23	D	4°01'21"	150	10.531	0.092	6+625.82	6+631.09	6+636.35	708594	9104076	0 m	0.00%
PI-24	I	9°37'16"	10	1.679	0.035	6+786.33	6+787.17	6+788.01	708467	9104165	0.75 m	4.00%

PI-25	D	13°15'27"	10	2.314	0.067	6+807.25	6+808.41	6+809.56	708448	9104175	0.75 m	4.00%
PI-26	D	2°53'21"	200	10.085	0.064	7+014.82	7+019.86	7+024.90	708283	9104307	0 m	0.00%

#### 4.4.2. Diseño geométrico en perfil

Tabla 22 – Elementos de curva vertical

N°	Estación	Elevación	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Distancia	Valor K	Radio
1	0+000.00m	5.034m		0.33%			
2	0+170.00m	5.600m	0.33%	2.25%	50.000m	26.039	2603.865m
3	0+395.00m	10.670m	2.25%	0.64%	80.000m	49.563	4956.268m
4	0+650.00m	12.300m	0.64%	-3.94%	50.000m	10.908	1090.831m
5	0+830.00m	5.200m	-3.94%	3.00%	30.000m	4.32	432.000m
6	0+920.00m	7.900m	3.00%	-2.61%	30.000m	5.349	534.884m
7	1+035.00m	4.900m	-2.61%	0.76%	50.000m	14.822	1482.183m
8	1+375.00m	7.500m	0.76%	-2.56%	30.000m	9.035	903.543m
9	1+465.00m	5.200m	-2.56%	1.02%	30.000m	8.38	838.002m
10	1+670.00m	7.300m	1.02%	-1.92%	50.000m	17.001	1700.069m
11	1+790.00m	5.000m	-1.92%	0.00%	50.000m	26.087	2608.696m
12	4+605.00m	5.000m	0.00%	1.31%	50.000m	38.043	3804.337m
13	4+780.00m	7.300m	1.31%	-2.55%	30.000m	7.773	777.254m
14	4+890.00m	4.500m	-2.55%	1.15%	50.000m	13.541	1354.091m
15	5+230.00m	8.400m	1.15%	-1.04%	50.000m	22.825	2282.545m
16	5+460.00m	6.000m	-1.04%	5.23%	30.000m	4.782	478.176m
17	5+525.00m	9.400m	5.23%	-0.44%	30.000m	5.291	529.131m
18	5+855.00m	7.950m	-0.44%	-3.93%	50.000m	14.31	1431.017m
19	5+930.00m	5.000m	-3.93%	0.17%	50.000m	12.195	1219.512m
20	6+170.00m	5.400m	0.17%	3.69%	50.000m	14.182	1418.182m
21	6+235.00m	7.800m	3.69%	-0.68%	50.000m	11.431	1143.086m
22	6+675.00m	4.800m	-0.68%	0.07%	50.000m	66.265	6626.506m
23	7+225.00m	5.200m	0.07%				

#### 4.4.3. Diseño geométrico de la sección transversal

Se tomó en cuenta un ancho de calzada de 2.50 m, teniendo en cuenta dos carriles de 1 m y las bermas de 0.25 m. Por otro lado, se utilizó un talud de corte de 1:0.5 y de relleno de 1:2.00.

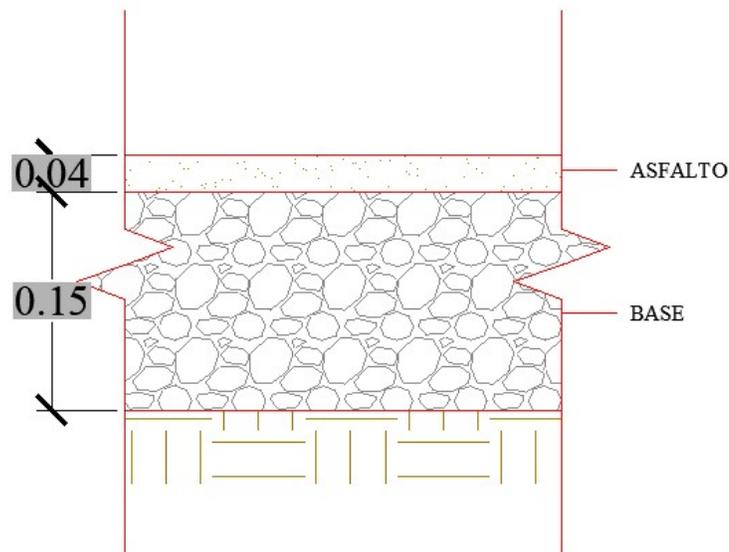
#### 4.4.4. Diseño de pavimento

##### 4.4.7.1. Espesor de afirmado

Según la tabla 17, se contará con una capa base de 15 cm, espesor recomendado por la norma. Por otro lado, el CBR de base cumple con lo mínimo requerido, por tal motivo, es adecuado.

Teniendo en cuenta lo expresado en el manual, se escogió el asfalto como material de la ciclovía, optando por un espesor de 4 cm, cumpliendo con lo establecido en la norma CE 010.

Figura 25 – Estructura



#### 4.4.5. Señalización

##### 4.4.5.1. Señales verticales

###### a. Señales reglamentarias

Figura 26 – R-1: Pare



**Fuente:** Manual de criterios de diseño de ciclovías

Figura 27 – R-2: Ceda el paso



**Fuente:** Manual de criterios de diseño de ciclovías

Figura 28 – R-30: Velocidad máxima



**Fuente:** Manual de criterios de diseño de ciclovías

Figura 29 – R-42: Ciclovia



**Fuente:** Manual de criterios de diseño de ciclovías

**b. Señales preventivas**

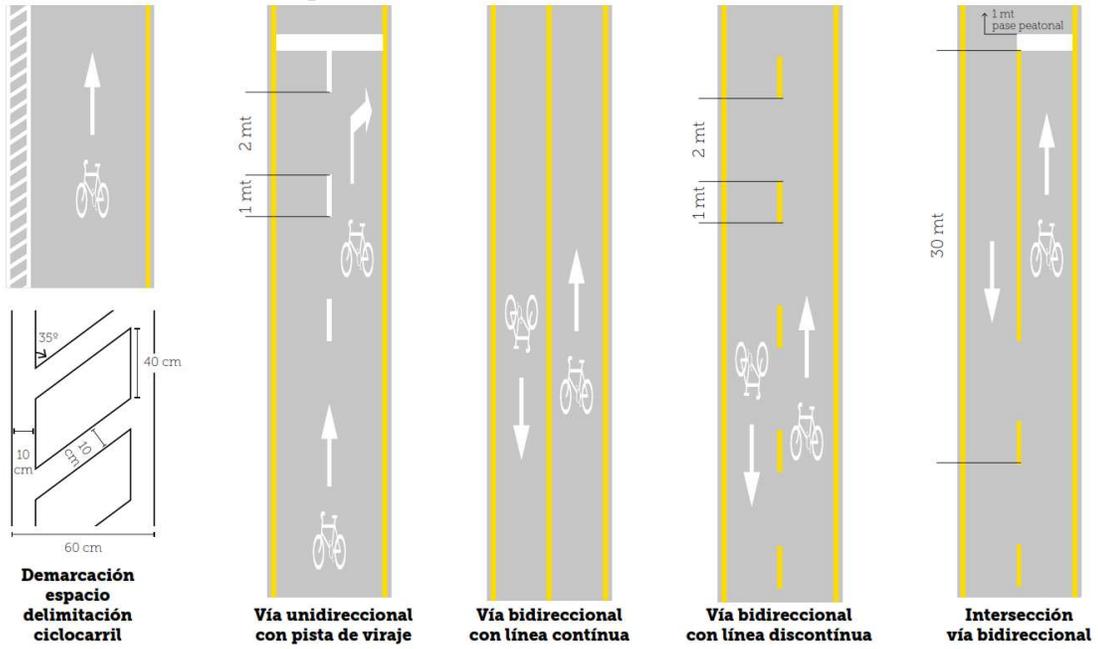
Figura 30 – P-46C: Vehículos en la ciclovia



**Fuente:** Manual de criterios de diseño de ciclovías

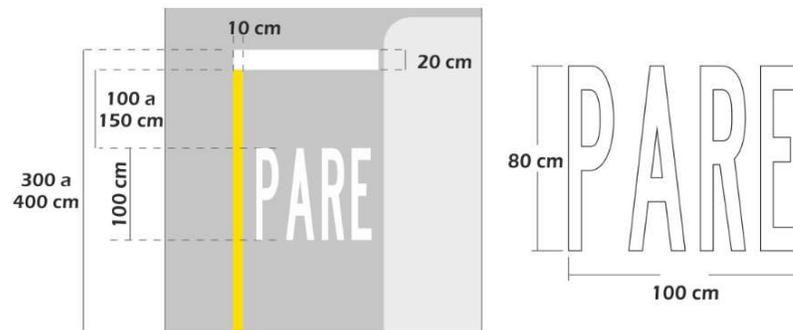
#### 4.4.5.2. Señales horizontales

Figura 31 – Pintado de líneas en cicloavía



Fuente: Manual de criterios de diseño de ciclovías

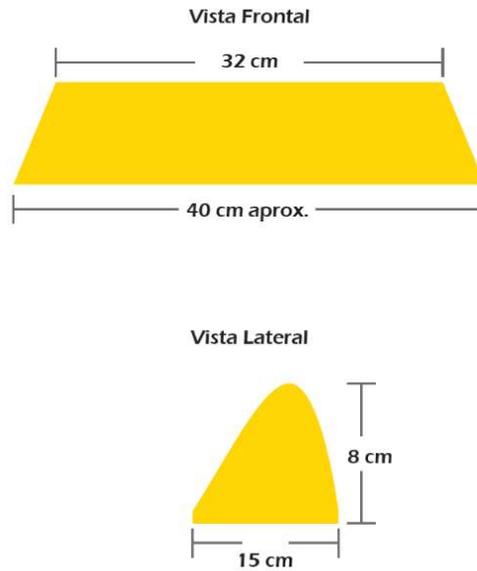
Figura 32 – Señalización horizontal en cruces



Fuente: Manual de criterios de diseño de ciclovías

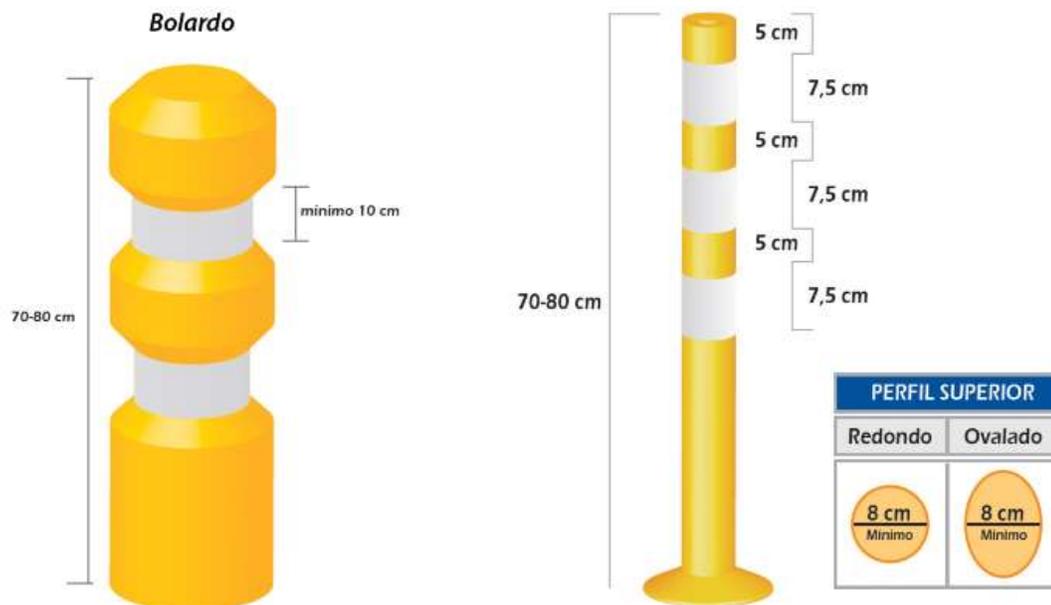
#### 4.4.5.3. Elementos segregadores

Figura 33 – Bordillo traspasable



Fuente: Manual de criterios de diseño de ciclovías

Figura 34 – Bolardos



Fuente: Manual de criterios de diseño de ciclovías

#### 4.4.5.4. Resumen de señalización

Tabla 23 – Resumen de señalización

PROGRESIVA	CÓDIGO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Km 0+020	P-46A	Derecha	Ciclovía
Km 0+020	R-30	Derecha	Velocidad máxima permitida 40 km/h
Km 0+040	I-1D	Izquierda	Señal de identificación "VICTOR LARCO HERRERA"
Km 0+260	P-2B	Derecha	Curva a la izquierda
Km 0+300	P-2A	Izquierda	Curva a la derecha
Km 0+380	P-2A	Derecha	Curva a la derecha
Km 0+420	P-2B	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 0+480	P-2A	Derecha	Curva a la derecha
Km 0+520	P-2B	Derecha	Curva a la izquierda
Km 0+560	R-30	Derecha	Velocidad máxima permitida 20 km/h
Km 0+580	P-1B	Derecha	Curva pronunciada a la derecha
Km 0+620	P-1B	Izquierda	Curva pronunciada a la izquierda
Km 0+640	R-30	Izquierda	Velocidad máxima permitida 20 km/h
Km 0+760	P-2A	Derecha	Curva a la derecha
Km 0+800	P-2B	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 0+820	P-2A	Derecha	Curva a la derecha
Km 0+860	P-2B	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 1+320	P-2B	Derecha	Curva a la izquierda
Km 1+380	P-2A	Izquierda	Curva a la derecha
Km 4+180	P-2A	Derecha	Curva a la derecha
Km 5+440	P-2B	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 5+480	P-2B	Derecha	Curva a la izquierda
Km 5+560	I-1D	Derecha	Señal de identificación "HUANCHAQUITO"
Km 5+600	P-2A	Izquierda	Curva a la derecha
Km 5+820	P-4B	Derecha	Curva y contra-curva a la izquierda
Km 5+940	P-4B	Izquierda	Curva y contra-curva a la izquierda
Km 5+980	P-4A	Derecha	Curva y contra-curva a la derecha
Km 6+140	P-4A	Izquierda	Curva y contra-curva a la derecha
Km 6+220	P-2A	Derecha	Curva a la derecha
Km 6+280	P-2B	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 6+760	P-4B	Derecha	Curva y contra-curva a la izquierda
Km 6+840	P-4B	Izquierda	Curva y contra-curva a la izquierda
Km 7+224	R-30	Izquierda	Velocidad máxima permitida 40 km/h

Km 7+224	P-46A	Izquierda	Ciclovia
----------	-------	-----------	----------

## **4.5. Estudio de impacto ambiental**

### **4.5.1. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto**

#### 4.5.1.1. Matriz de Leopold

		<b>MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>																	
		<b>1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES</b>																	
		<b>INSTRUCCIONES</b>			<b>A. ETAPA PRELIMINAR</b>			<b>B. ETAPA DE EJECUCIÓN</b>						<b>C. ETAPA DE OPERACIÓN</b>			<b>E. ETAPA DE CIERRE</b>		
		1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto. 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto 3. Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Si el impacto es beneficioso, el valor será positivo; mientras que los impactos negativos llevarán signo negativo. En la esquina inferior derecha de cada cuadrado calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadrillos alistados con números superiores.	A. Estudios preliminares para el proyecto	B. Transporte de personal y muestras	C. Elaboración del proyecto	A. Movilización y desmovilización de equipos	B. Instalación de obras provisionales	C. Movimiento de tierra	D. Explotación de cantera	E. Conformación de la carpeta de rodadura	F. Construcción de obras de arte	G. Transporte de material dentro y fuera de la obra	A. Nueva estructura	B. Accesibilidad	C. Incremento de tránsito	D. Aumento de comercio	A. Liberación de los trabajadores	B. Desinstalación de las obras temporales	C. Limpieza y cierre
<b>2. CARACTERÍSTICAS O CONDICION</b>	<b>A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>	<b>1. AIRE</b>	a. Gases y humo	-1	1	-5	-2	-1	-7	-4	-1	-7	-1	1	-1	-5	-1	-36	
			b. Partículas en suspensión	-1	4	-1	1	-1	-1	-4	4	-1	6	1	1	1	4	1	-13
			c. Polvo	-2	-1	-3	4	-7	-4	-1	-6	-5	3	-1	-1	-4	-2	-8	-45
			d. Contaminación acústica	-4	4	-7	7	-2	-8	-5	-1	-6	6	-4	-1	4	1	-1	-39
	<b>2. AGUA</b>	a. Contaminación de aguas superficiales				-1	-6	-3	-1	-4	4			-1	-1	-4	-2	-6	-29
		b. Contaminación de aguas subterráneas	-1	1			5	1	1	4	6			1	1	4	1	6	-7
		c. Calidad de agua					-1	-4	-2	-1				-4	-1		-1	1	-14
		d. Turbiedad					-1	-1	-5	-2	1			-1	-4	-1	-4	-1	-20
						4	1	7	1			1	4	4	4	4	24		



## V. DISCUSIÓN

El diseño de la cicloavía costanera ecoamigable cuenta con un diseño geométrico basado en normas de diseño, las cuales contiene estudios previos para su correcto planeamiento, así como la velocidad de diseño de 40 km/h y un ancho de calzada de 2.50 m, además de un estudio ambiental para mitigar los posibles impactos negativos. Habiendo obtenido todos los resultados de los objetivos específicos, se puede afirmar que la hipótesis planteada inicialmente es válida, asegurando que la cicloavía diseñada posee los parámetros necesarios establecidos en las normas de diseño, garantizando seguridad y comodidad a las personas que la utilicen.

Del estudio topográfico se pudo obtener la Tabla 7 de puntos topográficos, donde se puede observar las coordenadas, altitud y su descripción; además de los planos topográficos de la zona en estudio, según Agudelo, 2015 la topografía refiere a un terreno plan por su elevación mínima y su constancia durante el tramo, el cual es ideal para el diseño de vías, donde no existen mayores dificultades. Por otro lado, en el estudio de mecánica de suelos, se obtuvo la Tabla 8, donde se muestra la granulometría con alta presencia de arenas, con un aproximado de 98.06%, por otro lado, en la Tabla 9 se muestra el contenido de humedad, verificando que la tierra no cuenta con mucha presencia de agua, la Tabla 10 muestra los límites de atterberg y según el Manual de suelos, cuando hay presencia de arenas, no hay presencia de límites, en la Tabla 11 se puede observar el CBR, con un valor máximo de 8.50 % en el suelo de fundación y finalmente se tiene la Tabla 12, donde se muestra el resumen del estudio de cantera, con un valor de CBR de 85.5 %, cumpliendo con el valor especificado en el Manual de Suelos. La Tabla 13 muestra los valores de precipitación máxima mensual registrada por la estación metereológica de Trujillo, con valores máximos anuales de 2.19 mm en el año 1993, haciendo referencia que Trujillo es una ciudad con poca presencia de precipitaciones. Se muestra la figura 16, donde se observa que los datos mostrados presentan una consistencia para ser utilizados en el diseño. Desde la figura 17 a la figura 23 se muestran las funciones de distribución de probabilidad, las cuales se obtienen del programa Hidroesta, mostrándonos la distribución de los datos, con el objetivo de pasar a la Tabla 14

a realizarse una prueba de bondad de ajuste, en donde se muestra que la Prueba Log-Normal 3, es la más adecuada por tener un teórico inferior a las demás pruebas. En la tabla 15 podemos observar la precipitación con años de retorno, obteniendo un valor de 3.06 mm para 500 años, con esto reafirmamos que Trujillo es una ciudad con poca presencia de precipitaciones. En la tabla 16 observamos los parámetros de cuenca, mostrando una cuenca pequeña por ser inferior a los 10 km<sup>2</sup>, además, con longitud de cauce corta de aproximadamente 3 km. En la tabla 17 se observa el caudal de diseño de la alcantarilla, con un valor menor, únicamente cuando ocurren lluvias el cual es 0.83 m<sup>3</sup>/s. En la tabla 18 se puede ver el diámetro de la alcantarilla, en la cual se utilizó una tubería de TMC de 36", tubería generalmente utilizada para dichas funciones. En las tablas 19 y 20 se muestran las ubicaciones y sus respectivas progresivas de alcantarillas y badenes, cabe destacar que en la ubicación de badenes se especifica pendiente para el diseño. En la tabla 21, se muestra los elementos de curva horizontal, donde se presentan 26 curvas, con radios mínimos de hasta 6 m, donde se deberá colocar una señalización de reducción de velocidad, por otro lado, el peralte de las curvas, llegan máximo a 4%. En la tabla 22 se muestran los elementos de curva vertical, las cuales son un total de 23 curvas, se puede observar pendientes máximas de 5.23%, pendiente aceptable cuando se tiene tangentes largas. En la figura 25 se muestra la composición del pavimento, la cual según las normas CE 010 de Pavimentos Urbanos, indican necesariamente una base de 15 cm de base y entre 3 a 5 cm. Desde la figura 26 a la figura 34, se muestran las señales de tránsito verticales, horizontales y elementos segregadores los cuales irán ubicados en el tramo de ciclovía para la seguridad y comodidad de los usuarios. En la tabla 23 se especifica el tipo de señal de tránsito a colocar, indicando la progresiva y el sentido de su ubicación. Para finalizar, se utilizó la matriz de Leopold para poder identificar los impactos ambientales que existan en las diferentes etapas de la obra, donde se muestra que la actividad que causa más daño es la explotación de la cantera debido a al polvo que genera, sin embargo, la generación del empleo es uno de los puntos rescatables a resaltar en la ejecución de la obra.

Quipuscoa y Vega, 2018; se basaron en manuales para el diseño de su ciclovía, obteniendo un valor de ancho de calzada entre 2.40 – 3.00, además de una velocidad entre 10 – 30 km/hr. El ancho de calzada coincide con el ancho propuesto en la ciclovía, el cual fue de 2.50 m, debido a que es una distancia adecuada para que el ciclista circule con comodidad, en cuanto a la velocidad, en el presente trabajo de investigación se utilizó 40 km/hr debido a que la zona fue de topografía llana, diferente a la topografía de los autores.

El estudio hidrológico también fue utilizado por Gamarra, 2018 donde utilizó datos de precipitación para el posterior diseño de sus obras de arte, las cuales fueron alcantarillas de paso de 25", debido a que contaban con un caudal de diseño de 0.72 m<sup>3</sup>/s. Con ello, se sustenta el diseño de alcantarillas que también se realizó en la presente investigación con un diámetro de 36" para un caudal de 0.83 m<sup>3</sup>/s, agregando un plus con el diseño de badenes en zonas que fueron afectadas por el fenómeno del niño de longitud 24 m.

La señalización es de suma importante en el diseño de una vía, por lo que Silva y Zambrano, 2018 no fueron ajenos a dicho detalle y colocaron la señalización adecuada para que su ciclovía sea más segura al momento de ser utilizada, con señales preventivas al inicio de la ciclovía, además de informar la aproximación de alguna curva o lugares con presencia de vehículos mayores o la cercanía de algún pueblo. Se utilizaron las mismas señaléticas que los autores de la tesis, teniendo señales verticales para información de los ciclistas, como también, señales horizontales para conocer el sentido de los carriles. También se agregó elementos segregadores para separar el tránsito vehicular.

Barreto y Gonzáles, 2017 utilizaron una metodología muy diferente. Ellos se basaron en una encuesta para obtener opiniones de la población ante una construcción de ciclovía, para verificar el terreno por donde quisieran que la ciclovía pase y sea beneficioso para la población, obteniendo el resultado que las personas entre 15 a 25 años son las que más usan la bicicleta. Esa metodología no se utilizó en la presente investigación debido a que se contaba con una zona disponible para la ciclovía, lo que se realizó fue únicamente ir a

verificar que la infraestructura vial no impida el libre tránsito de vehículos y peatones, además de que tenga una topografía aceptable, además, se pudo observar la necesidad de una ciclovía en la zona debido a que los ciclistas se ven interrumpidos por el paso de vehículos, los cuales en ningún momento les dan el pase debido.

Se realizó un estudio de impacto ambiental registrando como actividad negativa a la explotación de la cantera y actividad positiva a la generación del empleo, tal y como lo desarrolló Ponce, Coello y Espinoza, 2016 donde destacaron que una ciclovía traería beneficios al proyecto tanto en el aspecto económico como en el aspecto turístico sin embargo, las actividades que traerían impactos negativos en su investigación fueron los movimientos de tierras por el mismo motivo de la presente investigación, la generación de polvo.

Bolaños, 2018 quien, a través de una encuesta, determinó que la población no circula en bicicletas debido a la insuficiencia de ciclovías, quedando en relación ambas justificaciones con lo cual se dio inicio al proyecto de investigación. Se tomó dicha investigación para deducir que, en la ciudad de Trujillo, las personas no circulan en bicicleta por el mismo motivo, la ausencia de ciclovías, las cuales son primordiales para que se comience a hacer un cambio en el poblador.

Se tuvieron muchas limitaciones debido a la coyuntura que vive el país debido a la COVID-19, sin embargo, se pudieron superar. Por ejemplo, el estudio topográfico no se pudo realizar con equipos topográficos, empero, se utilizó un GPS para poder determinar puntos a lo largo del tramo y georreferenciar. Tampoco se pudieron realizar calicatas en el terreno, sino que se buscó trabajos realizados en la zona, de donde se pudo sacar valores de CBR necesarios para el diseño de las capas del pavimento. A pesar de las complicaciones se pudo obtener la topografía de todo el tramo, identificando las viviendas aledañas, así como los drenes y carreteras existentes, de tal manera que el diseño se hizo en base a los estudios previos, de igual manera, se contó con un estudio de suelos eficiente, de la zona en estudio, el cual ayudó a conocer que el suelo es apto

para el diseño de una ciclo vía, así como el material de cantera el cual es óptimo para su utilización como base.

Se obtuvo una ciclo vía diseñada con los parámetros establecidos en normas, garantizando que cumpla una función eficaz al momento que los usuarios circulen por ella, además, será la primera ciclo vía elaborada en Trujillo, lo que traerá consigo mayores conocimientos acerca del tema para futuras investigaciones. Cabe destacar que la ciclo vía, contará con su debida señalización para mayor seguridad de los usuarios. La ciclo vía estará debidamente pintada para separar carriles y de manera que se distinga de la vía de vehículos, contará con tachones y bolardos.

Haciendo un recuento de los hallazgos encontrados, se puede describir que el ancho de calzada de 2.50 es adecuada para la ciclo vía diseñada y está dentro del rango del ancho que utilizaron Quipuscoa y Vega que fue 2.4 – 3.0 m, sin embargo, en la velocidad de diseño fue diferente por la topografía del terreno. Por otro lado, se conoció que el diseño de obras de arte es importante en el trazo de una vía, puesto que siempre las precipitaciones van a seguir su curso y se van a topar con una infraestructura vial, destacando que el diámetro de las alcantarillas es en base al caudal de diseño, por tal motivo Gamarra consideró un diámetro de 25" por ser un caudal inferior al de la presente investigación que fue de 0.83 m<sup>3</sup>/s y un diámetro de alcantarilla de 36".

## VI. CONCLUSIONES

Se diseñó la ciclovía costanera ecoamigable cumpliendo con todos los parámetros establecidos en las normas, considerando que la velocidad mas adecuada para el diseño de la ciclovía es 40 km/hr y un ancho de calzada de 2.50, teniendo en cuenta estudios básicos de diseño según los manuales, diseño geométrico y el estudio de impacto ambiental según las leyes peruanas.

Se realizó el estudio topográfico en la zona en estudio, obteniendo un terreno con topografía plana o llana, con altitudes máximas de 9.96 msnm y mínimas de 4.67 msnm. Además, se contó con un punto de Estación al inicio del tramo en el distrito de Víctor Larco Herrera y 14 puntos de Bench Mark's utilizados como referencia.

Se obtuvo el estudio de mecánica de suelos producto de un informe de tesis titulado “Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo – La Libertad”, donde se realizaron 3 calicatas, obteniendo valores de CBR de 8.00 %, 7.50 % y 8.50 % para cada calicata respectivamente. Por otro lado, del expediente técnico “Mejoramiento de la avenida Juan Pablo II y calles del sector de los Rosales de San Luis, distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad” se pudo obtener el estudio de suelos de la cantera, arrojando un valor de CBR al 95% de la densidad máxima seca de 85.50 %, cumpliendo con el valor mínimo especificado en las normas de diseño.

Se realizó el estudio hidrológico, obteniendo valores de precipitaciones de la estación Trujillo, la cual posee datos desde el año 1981 hasta el año 2016, data suficiente para poder desarrollar el estudio hidrológico. En cuanto a las obras de arte, se logró diseñar una alcantarilla de paso que drena agua de una cuenca de 9.8 km<sup>2</sup>, con un caudal de diseño de 0.83 m<sup>3</sup>/s, de diámetro 36” y de material de TMC. Además, se diseñaron 2 badenes de concreto de 24 m cada uno.

Se realizó el diseño geométrico de la ciclovía, concluyendo que producto del diseño en planta se obtuvieron 26 curvas horizontales y en el diseño en perfil, 23 curvas verticales. En cuanto al diseño de la sección transversal, se propuso un ancho de calzada de 2.50 m y bombeo de 2%, taludes de corte y relleno de 1:0.5 y 1:2.00, respectivamente. En el diseño del pavimento, se siguió las recomendaciones de la norma CE 010 de Pavimentos Urbanos, la cual nos indicó que se recomienda una superficie de rodadura de asfalto, la cual tuvo un espesor de 4 cm, además de una capa de base granular de 15 cm.

Se realizó el estudio de impacto ambiental, siendo la actividad con mayor impacto negativo la explotación de la cantera, por el polvo que esta genera. Por otro lado, se tuvieron actividades positivas como es la generación del empleo que se va a generar en la zona del proyecto, lo que va a traer un incremento en la economía y mejor estatus de la población.

## VII. RECOMENDACIONES

Para una futura ejecución del proyecto, se recomienda a los proyectistas realizar los estudios de suelos in situ, debido a que por la coyuntura del COVID-19 no se pudieron realizar de dicha manera, de tal forma que se corroboren los datos mostrados en el presente trabajo de investigación y si en caso exista alguna variación, corregir en los cálculos. En cuanto al estudio hidrológico, es recomendable tener una base de datos de al menos 25 años, con el fin de tener datos históricos con los cuales se pueden trabajar en los cálculos de caudales para las obras de arte.

Se recomienda a los proyectistas e investigadores tener en cuenta los parámetros establecidos en las normas de diseño, tanto en la norma de Pavimentos Urbanos como en la de Diseño Geométricos. Se recomienda el uso de elementos segregadores para separar el tránsito vehicular de los ciclistas además de delimitar la ciclovía y colocar la señalización correspondiente para evitar cualquier tipo de accidentes.

Se recomienda a los futuros investigadores realizar la visita al campo para poder corroborar que el tramo de ciclovía no esté obstruido por alguna construcción existente o desmonte acumulado, además, de ubicar los diferentes drenes que existen en el tramo Víctor Larco Herrera – Huanchaquito.

## REFERENCIAS

1. Agudelo, John. Diseño geométrico de vías. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002. 531 pp.
2. Arce, Alisa [et. al.]. A08 - Developing Walkable and Bikeable Schools By Engaging Citizen Scientists in Research and Advocacy. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. June 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140516300548>
3. Barreto Aucapiña, Jesús y Gonzáles Reino, Andrés. Propuesta del trazado de rutas para ciclovías en la zona urbana de la ciudad de Cuenca. Tesis (Ingeniero Mecánico Automotriz). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2017. 96 pp.
4. Batteate, Christina [et. al.]. A01 - Bikeway: A Magnet for Health in Los Angeles. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. June 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140516300470>
5. Bogotá es la ciudad con más kilómetros de ciclovías en América Latina [en línea]. *Semana Sostenible*. 18 de enero de 2016. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020] Disponible en: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/bogota-es-la-ciudad-con-mas-kilometros-de-ciclovias-en-america-latina/34445>
6. Bolaños Andrade, Eduardo. Propuesta de un diseño de ciclovía para la ciudad de Ibarra. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2018. 113 pp.
7. Branion-calles, Michael [et. al.]. Impacts of study design on sample size, participation bias, and outcome measurement: A case study from bicycling

- research. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. Volumen 15, December 2019 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140519302385>
8. Buehler, Ralph, Pucher, John, Bauman, Adrian. Physical activity from walking and cycling for daily travel in the United States, 2001–2017: Demographic, socioeconomic, and geographic variation. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. March 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140519305110>
  9. Caggiani, Leonardo, Camporeale, Rosalia, Binetti, Mario and Ottomanelli, Michele. An Urban bikeway network design model for inclusive and equitable transport policies. *Transportation Research Procedia* [en línea]. Volumen 37. 2019 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146518305210>
  10. Chávez, Alex. El paraíso de los ciclistas se llama Holanda. Así lo han conseguido [en línea]. *Magnet*. 20 de abril de 2017 [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020] Disponible en: <https://magnet.xataka.com/un-mundo-fascinante/el-paraiso-de-los-ciclistas-se-llama-holanda-asi-lo-hanconseguido>
  11. Elsaid, Feras, Jimenez, Luis and Alecsandru, Ciprian. Incorporating bicycling demand into pavement management systems for convenient bikeway networks. August 2019 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/cjce-2019-0111#.XrQvsqhKhPY>
  12. Félix, Rosa, Moura, Filipe and Clifton, Kelly. Maturing urban cycling: Comparing barriers and motivators to bicycle of cyclists and non-cyclists in Lisbon, Portugal. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. Volumen 15,

December 2019 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140518306054>

13. Gamarra Morales, Alejandro. Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2018. 127 pp.
14. Gonzaga Pisco, Luis y Saavedra Gómez, Sandro. Diseño de ciclovías y áreas peatonales para mejorar la transitabilidad no motorizada, tramo Morales-Tarapoto, San Martín - 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 222 pp.
15. Gonzales, David. Diseño y Modelización de excavaciones en 3D. Tesis (Maestría en Ingeniería de minas). Oviedo: Universidad Nacional de Oviedo, Facultad de Ingeniería, 2016. 140 pp.
16. Heesh, Kristian [et. al.]. Evaluation of the Veloway 1: A natural experiment of new bicycle infrastructure in Brisbane, Australia. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. Volumen 3, September 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140516301748>
17. Jafari, Afshin [et. al.]. Towards a Utilitarian Agent-Based Model of Cycling in Melbourne. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. September 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140519304694>
18. Jauregui, Luis. Introducción a la topografía. 1 ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2017. 24 pp.

19. Kingsley, Karla. A79 – Separated Bikeway treatments from a safety and public health perspective. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. Volumen 3. June 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214140516301256>
20. LI, Yinliang. Assessing bikeway design alternatives: dalmac route central michigan case study. Thesis (Master of arts). Michigan, Michigan State University. 2018. 24 pp.
21. Lin, Lingling. A24 - Overweight, Commuting to School, Urban Design in Chinese School Neighborhoods. *Journal of Transport & Health*. [en línea]. June 2016 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140516300706>
22. Manual de criterios de diseño de infraestructura de ciclo-intrusiva y Guía de Circulación del Ciclista. Lima: Municipalidad Provincial de Lima: 2017. 130 pp.
23. Manual de diseño para infraestructura de ciclovías. Lima: Fondo Nacional del Ambiente, 2016. 57 pp.
24. Martinez, Constanza. París busca convertirse en la nueva capital mundial del ciclismo [en línea]. Plataforma Urbana. 10 de abril de 2015. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020] Disponible en: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/04/10/paris-busca-convertirse-en-la-nueva-capital-mundial-del-ciclismo/>
25. Mendoza, Abigail [et. al.]. Bikeway system design in the city of Celaya through a micro-simulation approach. *Transportation Research Procedia* [en línea]. Volumen 33, 2018. [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146518302928>

26. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima: MTC, 2018. 285 pp.
27. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima: MTC, 2013. 355 pp.
28. Norma de Pavimentos Urbanos C3: 010 (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, 2010. 68 pp.
29. Ordoñez Urquiaga, Edinson. Diseño para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y creación de la ciclovía del sector La Greda, distrito de Pacasmayo, provincia de Pacasmayo – La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 217 pp.
30. Pasea por estas 55 ciclovías en Lima (Mapa Interactivo) [en línea]. Aweita. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020] Disponible en: <https://aweita.larepublica.pe/magazine/4351-monta-bicicleta-pasea-por-estas-55-ciclovias-en-lima-mapa-interactivo>
31. Pérez Herrera, Mauro. Proyección inversión pública ciclovías y calidad de vida del adulto mayor Municipalidad de Surco – Lima – 2016. Tesis (Maestro en Gestión Pública). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 149 pp.
32. Pérez, Campistrous y Rizo, Celia. Indicadores e investigación educativa. [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000100021](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100021)
33. Petermann, Fanny [et. al]. el transporte activo: podría reducir hasta en un 40% el riesgo de desarrollar cáncer, enfermedades cardiovasculares y

mortalidad prematura. Revista médica Clínica Las Condes. Volumen 1, Enero – Febrero 2018. [Fecha de consulta 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S071686401830004X>

34. Ponce Paz, Álvaro; Coello Neyra, Humberto y Espinoza Salvador, Ronald. Desarrollo de un sistema de movilidad sostenible, mediante la implementación de una red integradora de ciclovías que conecten los distritos de San Borja, San Isidro, Miraflores, Surco y Surquillo. Tesis (Maestro en Dirección de la Construcción). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. 244 pp.
35. Pritchard, Jhon [et. al]. Potential impacts of bike-and-ride on job accessibility and spatial equity in São Paulo, Brazil. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Volumen 121, Marzo 2019. [Fecha de consulta 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856418305652>
36. Quipuscoa Vega, Anais y Vega Pala, Tabatha. Diseño geométrico de la interconexión de las ciclovías de la Av. Angélicas Gamarra y Av. Industrial para garantizar la continuidad de la red vial. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2018. 103 pp.
37. Raustorp, Johan and Koglin, Till. The potential for active commuting by bicycle and its possible effects on public health. Journal of Transport & Health. [en línea]. Volumen 13, June 2019 [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221414051830478X>
38. Sevillano Zavala, John. Plan rector y diseño conceptual de red de ciclovías para el distrito de Piura. Tesis (Maestro en Transportes y Conservación Vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 81 pp.

39. Shui C. S. and Chan w. L. Optimization of a Bikeway Network with Selective Nodes. Article. Hong Kong, The University of Hong Kong, Department of Civil Engineering, 2019. 18 pp.
  
40. Silva Veloz, Esteban. Estudio preliminar para la implementación de una ciclovía en la ciudad de Santo Domingo. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Civil, 2018. 116 pp.
  
41. Tasayco Ganoza, Raniero. Diseño de una vía ciclista y peatonal para la recuperación urbana de la Av. Mariscal Ramón Castilla, distrito de Santiago de Surco (Lima). Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2019. 136 pp.

**Anexo N° 03**

**Anexos N° 03.01 - Matriz de Operacionalización de Variables**

Tabla 24 – Matriz de operacionalización de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable	El diseño geométrico de una vía de comunicación representa al trazo de una nueva vía en un terreno en específico, el cual debe tener estudios previos como la topografía, geología, hidrología, entre otros (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p. 281)	El diseño de la ciclovía se realizará con los datos obtenidos del levantamiento topográfico. Además, se tendrá en cuenta los softwares como el AutoCAD Civil 3d para el diseño junto con herramienta como el excel. También, se utilizarán equipos de laboratorio para procesar los estudios de mecánica de suelos y fórmulas para determinar la hidrología en la zona.	Estudio topográfico	Puntos de Estación y Georreferenciación	Razón
				Planos Topográficos	
			Estudio de mecánica de suelos	Análisis granulométrico (%)	Razón
				Contenido de Humedad (%)	
				Límites de Atterberg (%)	
				CBR (%)	
			Estudio hidrológico	Estudio de cantera	Razón
				Precipitaciones Máximas mensuales(mm)	
				Funciones de probabilidad	
				Prueba de Bondad de Ajuste	
				Intensidad de lluvia	
			Diseño geométrico	Parámetros de Cuencas	Razón
Diseño de Alcantarillas de paso					
Diseño de badenes					
Diseño geométrico	Diseño en planta	Razón			
	Diseño en perfil				

				Diseño de la Sección transversal	
				Diseño de Pavimento	
				Señalización	
			Estudio de impacto ambiental	Matriz de Leopold	Nominal

### Anexos N° 03.02 - Indicadores de Variables

Tabla 25 – Matriz de operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Dimensiones	Indicadores	Descripción	Técnica / Instrumento	Tiempo Empleado	Modo de Cálculo
Realizar el estudio topográfico de la zona en estudio.	Estudio topográfico	Puntos de Estación y Georreferenciación	Se trabajará de la mano con el Google Earth y Global Mapper	Softwares, planos, Ficha de Resumen	15 días	Planimetría y Altimetría
		Planos Topográficos				
Obtener el estudio de		Análisis granulométrico (%)	El estudio de mecánica de	Datos del expediente,	15 días	-

mecánica de suelos en el trazo de la ciclovía.	Estudio de mecánica de suelos	Contenido de Humedad (%)	suelos se analizó de un expediente realizado en la zona de estudio	Ficha de Resumen		
		Límites de Atterberg (%)				
		CBR (%)				
		Estudio de cantera				
Realizar el estudio hidrológico y diseño de obras de arte.	Estudio hidrológico	Precipitaciones Máximas mensuales(mm)	Los datos serán obtenidos de una estación metereológica y serán validados por un experto	Ficha de recolección de datos	10 días	Datos pluviométricos
		Funciones de probabilidad				
		Prueba de Bondad de Ajuste				
		Intensidad de lluvia				
		Parámetros de Cuencas				
		Diseño de Alcantarillas de paso				
		Diseño de badenes				
Realizar el diseño	Diseño geométrico	Diseño en planta	Se realizará basándose en	-	21 días	-
		Diseño en perfil				

geométrico de la ciclo vía.		Diseño de la Sección transversal	los parámetros establecidos en las normas técnicas				
		Diseño de Pavimento					
		Señalización					
Realizar el estudio de impacto ambiental.	Estudio de impacto ambiental	Matriz de Leopold	Se analizará los impactos con ayuda de la matriz de Leopold	-	7 días	-	

## Anexo N° 04 – Instrumentos de recolección de datos

### Anexo N° 04.01 – Ficha de Resumen 1 – Estudio topográfico



#### Ficha de Resumen para Estudio Topográfico

##### I. Datos Generales

Título de Tesis:	
Lugar:	
Fecha:	

II. Programa para obtener imagen satelital: \_\_\_\_\_

III. Imagen Satelital (Con fecha) y fecha de acceso al programa

Fecha de acceso: \_\_\_\_\_

IV. Sistema de coordenadas: \_\_\_\_\_

##### V. Puntos de referencia

Descripción del Punto	Norte	Este	Elevación

Diseño de la ciclovia costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Victor Larco  
Herrera y Huanchaquillo, provincia de Trujillo, La Libertad

**VI. Códigos utilizados para los puntos de referencia**

Código	Descripción

**VII. Programa para obtener curvas de nivel:** \_\_\_\_\_

Fecha de acceso al programa: \_\_\_\_\_

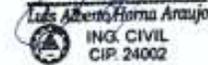
**VIII. Equidistancia de curvas de nivel:** \_\_\_\_\_

**IX. Programa de procesamiento de datos:** \_\_\_\_\_

Fecha de acceso al programa: \_\_\_\_\_

**X. Escala de planos**

Plano	Escala
Planta	
Clave	

## Anexo N° 04.02 – Ficha de Resumen 2 – Estudio de mecánica de suelos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Ficha de Resumen para Estudio de Suelos

#### I. Datos Generales

Título de Tesis:	
Nombre de Expediente:	
Ubicación:	
Fecha:	
N° Calicatas:	

#### II. Resumen de ensayos de laboratorio

N° Calicata	Muestra	Prof(m)	%CH	%Gravas	%Arena	%Finos	%LL	%LP

#### III. Clasificación de Suelos

N° Calicata	Muestra	Clasificación

#### IV. Estudio de CBR

N° Calicata	Muestra	CBR (%)

  
Luis Alberto Huma Antuño  
ING. CIVIL  
CIP. 24002

Diseño de la ciclovia costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad



## Anexo N° 04.04 – Ficha de resumen – Estudio Topográfico



### Ficha de Resumen para Estudio Topográfico

#### I. Datos Generales

<b>Título de tesis:</b>	Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad
<b>Lugar:</b>	Víctor Larco Herrera - Huanchaquito
<b>Fecha:</b>	28 de Septiembre de 2020

#### II. Programa para obtener imagen satelital: Google Earth

#### III. Imagen Satelital (Con fecha) y fecha de acceso al programa



Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2020.

#### IV. Sistema de coordenadas: UTM, Sistema de referencia: WGS84 y EGM96

Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad

### **V. Puntos de referencia**

Los siguientes puntos se tomaron con la Aplicación GPS UTM de un dispositivo GPS Marca Garmin Modelo MAP 625, con un margen de error de 3 m.

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>
E-01	9099962.14	713561.48	5.00
BM-01	9100294.48	713167.11	9.96
BM-02	9100584.84	712698.56	5.15
BM-03	9100965.00	712301.16	8.16
BM-04	9101312.34	711854.41	5.38
BM-05	9101636.50	711423.40	5.00
BM-06	9101958.65	711031.16	5.17
BM-07	9102296.37	710583.27	5.89
BM-08	9102628.43	710151.93	5.14
BM-09	9103021.94	709796.71	5.36
BM-10	9103500.49	709556.46	7.91
BM-11	9103814.01	709103.09	5.09
BM-12	9104049.57	708651.64	4.97
BM-13	9104339.25	708243.91	5.87
BM-14	9104443.08	708160.05	5.10

### **VI. Códigos utilizados para los puntos de referencia**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
CI	Ciclovía
PAN	Panamericana
CAN	Canales
BI – BD	Bordes
EST-X	Estación
BM-X	Bench Mark

Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad

**VII. Programa para obtener curvas de nivel:** Global Mapper

Fecha de acceso al programa: 29 de septiembre de 2020.

**VIII. Equidistancia de curvas de nivel:** La equidistancia es de 0.20 m.

**IX. Programa de procesamiento de datos:** AutoCAD Civil 3D.

Fecha de acceso al programa: 30 de septiembre de 2020.

**X. Escala de planos**

Plano	Escala
Planta	1/2000
Clave	1/50000

**XI. Planos**

- PT-01
- PT-02
- PT-03
- PT-04

## Anexo N° 04.05 – Ficha de resumen – Estudio de Mecánica de Suelos



### Ficha de Resumen para Estudio de Suelos

#### I. Datos Generales

<b>Título de Tesis:</b>	Diseño de la ciclovia costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad
<b>Nombre del documento:</b>	Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo – La Libertad
<b>Autor:</b>	Briceño Terrones, Jaime Lening
<b>Ubicación:</b>	Av. Juan Pablo II con Vía de Evitamiento, distrito de Víctor Larco Herrera
<b>Fecha:</b>	2019
<b>N° Calicatas:</b>	3 calicatas

#### II. Resumen de ensayos de laboratorio

N° Calicata	Muestra	Prof(m)	%CH	%Gravas	%Arena	%Finos	%LL	%LP
C-1	M-1	2.00 m	2.70%	0.00%	98.07%	1.93%	NP	NP
C-2	M-1	2.00 m	2.29%	0.00%	98.35%	1.65%	NP	NP
C-3	M-1	2.00 m	3.80%	0.00%	97.33%	2.67%	NP	NP

#### III. Clasificación de Suelos

N° Calicata	Muestra	Clasificación	
		SUCS	ASSHTO
C-1	M-1	SP	A-3 (0)
C-2	M-1	SP	A-3 (0)
C-3	M-1	SP	A-3 (0)

#### IV. Estudio de CBR

N° Calicata	Muestra	CBR (%)
C-1	M-1	8.00%
C-2	M-1	7.50%
C-3	M-1	8.50%

Diseño de la ciclovia costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad

## Ficha de Resumen para Estudio de Suelos

### I. Datos Generales

<b>Título de Tesis:</b>	Diseño de la ciclo vía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad
<b>Nombre del documento:</b>	Mejoramiento de la avenida Juan Pablo II y calles del sector de los Rosales de San Luis, distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad
<b>Autor:</b>	Municipalidad Distrital de Víctor Larco
<b>Ubicación:</b>	Cantera Lima SAC, Huanchaco
<b>Fecha:</b>	2020
<b>N° Calicatas:</b>	Cantera

### II. Resumen de ensayos de laboratorio

N° Calicata	Muestra	Prof(m)	%CH	%Gravas	%Arena	%Finos	%LL	%LP
CANTERA	M-1	-	1.30%	41.98%	56.16%	1.86%	22.89%	18.30%

### III. Clasificación de Suelos

N° Calicata	Muestra	Clasificación	
		SUCS	ASSHTO
CANTERA	M-1	GP	A-2-4

### IV. Estudio de CBR

N° Calicata	Muestra	CBR (%)
CANTERA	M-1	85.50%

Diseño de la ciclo vía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad

## Anexo N° 04.06 – Ficha de recolección de datos – Estudio Hidrológico



### Ficha de Recolección de datos para Estudio Hidrológico

#### I. Datos Generales

<b>Título de Tesis:</b>	Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad
<b>Lugar:</b>	Huanchaco
<b>Estación Metereológica</b>	Trujillo
<b>Fecha:</b>	Datos desde el año 1981-2016

#### II. Información de Estación Metereológica

Precipitación máxima mensual (mm)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1981	3.25	0.55	1.01	0.82	0.25	0.17	0.04	0.49	0.12	0.36	1.53	0.06	0.72
1982	0.79	0.82	0.36	0.49	0.41	0.14	0.01	0.08	0.11	0.18	0.57	0.52	0.37
1983	2.55	0.11	1.44	4.19	5.40	1.75	0.28	0.22	0.31	0.50	0.60	0.31	1.47
1984	0.33	0.88	0.73	0.32	1.14	0.86	0.12	0.38	0.26	0.31	1.13	0.05	0.54
1985	1.48	0.27	0.19	0.88	0.27	0.16	0.12	0.44	0.58	0.00	0.25	0.28	0.41
1986	3.31	0.24	1.56	0.26	0.94	0.08	0.05	0.57	0.13	0.04	0.02	0.09	0.61
1987	11.78	0.46	0.47	0.50	0.28	0.15	0.06	0.44	0.22	0.12	0.45	0.16	1.26
1988	4.38	0.64	0.44	0.29	1.07	0.74	0.01	0.22	0.10	0.08	0.61	0.03	0.72
1989	2.70	0.60	0.05	1.58	0.24	0.37	0.00	0.20	0.48	0.42	1.02	0.06	0.64
1990	0.77	0.44	0.27	0.22	0.71	0.38	0.11	0.13	0.02	0.21	0.76	0.20	0.35
1991	0.95	0.61	2.45	0.41	0.09	0.14	0.03	0.17	0.60	0.06	0.59	0.97	0.59
1992	2.14	0.69	0.29	0.67	0.41	0.65	0.04	0.34	0.33	0.02	0.28	0.24	0.51
1993	1.57	10.40	9.06	2.56	0.96	0.27	0.12	0.29	0.38	0.11	0.51	0.09	2.19
1994	1.47	3.70	1.52	0.65	0.33	0.10	0.02	0.13	0.28	0.06	1.25	0.10	0.80
1995	0.35	0.38	0.23	0.19	0.04	0.09	0.06	0.53	0.05	0.03	0.82	0.15	0.24
1996	1.81	1.33	1.17	0.13	0.11	0.21	0.01	0.50	0.11	0.16	0.19	0.11	0.49
1997	5.03	0.32	0.39	0.38	0.18	0.24	0.09	0.35	0.66	0.44	0.96	1.39	0.87
1998	9.62	2.10	3.99	0.46	0.81	0.18	0.09	0.22	0.21	0.08	0.36	2.94	1.75
1999	1.30	8.12	1.26	0.86	1.04	0.54	0.11	0.08	0.15	0.00	0.18	0.56	1.18
2000	0.47	0.46	2.08	0.97	0.51	0.33	0.04	0.48	0.36	0.00	1.07	0.18	0.58
2001	8.45	0.46	0.41	1.02	0.10	0.28	0.19	0.31	0.32	0.23	0.16	0.18	1.01
2002	0.42	1.34	1.29	1.62	0.19	0.11	0.05	0.43	0.13	0.05	1.24	0.26	0.59
2003	2.34	3.41	0.98	0.13	0.05	0.37	0.06	0.17	0.06	0.12	0.16	0.11	0.66
2004	0.69	0.23	0.19	0.22	0.08	0.11	0.08	0.06	0.21	0.61	0.14	0.07	0.22
2005	0.36	0.35	0.22	0.41	0.00	0.22	0.03	0.20	0.11	0.11	0.24	0.12	0.20

Diseño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad

2006	1.30	1.16	2.51	0.18	0.04	0.28	0.04	0.50	0.10	0.02	0.88	0.10	0.59
2007	1.04	0.27	3.50	1.26	0.03	0.12	0.08	0.81	0.20	0.23	0.45	0.23	0.68
2008	5.28	0.46	0.45	0.66	0.04	1.20	0.02	0.61	0.10	0.07	2.45	0.24	0.96
2009	13.44	0.42	1.55	0.97	0.18	0.19	0.10	0.61	0.12	0.20	0.33	0.15	1.52
2010	1.00	2.22	0.85	0.37	0.54	0.19	0.00	0.28	1.35	0.03	0.13	0.03	0.58
2011	4.07	2.61	3.25	0.90	0.11	0.22	0.10	0.35	0.16	0.01	0.44	0.43	1.05
2012	1.70	1.02	0.51	0.42	0.18	0.36	0.03	0.72	0.15	0.17	0.94	0.62	0.57
2013	0.79	6.70	2.74	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.36	0.21	0.93
2014	0.70	0.86	4.78	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.53	0.32	0.82
2015	0.80	1.40	1.37	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	1.46	2.30	0.71
2016	0.48	2.50	3.86	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.14	0.13	0.71

**Fuente:** SENAMHI

### **III. Validación por parte del experto**



Gianmarco Palma Murga  
ING. AGRÍCOLA  
R. CIP. N° 210140

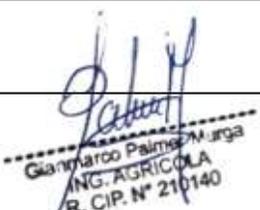
Diséño de la ciclovía costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco  
Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad

## Anexo N° 05 – Validez y confiabilidad de los instrumentos

Para Fichas de resumen de: Estudio Topográfico y Estudio de Mecánica de Suelos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
<b>Título de la investigación:</b>	Diseño de la ciclovia costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad			
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de Infraestructura Vial			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Luis Alberto Horna Araujo			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Independiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias:</b>				
<p>Firma del experto:</p>  <p>Luis Alberto Horna Araujo ING. CIVIL CIP. 24002</p>				

**Para Fichas de recolección de datos de: Estudio Hidrológico**

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de la investigación:</b>	Diseño de la ciclovia costanera ecoamigable, tramo comprendido entre el distrito de Víctor Larco Herrera y Huanchaquito, provincia de Trujillo, La Libertad			
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de Infraestructura Vial			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Gianmarco Palmer Murga			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Independiente			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias:</b>				
<b>Firma del experto:</b>		 Gianmarco Palmer Murga ING. AGRICOLA R. C.I.P. N° 210140		

**Anexo N° 06 – Fotos y documentos**

**Anexo N° 06.01 – Fotos**



**Foto N° 01 – Toma de puntos con GPS**

**Foto N° 02 – Identificación de Drenes**





**Foto N° 03 – Tramo de Ciclovía**

**Foto N° 04 – Inicio de Ciclovía**



**Foto N° 05 – Fin de Ciclovía**

## Anexos 06.02 – Documentos

### Documento N° 01 – Estudio de suelos “Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo – La Libertad”

#### Contenido de humedad

CALICATA: C - 1  
 UBICACIÓN: Mz 1 Lt 1 Los Rosales de San Luis - Distrito Víctor Larco Herrera, frente a la ferretería Caleb

PROFUNDIDAD: 2.00 m  
 MUESTRA: M1/M2

1	RECIPIENTE	Unidad	M-01	M-02
2	Peso de suelo humedo + tara	g	253.40	251.70
3	Peso de suelo seco + tara	g	248.24	246.35
4	Peso de agua (2) - (3)	g	5.16	5.35
5	Peso de tara	g	53.40	51.70
6	Peso de suelo seco (3) - (5)	g	194.84	194.65
7	Contenido de agua (4)/(6)*100	%	2.65	2.75
8	Contenido de humedad promedio (%)	%	2.70	

CALICATA: C - 2  
 UBICACIÓN: Mz I prima Lt 4, 5ta etapa Los Rosales de San Luis, Distrito Víctor Larco Herrera, al costado de La Andina chocolatería

PROFUNDIDAD: 2.00 m  
 MUESTRA: M1/M2

1	RECIPIENTE	Unidad	M-01	M-02
2	Peso de suelo humedo + tara	g	221.50	224.60
3	Peso de suelo seco + tara	g	217.10	220.05
4	Peso de agua (2) - (3)	g	4.40	4.55
5	Peso de tara	g	21.50	24.60
6	Peso de suelo seco (3) - (5)	g	195.60	195.45
7	Contenido de agua (4)/(6)*100	%	2.25	2.33
8	Contenido de humedad promedio (%)	%	2.29	

CALICATA: C - 3  
 UBICACIÓN: Av. Juan Pablo II S/N Vía de Evitamiento, Distrito Víctor Larco Herrera, al costado del campo deportivo La Ruta

PROFUNDIDAD: 2.00 m  
 MUESTRA: M1/M2

1	RECIPIENTE	Unidad	M1	M2
2	Peso de suelo humedo + tara	g	234.10	231.80
3	Peso de suelo seco + tara	g	226.09	225.17
4	Peso de agua (2) - (3)	g	8.01	6.63
5	Peso de tara	g	34.10	31.80
6	Peso de suelo seco (3) - (5)	g	191.99	193.37
7	Contenido de agua (4)/(6)*100	%	4.17	3.43
8	Contenido de humedad promedio (%)	%	3.80	

## Analisis granulométrico

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXION CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICENO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

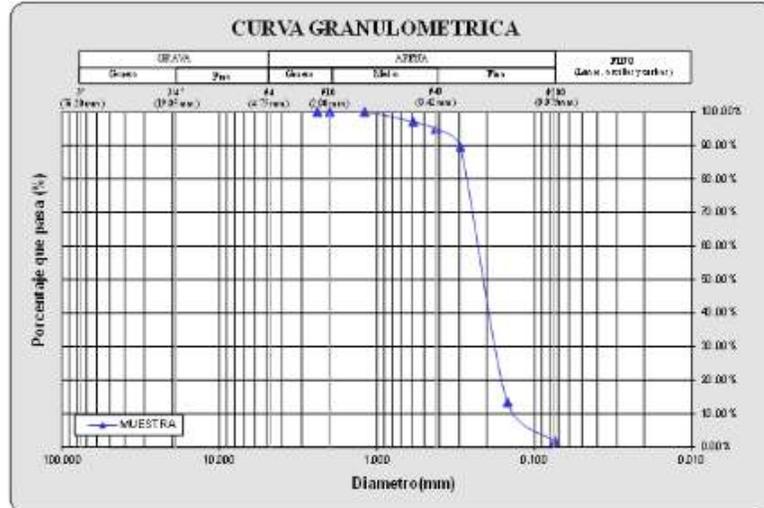
FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

Prof (m) : 2.00

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	-
CLASE DE SUELO:	ARENA UNIFORME	Muestra:	C - 1

### PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

ABERT. MALLA	Pulg/malla	mm	Peso				Especificaciones		OBSERVACIONES:
			Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Superior	Inferior	
			Peso Original (gr)				200.00		Tamaño Máximo: No 8
			Pérd. por lavado (gr)				3.86		
			Peso Tamizado (gr)				196.14		Límites de Consistencia: Límite Líquido: NP Límite Plástico: NP Límite de Contracción: NP Índice de Plasticidad: NP
									Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 0.00% % Arena (#4 a #200): 98.07% % Finos (Menor a #200): 1.93%
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Características Granulométricas: D <sub>60</sub> (mm): 0.24 D <sub>50</sub> (mm): 0.22 D <sub>30</sub> (mm): 0.18 D <sub>10</sub> (mm): 0.13 Cu: 1.85 Cc: 1.04	
No 10	2.000	0.02	0.01%	0.01%	99.99%				
No 16	1.191	0.08	0.04%	0.05%	99.96%				
No 30	0.595	5.75	2.88%	2.93%	97.08%				
No 40	0.420	4.57	2.29%	5.21%	94.79%				
No 50	0.296	10.55	5.28%	10.49%	89.52%				
No 100	0.149	151.88	75.94%	86.43%	13.58%				
No 200	0.075	23.29	11.65%	98.07%	1.93%				
Plato		3.86	1.93%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)			Clasificación: SUCS: SP AASHTO: A-3 ( 0 )
Sumatoria		200.00	100.00%			0.90			



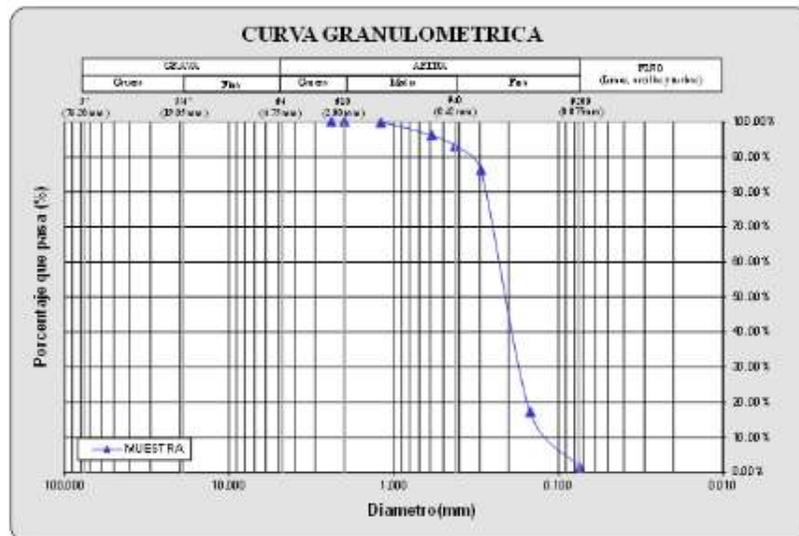
TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXION CON LA VIA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESISISTA: JAIME LENTING BRICENO TERRONES  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

Prof (m) : 2.00

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	-
CLASE DE SUELO:	ARENA UNIFORME	Muestra:	C - 2

### PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)	200.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:
	Pérd. por lavado (gr)				Límites		
Peso Tamizado (gr)	196.70				Superior	Inferior	Tamaño Máximo: No 6
ADERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%	Límites de Consistencia:
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Limite Líquido: NP
							Limite Plástico: NP
							Limite de Contracción: NP
							Índice de Plasticidad: NP
							Porcentaje en muestra:
							% Grava (3" a #4): 0.00%
							% Arena (#4 a #200): 98.35%
							% Finos (Menor a #200): 1.65%
							Características Granulométricas:
							D <sub>50</sub> (mm): 0.24
							D <sub>60</sub> (mm): 0.22
							D <sub>10</sub> (mm): 0.18
							D <sub>30</sub> (mm): 0.11
							Cu: 2.18
							Cc: 1.23
							Clasificación:
							SUCS: SP
							AASHTO: A-3 ( 0 )
Peso	3.30	1.65%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria	200.00	100.00%			0.90		



TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESISTA: JAIME LENING BRICENO TERRONES  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

Prof (m) : 2.00

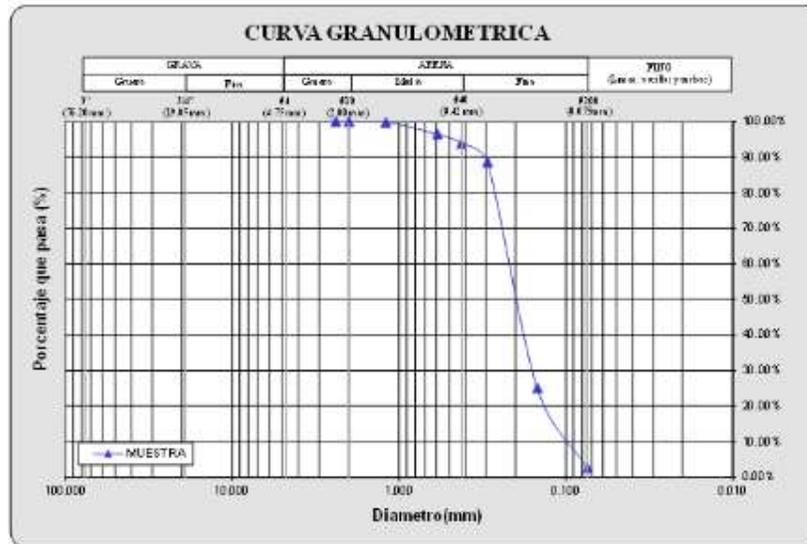
CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	-
CLASE DE SUELO:	ARENA UNIFORME	Muestra:	C-3

### PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

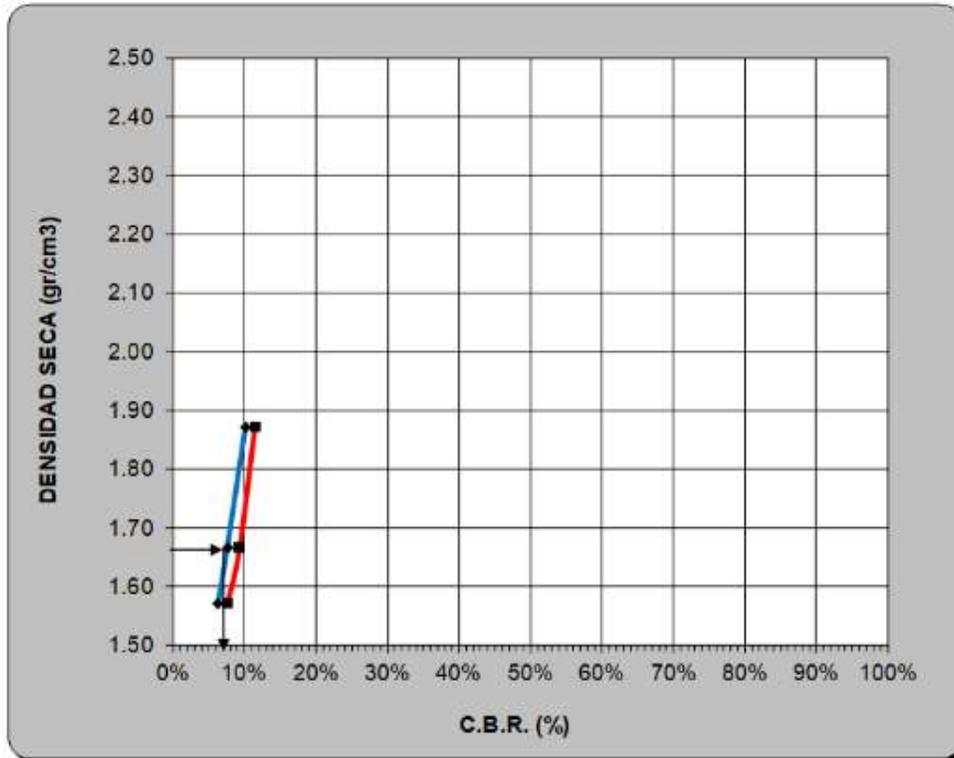
Peso Original (gr)		200.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		5.34				Límites	
Peso Tamizado (gr)		194.66				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret.	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
No 4	4.750						
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
No 10	2.000	0.07	0.04%	0.04%	99.97%		
No 16	1.191	0.13	0.07%	0.10%	99.90%		
No 30	0.595	6.72	3.38%	3.46%	96.54%		
No 40	0.420	5.25	2.63%	6.09%	93.92%		
No 50	0.296	10.55	5.28%	11.38%	88.64%		
No 100	0.149	128.88	63.44%	74.80%	25.20%		
No 200	0.075	45.06	22.53%	97.33%	2.67%		
Plato		5.34	2.67%	100.00%	0.00%		
Sumatoria		200.00	100.00%			0.80	Contenido de humedad (%)

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Tamaño Máximo:	No 8
Límites de Consistencia:	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	NP
Límite de Contracción:	NP
Índice de Plasticidad:	NP
<b>Porcentaje en muestra:</b>	
% Grava (3" a #4):	0.00%
% Arena (#4 a #200):	97.33%
% Finos (Menor a #200):	2.67%
<b>Características Granulométricas:</b>	
D <sub>10</sub> (mm):	0.23
D <sub>30</sub> (mm):	0.21
D <sub>50</sub> (mm):	0.16
D <sub>60</sub> (mm):	0.10
Cu:	2.30
Cc:	1.11
<b>Clasificación:</b>	
SUCS:	SP
AASHTO:	A-3 ( 0 )



### CURVA DENSIDAD SECA - CBR

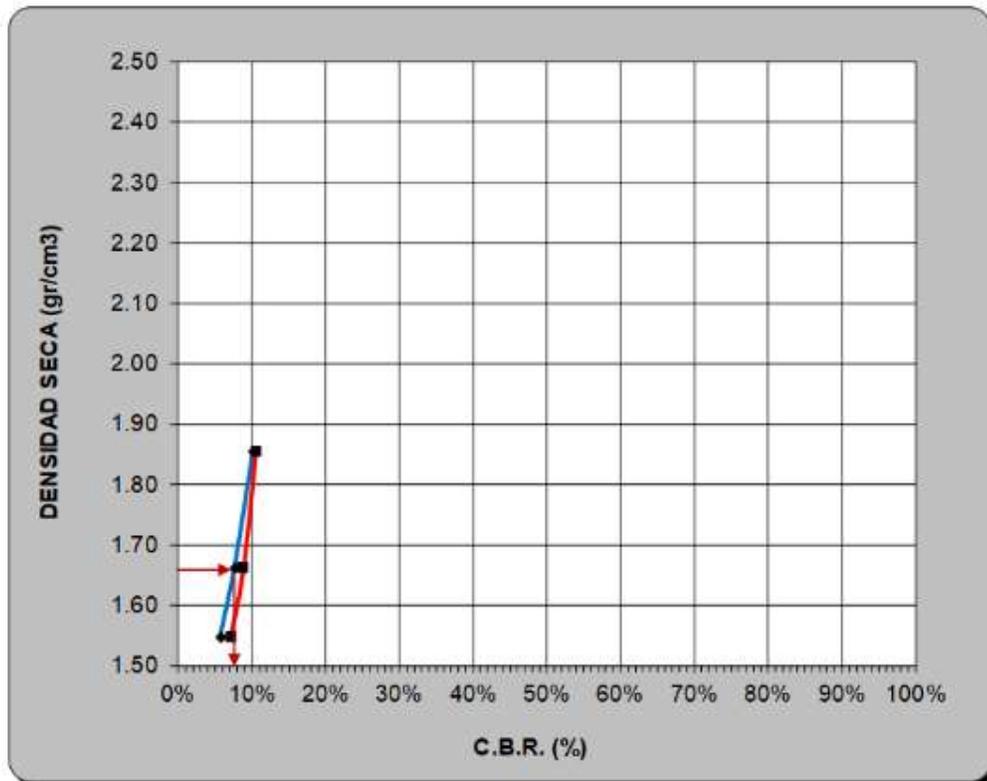


— 0.10"  
— 0.20"

**VALORES PROCTOR MODIFICADO:**  
 DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>): **1.76**  
 HUMEDAD OPTIMA (%): **11.00**

**95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>):**      **1.67**  
**C.B.R. (%):**    **8.00**

### CURVA DENSIDAD SECA - CBR



— 0.10"  
— 0.20"

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.74

HUMEDAD OPTIMA (%): 11.30

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.65

C.B.R. (%): 7.50



**Documento N° 02 – Estudio de cantera “Mejoramiento de la avenida Juan Pablo II y calles del sector de los Rosales de San Luis, distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad”**

**5.2.1. RESULTADOS**

A continuación se muestra una tabla con los resultados y los cálculos respectivos para determinar los coeficientes de curvatura y de uniformidad de la muestra en estudio.

*Tabla 4. Datos obtenidos del ensayo granulométrico*

TAMIZ	PESO RETENIDO (G)	% PESO RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
3"	0.000	0.00	0.00	100.00%	76.20
2"	0.000	0.00	0.00	100.00%	50.80
1 1/2 "	12.268	2.45	2.45	97.55%	38.10
1"	36.245	7.25	9.70	90.30%	25.40
3/4 "	41.636	8.33	18.03	81.97%	19.10
3/8"	68.773	13.76	31.79	68.21%	9.52
N° 4	50.929	10.19	41.97	58.03%	4.75
N° 8	38.476	7.70	49.67	50.33%	2.36
N° 16	47.119	9.42	59.09	40.91%	1.18
N° 30	50.372	10.07	69.17	30.83%	0.60
N° 50	53.717	10.74	79.91	20.09%	0.30
N° 100	70.632	14.13	94.04	5.96%	0.15
N° 200	20.521	4.10	98.14	1.86%	0.08
FONDO	9.293	1.86	100.00	0.00%	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>499.981</b>	<b>100.00</b>			

*Gráfico I. Curva Granulométrica*

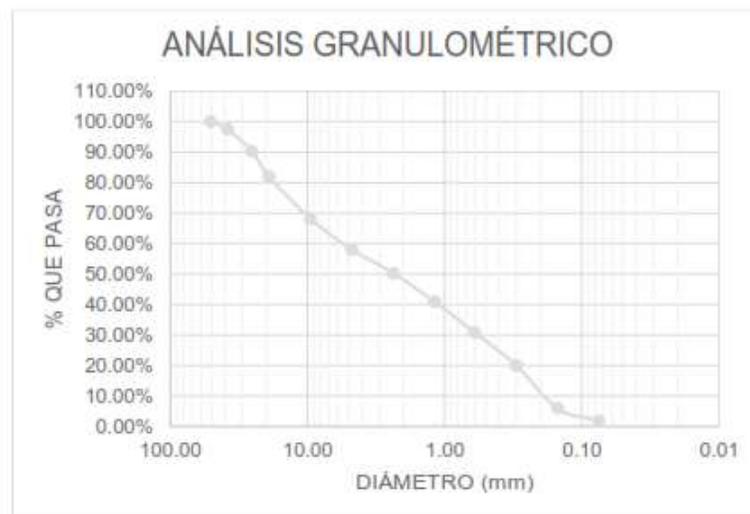
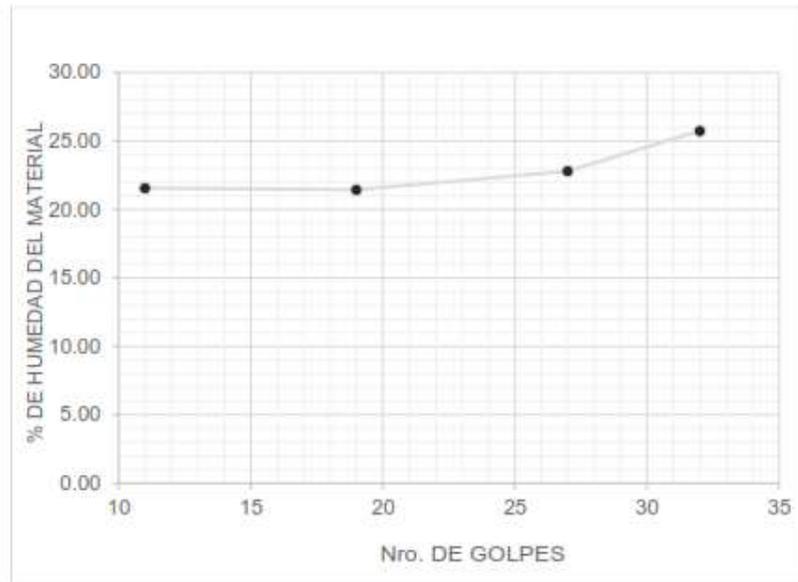


Tabla 5. Datos obtenidos del ensayo de Limite Liquido



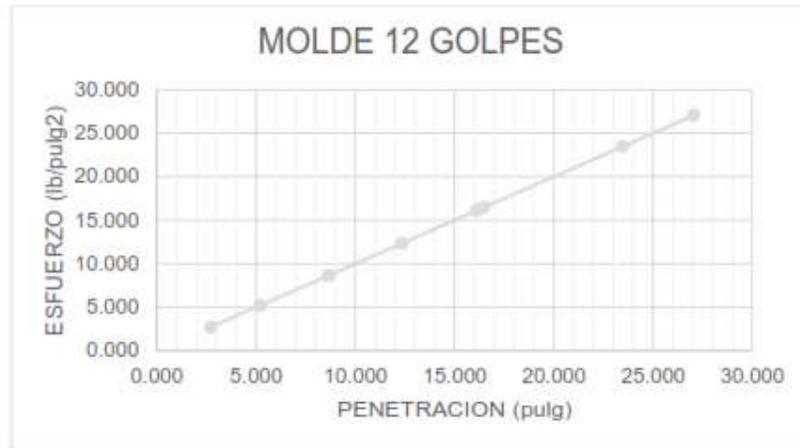
N° DE LATA	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + LATA (gr)	29.64	34.73	33.68	33.49
PESO DE SUELO SECO + LATA (gr)	28.21	33.57	31.81	31.51
PESO DE LATA (gr)	21.58	28.16	23.61	23.82
PESO DE SUELO SECO (gr)	6.63	5.41	8.2	7.69
PESO DE AGUA (gr)	1.43	1.16	1.87	1.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.57	21.44	22.80	25.75
N° DE GOLPES	11	19	27	32

Tabla 6. Obtención del Limite Liquido

$$\text{Limite Líquido} = 22.89\%$$

A continuación se muestra una tabla con los resultados obtenidos del ensayo de **Limite Plástico** para determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo.

Gráfico 4. Ensayo Carga-Penetración con 12 golpes



A continuación se muestra una tabla con los resultados finales.

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3)	1.938
C.B.R. (%)	85.5
100% DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3)	1.938
C.B.R. (%)	40.2

## **Anexo N° 06.03 – Planos**

### **Estudio Topográfico**

- PT-01
- PT-02
- PT-03
- PT-04

### **Estudio Hidrológico**

- H-01
- H-02
- H-03

### **Diseño Geométrico**

#### **-Planta y Perfil**

- DG-01
- DG-02
- DG-03
- DG-04
- DG-05
- DG-06
- DG-07
- DG-08
- DG-09

#### **-Secciones transversales**

- ST-01
- ST-02
- ST-03
- ST-04
- ST-05
- ST-06
- ST-07
- ST-08
- ST-09
- ST-10

- ST-11
- ST-12
- ST-13
- ST-14
- ST-15
- ST-16
- ST-17
- ST-18
- ST-19
- ST-20
- ST-21
- ST-22
- ST-23
- ST-24
- ST-25

**-Diseño de la Sección Transversal**

- ST-01

**-Señalización**

- SE-01
- SE-02
- SE-03
- SE-04
- SE-05
- SE-06