



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

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL
MÉTODO AASHTO 93 PARA MEJORAR LA
TRANSITABILIDAD EN EL CENTRO POBLADO RAMIRO
PRIALÉ, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ
PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR

**OSCAR ALDO GONZALES ACOSTA
DANNY MAYKOL MANAY BRIONES**

ASESOR

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

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



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL MÉTODO
AASHTO 93 PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL
CENTRO POBLADO RAMIRO PRIALÉ, DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA DE CHICLAYO -
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

GONZALES ACOSTA, OSCAR ALDO

MANAY BRIONES, DANNY MAYKOL

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a nuestro creador Jehová, por brindarme el vigor necesario para afrontar este desafío profesional. A mis padres, que son el motor y el soporte principal de mi vida. A mis hermanas, por su apoyo y comprensión, para el logro de mis objetivos.

Gonzales Acosta, Oscar.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por su infinito amor y bondad, a mis padres con su incondicional apoyo pues ellos fueron mi principal fuente de inspiración para dar por concluida este proyecto profesional; y, por último, agradezco el apoyo de mi esposa quien siempre creyó en mí y en ningún momento dejó de alentarme.

Manay Briones, Danny.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	1
1.2. Definición del problema	3
1.3. Formulación del problema	4
1.4. Objetivos	5
1.5. Justificación e Importancia de la investigación	5
1.6. Impacto potencial	6
1.7. Alcances y limitaciones	8
1.8. Viabilidad de la investigación	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes de la Investigación.	11
2.2. Bases teóricas	16
2.3. Definición de términos básicos	62
2.4. Formulación de la hipótesis	64

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	65
3.1. Diseño metodológico	65
3.2. Variables	67
3.3. Población y muestra	70
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	75
3.5. Procedimiento para la recolección de datos	77
CAPÍTULO IV. DESARROLLO	79
4.1. Ubicación del proyecto	79
4.2. Estudio de tráfico	80
4.3. Estudio topográfico	90
4.4. Estudio de mecánica de suelos	95
4.5 Cálculo de espesor del pavimento	128
CAPÍTULO V. RESULTADOS	131
5.1. Estudio de tráfico	131
5.2. Estudio topográfico	133
5.3. Estudio de suelos	137
5.4. Espesor de las capas del pavimento	139
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	141
6.1 Contrastación de Hipótesis	141
6.2. Comparación con los antecedentes	146
CONCLUSIONES	150
RECOMENDACIONES	151
FUENTES DE INFORMACIÓN	152
ANEXOS	156

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Carril de diseño	25
Tabla 2: ESAL Equivalent single axle load	26
Tabla 3: Factores de distribución direccional y de carril	26
Tabla 4: Factores de crecimiento acumulado (Fca)	28
Tabla 5: Juego de tamices	35
Tabla 6: Clasificación de suelos - método AASHTO	38
Tabla 7: Sistema unificado de clasificación; símbolo de grupo para suelos arenosos	42
Tabla 8: Sistema unificado; símbolo de grupo para suelos limosos y arcillosos	43
Tabla 9: Niveles de confiabilidad para las diferentes carreteras	53
Tabla 10: Calidad de drenaje de base y sub base	55
Tabla 11: Valores de “mi” recomendados	55
Tabla 12: Operacionalización - Variable independiente	68
Tabla 13: Operacionalización - Variable dependiente	69
Tabla 14: Vías que conforman la muestra.	72
Tabla 15: Conteo vehicular	82
Tabla 16: Índice diario semanal	84
Tabla 17: Índice diario anual	86
Tabla 18: Población futura de vehículos	88
Tabla 19: Población futura de vehículos.	89
Tabla 20: Puntos de la estación topográfica.	94
Tabla 21: Valores del contenido de humedad	99

Tabla 22: Valores del Límite Líquido	102
Tabla 23: Valores del Límite plástico	104
Tabla 24: Valores del Índice de plasticidad	105
Tabla 25: Valores del análisis granulométrico	108
Tabla 26: Valores de la clasificación de suelos	113
Tabla 27: Valores del contenido de humedad	114
Tabla 28: Valores del límite líquido	115
Tabla 29: Valores del límite plástico	116
Tabla 30: Valores del índice de plasticidad	116
Tabla 31: Valores del análisis granulométrico	117
Tabla 32: Clasificación del suelo	121
Tabla 33: Valores del ensayo de sales	122
Tabla 34: Valores del ensayo de Proctor modificado	124
Tabla 35: Valores del ensayo de CBR	127
Tabla 36: Nivel de confiabilidad	129
Tabla 37: Desviación estándar (Zr)	129
Tabla 38: Índices de Serviciabilidad (PSI)	130
Tabla 39: Número Estructural Requerido (SNR)	130
Tabla 40: Cálculo del ESAL de diseño	132
Tabla 41: Resumen de los estudios realizados en las 14 calicatas.	138
Tabla 42: Tabla de resumen para la obtención del SNR	139
Tabla 43: Resultado de espesores del pavimento	140
Tabla 44: Discusión de Hipótesis General	142
Tabla 45: Discusión de la hipótesis específica de estudio de tráfico	143
Tabla 46: Discusión de la hipótesis específica del estudio topográfico.	144
Tabla 47: Discusión de la hipótesis específica del estudio de suelos.	145
Tabla 48: Discusión de la hipótesis específica del cálculo de espesores.	146
Tabla 49: Comparación de las investigaciones realizadas Guayas y Chiclayo	147
Tabla 50: Comparación de las investigaciones realizadas en Andahuaylas y Chiclayo.	149

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Red vial nacional pavimentada, hasta el año 2018 (publicado en 2019).	2
Figura 2. Tabla de pesos y medidas de buses.	19
Figura 3. Tabla de pesos y medidas de camiones.	20
Figura 4. Tabla de pesos y medidas de camiones de carga pesada y semitrailers.	21
Figura 5. Tabla de pesos y medidas camión remolque menor o igual a 4 ejes.	22
Figura 6. Tabla de pesos y medidas, camión remolque mayor o igual a 5 ejes.	23
Figura 7. Tablas de pesos y medidas, tráiler y camión remolque de más de 5 ejes.	24
Figura 8: Carril de diseño	25
Figura 9. Carta de plasticidad SUCS	43
Figura 10. Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS	44
Figura 11. Equipo del CBR	49
Figura 12. Gráfica para hallar a_1	57
Figura 13: Variación del coeficiente de capa de base granular, a_2 , con parámetros diferentes	58
Figura 14: Variación del coeficiente de capa sub base granular, a_3	59
Figura 15: Nomograma de diseño para pavimentos flexibles usando valores medios para cada dato.	60
Figura 16: Plano Catastral del Pueblo Joven Ramiro Prialé	71
Figura 17. Gráfica del total de Pasajes, Calles y avenidas que conforman la muestra.	73
Figura 18. Plano catastral del Pueblo Joven Ramiro Prialé con sus límites	80
Figura 19. Levantamiento topográfico con estación total	91

Figura 20. Extracción de muestras alteradas	96
Figura 21. Calicata número 07	96
Figura 22. Pesado de las muestras	98
Figura 23. Colocación de agua destilada a la muestra	101
Figura 24. Colocación de la muestra en la copa de Casagrande	101
Figura 25. División de la muestra	102
Figura 26. Obtención de un diámetro hasta un 1/8"	103
Figura 27. Colocación de la muestra al horno	104
Figura 28. Lavado de la muestra por el tamiz N° 200	106
Figura 29. Tamizado de la muestra	106
Figura 30. Fórmula para determinar el ESAL	128
Figura 31. Conteo vehicular por día	131
Figura 32. Levantamiento topográfico del centro poblado Ramiro Prialé	134
Figura 33. Perfil del eje de la A.V. Perú	135
Figura 34. Secciones transversales de la A.V. Perú	136
Figura 35. Capas del diseño de pavimento	139

RESUMEN

En el departamento de Lambayeque, la infraestructura vial cuenta con tres niveles: la red vial nacional, la departamental y la vecinal. El mapa estadístico de la infraestructura de transporte de la plataforma digital del Estado Peruano, publicado en noviembre del 2019, identifica que a nivel vecinal existen 2056.6 Km de vía y solo el 27.6 Km están pavimentadas, lo cual demuestra el poco avance en el desarrollo de una infraestructura vial. En esta investigación, se promueve la elaboración de un diseño de pavimento flexible, destinado al Centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz, conforme a las necesidades de su población. Como metodología se utilizó AASHTO 93 y se realizaron investigaciones, a fin de mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, distrito de JLO –provincia de Chiclayo, Lambayeque. El propósito de la investigación incluye el estudio del tráfico, del terreno, la investigación del suelo y el cálculo del espesor de las diferentes capas, utilizadas para formar un pavimento flexible. Se obtuvo como resultado, un ESAL de 16 624 751 KN, producto del estudio de tráfico; con una topografía llana, un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena y un espesor de pavimento de 102 cm. Asimismo, el diseño del pavimento flexible, así como los equipos y programas de acuerdo con las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Palabras clave: Método AASHTO 93, pavimento flexible, infraestructura vial.

ABSTRACT

In Lambayeque department (or region), the road infrastructure has three levels: the national road network, the departmental one and the neighborhood network. The statistical map of the transport infrastructure of the digital platform of the Peruvian State, published in November 2019, identifies that there are 2,056.6 km of road at the neighborhood level, and only 27.6 km are paved, which shows little progress in the development of a road infrastructure. This research promotes a flexible pavement design development, assigned to Ramiro Prialé Town, José Leonardo Ortiz district, according to the needs of its population. AASHTO 93 was used as methodology, and investigations were carried out following what was established by the design standards. A flexible pavement is designed applying the AASHTO 93 method to improve the walkability of Ramiro Prialé Town, district of JLO - Province of Chiclayo, Lambayeque. The research purpose includes the study of traffic, of the terrain, the investigation of the soil and the calculation of the thickness of the different layers used to form a flexible pavement. As a result, an ESAL of 16 624 751 KN, product of the traffic study, with a flat topography, a clayey and sandy soil with low plasticity and a pavement thickness of 102 cm. Finally, it is suggested to investigate the methods used to carry out a flexible pavement design, complying with the standards established by the Ministry of Transportation and Communications, as well as the equipment and programs that are used.

Keywords: AASHTO 93 method, flexible pavement, road infrastructure.

INTRODUCCIÓN

El hombre con la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, se vio en la necesidad de elaborar caminos. En nuestro país la civilización incaica o civilización quechua, creó un sistema de caminos que permitían la comunicación entre los puntos más importantes de nuestras tres regiones; que se denominaba a esta red como “Qhapaq Ñan”.

Esta tesis promueve la utilización del método AASHTO 93, para el diseño de un pavimento flexible, teniendo en cuenta las especificaciones y requerimiento de la buena calidad de los materiales e instrumentos necesario para su desarrollo. Por tal motivo un buen pavimento debe ser diseñado y estructurado de tal manera que cada componente o material utilizado, no generen deformaciones permanentes excesivas por las cargas impuestas por el tráfico.

La problemática que se presenta en el proyecto es la falta de una infraestructura vial, lo que afecta la transitabilidad, por lo que se ve necesario un diseño de pavimento que cumpla con los factores que influyen en su vida útil de servicio; por tal razón,

Se justifica la elaboración del diseño de pavimento flexible aplicando la metodología AASHTO 93, en el centro poblado Ramiro Priale, ya que ayudara a mejorar la calidad de vida de 2703 personas que habitan dicho lugar, permitiendo mejorar la circulación peatonal y vehicular.

Además, es necesario mencionar que el objetivo de esta investigación es diseñar el Pavimento Flexible aplicando el método AASHTO 93, para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo; mediante la elaboración de estudios como el estudio de tráfico, topográfico, estudio de suelos y hallar los espesores a utilizarse en las capas que conforman el pavimento flexible.

Del mismo modo, se plantea como hipótesis el diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, permite mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.

Por otra parte, el proyecto presento como limitaciones las siguientes: En consecuencia, a la situación actual, producto de la pandemia ocasionado por el Covid 19, no se pudo concluir con los ensayos de laboratorio que se venían realizando en la universidad San Martín de Porres Filial Norte, para el desarrollo del estudio de suelos, por lo que se concluyó los estudios en un laboratorio particular INCELL.

Para realizar el desarrollo del trabajo de investigación se aplicaron encuestas a profesionales en el ámbito de Ingeniería y luego otra encuesta a 93 personas del lugar de estudio.

La importancia de la investigación se basa en una mejora en el desarrollo de la población ya sea social como económico, y esto se obtendrá al tener un acceso más fácil del tránsito peatonal como vehicular al centro poblado.

La estructura del estudio está conformada por seis (6) capítulos. En el primero, se puntualiza la situación problemática, definición, formulación, objetivos, justificación e importancia, impacto, alcances y limitaciones, y la viabilidad del estudio. En el segundo, se explica el marco teórico, el cual incluye precedentes internacionales y nacionales, fundamentos teóricos, definición de términos e hipótesis de investigación. En el tercero, se establece la metodología, diseño de la metodología, variables, población y muestra, técnicas e instrumentos

de recopilación de datos y procedimiento. En el cuarto, se explica el desarrollo, ubicación del proyecto, procedimientos de los estudios de tráfico, topográfico, de suelos y el cálculo del espesor del pavimento. En el quinto, muestran los resultados obtenidos durante toda la investigación, además del análisis de datos. Y en el sexto capítulo, se expone la discusión de resultados, contrastación de hipótesis y comparación con los antecedentes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

En nuestro país en vías de desarrollo, es de suma importancia contar con vías pavimentadas que proporcionan el desarrollo de ciudades y de la población. El pavimento tiene una estructura de forma especial compuesta por diversos materiales, que reciben directamente cargas generadas por personas y vehículos que transitan; cuya función es de servir de apoyo para el traslado de un lugar a otro de forma segura, rápida y cómoda.

En pleno siglo XXI, encontramos que, en el Perú, existe una deficiencia en el desarrollo de una infraestructura vial en ciudades, distritos o centros poblados.

Tal como se aprecia en la figura N°1 no hay un incremento en el crecimiento en las redes viales departamentales y vecinales, lo que indica la carencia de la infraestructura vial que existe en el Perú.

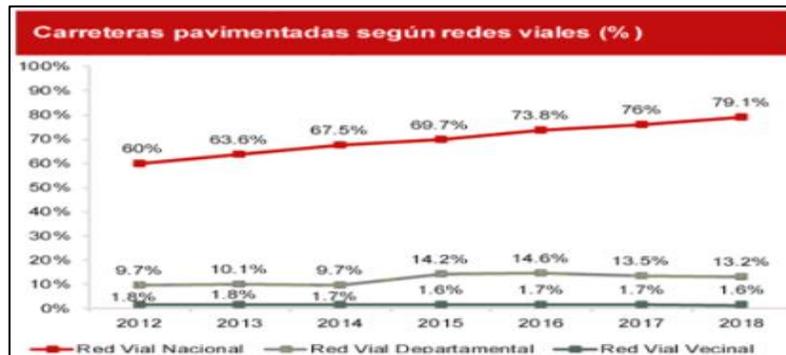


Figura 1. Red vial nacional pavimentada, hasta el año 2018 (publicado en 2019).

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones. Citado por Comex Perú.

En Chiclayo presenta el mismo problema, tal es el caso del centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz, que carece de una infraestructura vial, que tolere el desarrollo de las personas que radican en dicho lugar, ocasionando un malestar a la hora de trasladarse las personas y vehículos.

Para diseñar los pavimentos flexibles, existen diferentes metodologías, siendo una de las más empleadas el método AASHTO 93, este método servirá en el diseño del pavimento flexible para el centro poblado Ramiro Prialé, permitirá mitigar el problema, permitiendo a los pobladores que comercialicen sus productos, y lleve a una mejor transitabilidad para un bien general de la población. En la actualidad, las calles del centro poblado Ramiro Prialé son de tierra en malas condiciones y de forma irregular, presentando problemas como charcos de agua, baches, entre otros. Se encuentra en la zona un alto índice de contaminación en la salud, debido a las partículas de polvo y lodos en las diferentes estaciones climáticas, causan enfermedades respiratorias, accidentes peatonales, en muchos casos con graves consecuencias, principalmente en los niños, en lo económico, por la presencia

de polvo y lodo daña el patrimonio público y privado de sus bienes, incrementando los costos de conservación de los mismos.

El contar con una infraestructura vial permite un mejor acceso al centro poblado, lo que genera un menor costo en transporte, disminuye de forma significativa la polvareda, aminora el tiempo de transporte de vehículos y peatones, aumenta la seguridad de transitar, como también se mejora el ornato y la imagen del centro poblado. Si el diseño del pavimento no llega a elaborarse en el centro poblado, se causará daños nocivos para los habitantes.

1.2 Definición del problema

En la actualidad, debido a consideraciones de desarrollo económico y social, el centro densamente poblado de Ramiro Prialé en el área de José Leonardo Ortiz no puede proporcionar condiciones de tráfico suficientes y adecuadas para los peatones, lo cual genera que no exista un crecimiento del tráfico y flujo de personas, por lo que es necesario realizar una investigación de diseño de pavimento flexible.

Para obtener una adecuada investigación sobre el diseño del pavimento, se debe realizar una investigación del suelo para que el diseño del pavimento sea eficaz y evitar problemas durante su uso; y reducir en gran medida molestias durante la vida útil de la acera o pavimento.

El área de investigación a estudiar es el Centro Poblado Ramiro Prialé, donde actualmente existen redes de agua y saneamiento, servicios de electricidad, telefonía y medios de comunicación, se puede considerar que existen problemas que perjudican el tráfico rodado, por ejemplo: malas condiciones de infraestructura, lo que provoca que conductores y peatones perciban cierta sensación de malestar e inseguridad.

El estudio de diseño de pavimentos se realizará a través del método AASHTO 93, que cumple con los requisitos de una

determinada vía, diseño geométrico y tráfico de vehículos y peatones, que serán el tema de este trabajo.

El trabajo de investigación busca elaborar un diseño de pavimento flexible, empleando una metodología que se emplea en el Perú, como es el método AASHTO 93.

1.3 Formulación del problema

La formulación del problema está compuesta por el problema principal y los problemas específicos que lo complementan, los cuales son:

1.3.1 Problema principal:

¿Cómo el diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, influirá en la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque?

1.3.2 Problemas específicos:

- ¿Cómo influye el estudio de tráfico aplicando el método AASHTO 93 en la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz?
- ¿Cómo influye el estudio topográfico en el diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, en el centro poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz?
- ¿De qué manera el estudio de suelos aplicando el método AASHTO 93 mejorara la transitabilidad del Centro Poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz?
- ¿Cómo determinar el espesor del pavimento flexible aplicando la metodología AASHTO 93, para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo principal:

Diseñar el pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, Distrito de José Leonardo Ortiz – Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Elaborar el estudio de tráfico para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz.
- Elaborar el estudio de topográfico para el diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 en el centro poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz.
- Elaborar el estudio de suelos del centro poblado Ramiro Prialé, para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz.
- Determinar los espesores a utilizar para las diferentes capas que componen el pavimento flexible, para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé- Distrito de José Leonardo Ortiz.

1.5 Justificación e Importancia de la investigación

1.5.1 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene una justificación social, debido de que nace de la necesidad de la población de 2703 personas, que habita en el centro poblado Ramiro Prialé, debido que en la actualidad sus calles no cuentan con pistas asfaltadas, por lo que genera un malestar a sus habitantes a causa del polvo, la acción del viento y el tránsito.

Es de suma importancia un diseño de pavimento flexible que permita un mejor tránsito peatonal y vehicular. Generando en la población un bienestar en la salud, en la moral y de comodidad. Por lo tanto, se va a realizar un estudio de suelos, un estudio topográfico, un estudio de tráfico y un diseño de pavimento flexible, utilizando el método Aashto 93.

En cuanto a, la investigación proporcionara información necesaria a la entidad encargada para una futura realización de un proyecto de pavimentación. Con el fin de brindar una mejor accesibilidad y movilidad en dicha zona.

1.5.2 Importancia de la Investigación

Este proyecto de tesis ayudará a la población a desarrollarse social y económicamente, permitiendo facilitar el tránsito de vehículos, peatones y contar con acceso a las instituciones que son colindantes, proporcionando de tal forma seguridad. Además, permite estimular no sólo la economía sino también el desarrollo de centros comerciales, integrando los centros de producción con aquellos principales mercados de abastecimiento, posibilitando así la comercialización tanto interna como externa.

Este proyecto de tesis permite que la entidad responsable se enfoque en la elaboración del expediente técnico final para que el proyecto pueda ejecutarse posteriormente y beneficie a los habitantes del centro poblado Ramiro Prialé del distrito de José Leonardo Ortiz.

1.6 Impacto potencial

1.6.1 Impacto teórico

La presente investigación realiza el diseño de pavimento flexible en busca de mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, con propósitos de elaboración de su expediente técnico para una futura construcción por parte del órgano competente.

Este estudio proporcionará información a través de trabajos de reconocimiento de campo y pruebas de laboratorios para determinar el perfil estratigráfico del área de estudio y precisar los parámetros de resistencia, a fin de brindar las propiedades mecánicas y físicas del suelo subterráneo; así como las recomendaciones operativas necesarias durante la vida del proyecto.

Según el MTC (2018) el pavimento flexible puede aumentar el valor de soporte, mejorando así el desempeño de la estructura de pavimento, permitiendo así el drenaje de la sub-base.

De igual manera, el método Guía Aashto 93 para pavimentos flexibles, que se utiliza comúnmente en el diseño de pavimentos de Perú, es el mismo en otros países del mundo, unifica las normas para el diseño de pavimentos flexibles y ayuda a mejorar el tráfico de peatones y vehículos de dicho centro poblado.

1.6.2 Impacto práctico

La presente investigación beneficiará directamente a los habitantes del centro poblado ramiro Prialé, mejorando su calidad de vida, en el aspecto de un adecuado traslado vehicular y peatonal, pudiendo desplazarse de manera rápida y segura a sus destinos.

El trabajo de investigación presente, se elaboró para mostrar el verdadero impacto que tiene el diseño del pavimento flexible en la mejora de la transitabilidad peatonal y vehicular del centro poblado Ramiro Prialé, para determinar quiénes son los beneficiados. Esto será útil, pues con el pavimento flexible diseñado con el método Aashto 93 en la zona de José Leonardo Ortiz, dicho centro densamente poblado nunca antes había tenido pavimento, pero en aras de una mejora se requiere de una vía de acceso bien

diseñada; esto reducirá el costo del pasaje, reducirá el polvo suspendido en el aire alrededor de la carretera, ahorrará tiempo a los peatones o usuarios del transporte, y mejorará el nivel de seguridad de los peatones durante el trayecto, porque la acera pavimentada contará con una berma, que eleva el precio de los predios en la ciudad, permitiendo una mejora en la calidad de vida de los residentes en la zona de estudio.

1.7 Alcances y limitaciones

1.7.1 Alcance

El alcance de esta tesis es utilizar el método AASHTO para diseñar pavimentos flexibles, evaluar parámetros de diseño y variables generadas en el proceso de diseño de pavimentos flexibles, con el fin de sentar las bases de la teoría y la práctica.

Esta investigación también intenta producir en tener un conocimiento más amplio sobre esta normativa, pues en nuestro país, Aashto 93 se ha utilizado en el diseño de pavimentos flexibles durante muchos años, por lo que es necesario resolver y desarrollar nuevos métodos alternativos de la tendencia actual de pavimentos flexibles según sea necesario.

En el desarrollo de la investigación, tenemos lo siguiente:

- A. Elaborar el estudio de tráfico.
- B. Elaborar un levantamiento topográfico de las calles en estudio en el centro poblado Ramiro Prialé.
- C. Realizar investigación en mecánica de suelos, para identificar las características físicas, químicas y estratégicas del suelo del centro poblado Ramiro Prialé.
- D. De acuerdo con la normativa vigente, diseñar cuidadosamente el diseño geométrico de la calle.

1.7.2 Limitaciones

Debido a la crisis sanitaria, se presenta una limitación de acceso de información, al realizar nuestra encuesta a los habitantes de la zona de estudio.

En consecuencia, de la situación actual de la pandemia generada por el Covid 19, no se dispondrá del laboratorio de la universidad San Martín de Porres, para el desarrollo del estudio de suelos, por lo que se realizó algunos estudios de suelos de las muestras que aún no han sido trabajadas a un laboratorio particular INCELL.

Este trabajo se basará solo en el diseño del pavimento flexible haciendo uso de la metodología Aashto 93.

1.8 Viabilidad de la investigación

1.8.1 Viabilidad técnica

Para realizar nuestros estudios se dispuso de un Laboratorio particular, donde se elaboraron los ensayos ya antes mencionados, que se han requerido para el logro y objetivo principal de nuestra investigación.

1.8.2 Viabilidad operativa

Se pudo contar con la capacidad de ejecutar las pruebas de laboratorio, el levantamiento topográfico, la obtención de materiales y equipos que fueron necesarios para el desarrollo de la investigación.

1.8.3 Viabilidad económica

Los tesisistas contaron con el recurso económico que permita realizar la presente tesis, así como el tiempo necesario para la

elaboración de los distintos ensayos de laboratorio y el diseño mismo del pavimento flexible.

1.8.4 Viabilidad social

Se contó con el apoyo de los pobladores de dicho centro poblado y los permisos del municipio de José Leonardo Ortiz; para realizar los estudios pertinentes.

Al ejecutar el diseño de pavimento flexible en el centro poblado se logrará ayudar a tener una mejor circulación tanto vehicular como peatonal de los habitantes de la zona estudiada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.

2.1.1 Ámbito internacional

Amaya, Betancour, & Zorro (2019) en su tesis *“Análisis del desempeño mecánico de las mezclas asfálticas tipo Stone Mastic (SMA) para aplicación como capa de rodadura en pavimentos de alto volumen de tránsito en Colombia”*, universidad Católica de Colombia; su objetivo fue analizar el desempeño mecánico de las mezclas aplicando como metodología a dicho diseño de fabricación y colocación de las diversas capas de rodadura en caliente (AAMAC PA -CR 04/2015) y aplicar otras especificaciones de tipo internacionales como AASHTO M 325-08, NCHRP 9-8 , el Federal Highway Administration (FHWA). Entre los resultados se obtuvo que el SMA cuenta con un espesor de 5cm de tipo B, mientras que al analizar el diseño Marshall dio como resultado 7.1% de mezcla, la resistencia a la deformación plástica posee un intervalo de 105 a 120 minutos, la susceptibilidad a los daños ocasionados por el agua resulta ser baja, esto se debe a que ostenta un T.S.R de 83.9% el cual logra cumplir con las especificaciones que son instituidas por AAMAC PA-CR 04/2015

(min 80%). La conclusión que dejó la investigación fue que teniendo como base los buenos resultados en el desempeño mecánico de dichas mezclas tipo SMA las cuales se producen a escala tanto industrial como de laboratorio, se comprueba que resultan ser adecuadas para su aplicación como carpeta de rodadura en pavimentos que presenten un volumen de tránsito alto.

Chacasaguay (2015) realizó un estudio sobre *“Rehabilitación del camino vecinal El Tejar – San Lorenzo ubicado en la Provincia de Bolívar”*, universidad Central de Ecuador; con el propósito de diseñar la rehabilitación para lograr una acción de mejora en la calidad de vida de los pobladores de dicha área. Los resultados fueron: el material de la subrasante posee una humedad del 90% de la densidad considerada como máxima de Proctor y el CBR medido a un 90% de compactación se logra obtener un espesor de 81.4cm en términos de totales, el NE (Número estructural) aplicando Aashto resulta ser de 3.61 cm, haciendo uso de la capa de la sub-base 3 de acuerdo a lo que está especificado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, la base granular es de tipo 2 y la carpeta asfáltica poseerá un tamaño de ½” como máximo y por ende, se debe diseñar con material procesado; llegando a concluir que dicho proyecto resulta ser viable para lograr dicha rehabilitación por medio de la construcción, beneficiando así a los pobladores de la zona en estudio.

Fontalba (2015) en el estudio *“Diseño de pavimento alternativo para la avenida circunvalación, Guacamayo Etapa 1”*, universidad Austral de Chile; tuvo como principal objetivo optar por construir un pavimento flexible en la vía de acuerdo a la demanda del tráfico. La población estuvo conformada por 196 habitantes y una densidad de 8.61 hab/ha., y además se utilizaron como parte de la metodología el método Aashto 93 y Dispay-5. Como resultados se obtuvo que el espesor de una capa por medio del método Dispay-5 fue de 43cm mientras que con el método Aashto resultó ser de 37cm, con una clara diferencia que se presenta a nivel granular con un $\Delta = 6$ cm, un CBR en la sub-rasante de 13%, una sub-base y base de 40% y 80% respectivamente. La investigación concluye que los resultados que se obtuvieron por medio de ambos

métodos resultan ser válidos y a su vez viables; por ende, pueden ser tomados en cuenta para la solución de caminos nuevos, por otro lado, haciendo uso del método Dispay se necesita de la utilización de más insumos para su ejecución, mientras que el método Aashto 93 resulta ser mucho más simple y sobre todo más rápido en su ejecución, facilitando así el trabajo que realiza el proyectista.

Sánchez (2016) en su estudio "*Diseño de pavimentos flexible con método Aashto 93 en vía Valle de la Virgen en Pedro Carbo*", Universidad de Guayaquil, Ecuador, cuyo objetivo es asegurar la viabilidad y eficiencia de la carretera utilizando el método Aashto 93, dicho trabajo ayuda a realizar la materialización y diseño de pavimento flexible para optimizar las condiciones de trabajo de las carreteras relacionadas, el método es un enfoque descriptivo y cuantitativo; el resultado es un espesor de material de 49,50 cm (Asfalto 7.5 cm; Base 12 cm; sub-base 30 cm), CBR es 14% lo que demuestra que el proyecto es muy importante para los residentes de la sector estudiado, se beneficiarán de la construcción de carreteras, lo que llevó a la solución lograr el abastecimiento de productos agrícolas al centro de la ciudad.

Tenesaca (2016) en su tesis "*Evaluación y plan de mejoramiento de la seguridad vial en la carretera Calpi – San Juan, Ecuador*", universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador; tiene como finalidad la realización de una evaluación sobre la seguridad vial por medio de un plan de mejora en dicha carretera de estudio con el propósito de reducir la cantidad de accidentes de tráfico. La población estuvo compuesta por la longitud de toda la carretera Calpi que asciende a 42 kilómetros, mientras que como parte de la muestra sólo se tomó de 2 kilómetros. Como los resultados obtenidos se pudo concluir que en los 42 km existe un 59% de seguridad de tipo regular con la realización de actividades de mantenimiento y una revisión constante de los puntos considerados como críticos para evitar accidentes y un 41% de inseguridad en dicha vía, lo cual permite recabar información necesaria sobre seguridad vial, además de una propuesta de señalización, ya que resulta

fundamental el diseño a fin de evitar accidentes y lograr un mejor traslado de los habitantes.

2.1.2 Ámbito nacional

Arévalo & Chávez (2015) en su tesis titulada *“Diseño de pavimento en la Urbanización Santa María Distrito de José Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque”*, universidad nacional Pedro Ruiz Gallo; tiene por objetivo la realización de un diseño de pavimento en la zona seleccionada con el fin de proponer condiciones adecuadas de transitabilidad. La investigación fue de tipo descriptiva – no experimental, además para el diseño del pavimento se utilizó metodologías con alto reconocimiento a nivel internacional como es AASHTO 93. Los resultados obtenidos fueron que dicha zona presenta tipo de suelos como son: CL, SC y SM los cuales presentaron como espesores o siguiente: Sub base granular de 10”, carpeta de rodadura 2” para las calles, mientras que para las avenidas la carpeta de rodadura fue de 3”. Se logró concluir que la calidad de aire posee una importancia absoluta que asciende a 884, y una relativa de 124.8, mientras que el uso del suelo posee una importancia absoluta de 754 y una relativa de 124.19 y, por último, el factor ambiental de tipo positivo tiene una importancia absoluta y relativa de 598 y 77.39 respectivamente.

Chuna (2019) en su investigación *“Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad usando el Método AASHTO 93 en la Urbanización Santa Rosa Ventanilla”*, desarrollada en la universidad César Vallejo; tenía como objetivo el planteamiento de dicho diseño de infraestructura vial el cual permitiera el mejoramiento de la transitabilidad en la urbanización considerada para el estudio, haciendo uso del método Aashto 93. La población estuvo conformada por los 300 metros del tramo considerado a ser pavimentado y 150 metros lineales; los resultados fueron: el índice diario semanal equivale a 219 veh/día, mientras que el medio anual es de 226veh/día, el ESAL resultó ser de 2,959,712.74, mientras que haciendo uso del Aashto 93 se pudo determinar

los espesores del pavimento flexible los cuales tenían una capa asfáltica de 3.5” además de una base granular y sub base granular de 6” y 4” respectivamente. La investigación permitió concluir que existe la presencia de un suelo granular con un CBR de 57.20%, mientras que el tránsito en dicha zona es bajo por lo que se considera un tránsito ligero.

Macha (2019) en su tesis *“Aplicación de metodología Aashto 93 en el diseño de pavimento flexible para optimizar la transitabilidad vehicular en la carretera Talavera – Andahuaylas”*, universidad nacional Federico Villareal; tuvo como objetivo diseñar el pavimento flexible en esta área, ejecutando un análisis de aquellos parámetros importantes que se encuentran estipulados por el método Aashto 93. El resultado fue: Excepto por el eje equivalente ESAL de 7,867,970; el índice promedio diario (IMD) es de 467 vehículos / día, y la capa de asfalto con un espesor de 7 pulgadas tiene un CBR de 7.2%. Los investigadores lograron concluir que la estructura final del pavimento está formada por sub-rasante, suelo natural compactado y formado, 37,50 cm de corte (compactado al 95% de CBR) y 30 cm de espesor, y carpeta de 3 pulgadas de concreto asfáltico grueso y caliente.

Terrones (2018) en su tesis *“Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método Aashto 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas – Piura”*, universidad César Vallejo; tuvo por objetivo diseñar el paquete estructural del pavimento de tipo flexible en dichas calles, teniendo como referencia las características actuales del tráfico y estudio de suelos respectivo. La muestra estuvo formada por dos calles (I-J) pertenecientes a la cuarta etapa de dicho consejo habitacional para lo que tomó dos (2) estaciones, ubicadas una en cada calle. Por otra parte, como resultados se obtuvo que la cantidad de repeticiones de ejes cuyo equivalente es de 8.2 toneladas para la calle I fue de 4,193,740.56 EE y para la J de 6,023,280.86 EE; por otro lado, de la realización de los estudios de suelos de ambas calles se obtuvo un CBR de 20.6 el cual se considera que se encuentra al 95% con 0.1” de penetración el cual será utilizado para el diseño de espesores del paquete

estructural, obteniendo los siguientes datos adicionales: para la calle I la carpeta de asfalto es de 3.5", la base granular y sub base granular de 7" en ambos caso, mientras que en la calle J la carpeta de asfalto se mantiene y la base granular y sub base granular es de 9".

Torres & Pérez (2017) en su investigación "*Diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el AA. HH Ampliación Túpac Amaru, en el Distrito de Chiclayo*", universidad César Vallejo; su objetivo fue desarrollar un diseño de pavimento flexible para mejorar las condiciones del tráfico de vehículos y peatones. En el estudio, se utilizó AASHTO 93 y los resultados mostraron que C.BR es del 10% al 95% del proctor en el laboratorio, y el estrato tiene las características de estabilidad media y plasticidad baja. Y arena fina de diversos grados. Se determinó que el proyecto es factible siempre que se adhiera a cada especificación técnica contenida en el informe del proyecto y cumpla con las especificaciones ambientales propuestas en el plan de manejo ambiental.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimento flexible

Un pavimento flexible que cuenta con superficie asfáltica en cualquier modalidad o formas, está compuesto por una capa de mezcla asfáltica sobre una base y sub base granulares. (CE. 010, Pavimentos Urbanos).

2.2.1.1 Elementos de un pavimento flexible

El pavimento flexible está conformado por:

a) Subrasante

Conocido como suelo de fundación preparada, el cual es una capa de material de préstamo o de fundación, bajo el cual se compacta con una densidad específica (AASHTO, 1993).

b) Subbase

La capa subbase se encuentra bajo la capa base y sobre la subrasante. Se compone de material granular compactado, podemos omitir la subbase si se cuenta con suelos de alta calidad (AASHTO, 1993).

c) Base

Esta capa base se localiza debajo de la capa de superficie de la estructura del pavimento. Su trascendental función es la de soporte estructural del pavimento. Se compone comúnmente de agregados tales como escoria chancada, piedra chancada, arena y grava chancada, o la unión de estos materiales (AASHTO, 1993).

d) Superficie de rodadura

La capa está expuesta al medio ambiente y entra en contacto directo con el tráfico, construida por lo general en la capa base. Compuesta por una mezcla de agregados, minerales y materiales bituminosos. Su función principal es la de resistir las fuerzas del tráfico, impermeabilizar la superficie y brindar una superficie lisa y uniforme (AASHTO, 1993).

2.2.1.2 Diseño de pavimento flexible.

2.2.1.2.1 Estudio de tráfico

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) en su manual referido a suelos y pavimentos manifiesta que el estudio de tráfico como tal debe proveer información relacionada al Índice medio diario anual conocido por sus siglas IMDA, con la finalidad de poder conocer cuál es la demanda volumétrica actual y también cuál es la clasificación según el tipo de vehículos. Para hallar el IMDA es necesario contar con los índices de variación cada mes, información que suele ser brindada por el MTP. El estudio de tráfico está compuesto por muestreos que están orientados al cálculo del IMDA del tramo, comenzando por saber la demanda vehicular existente de los vehículos en cada sentido de tráfico.

a. Volumen de tránsito

Se refiere a la cantidad de automóviles que viajan a través de un carril específico en una unidad de tiempo específica.

b. Índice medio diario anual, IMD

Es el número medio de automóviles que transitan habitualmente durante un período de tiempo determinado, en el que se puede determinar el índice medio diario anual, diario semanal o incluso diario mensual.

c. Pesos y medidas máximos permitidos

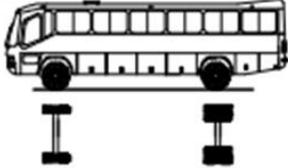
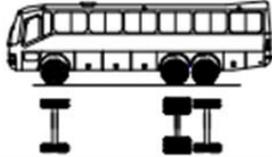
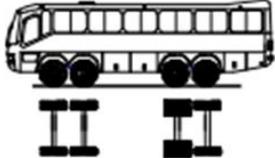
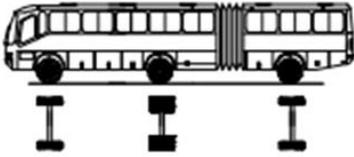
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
B2		13,20	7	11	---	---	---	18
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽²⁾	16	---	---	---	30
BA-1		18,30	7	11	7	---	---	25

Figura 2. Tabla de pesos y medidas de buses.

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC), 2018.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1º	2º	3º		4º	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30	
Bx4		13,20	7+7 ⁽²⁾	18	---	---	---	32	

Figura 3. Tabla de pesos y medidas de camiones.

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC), 2018.

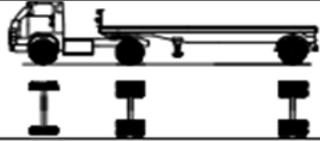
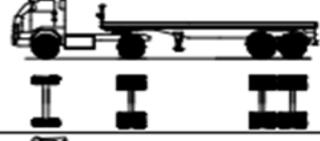
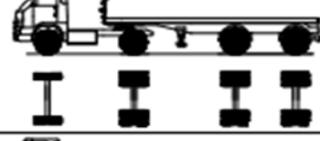
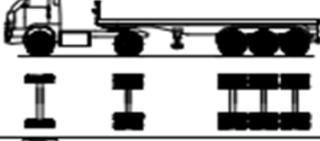
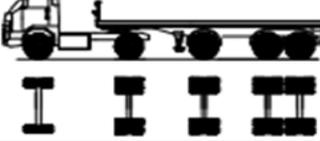
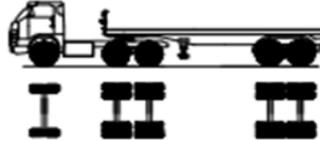
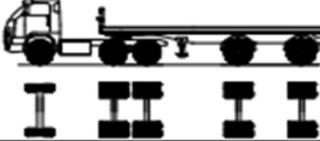
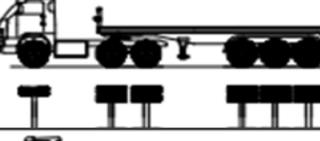
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾
T3Se3		20,50	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	---	48 ⁽²⁾

Figura 4. Tabla de pesos y medidas de camiones de carga pesada y semitrailers.

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC), 2018.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2RB2		20,50	7	11	18	---	---	36
C3RB1		20,50	7	18	11	---	---	36
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

Figura 5. Tabla de pesos y medidas camión remolque menor o igual a 4 ejes.

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC), 2018.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	---	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	11	---	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
C3RB2		20,50	7	18	18	---	---	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	---	---	41
C4RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	---	---	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	11	---	---	43

Figura 6. Tabla de pesos y medidas, camión remolque mayor o igual a 5 ejes.

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC), 2018.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	18	---	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽²⁾	11 + 11 ⁽²⁾	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽²⁾	11	11 + 11 ⁽²⁾	48 ⁽²⁾

Figura 7. Tablas de pesos y medidas, tráiler y camión remolque de más de 5 ejes.

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC), 2018.

d. Periodo de diseño

Se diseña el pavimento para soportar el impacto acumulativo que tiene el tránsito en un tiempo determinado. En años se diseña el periodo, a este se nombra como periodo de diseño (AASHTO, 1993).

e. Carril de diseño

Corresponde a la cantidad de vehículos que transitan en una o dos sentidos, normalmente el tránsito en ambas direcciones es igual, en algunos casos es

probable que en un sentido encontremos mayor tránsito que en el otro (MTC, 2014).

Las recomendaciones del Instituto de asfalto y AASHTO son:

Instituto del asfalto

Tabla 1:

Carril de diseño

N° carriles (2 direcciones)	% de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35-48)
6 ó más	40 (25-48)

Fuente: Instituto del asfalto (Manual MS-1), 1991

Mediante una gráfica se presenta como:

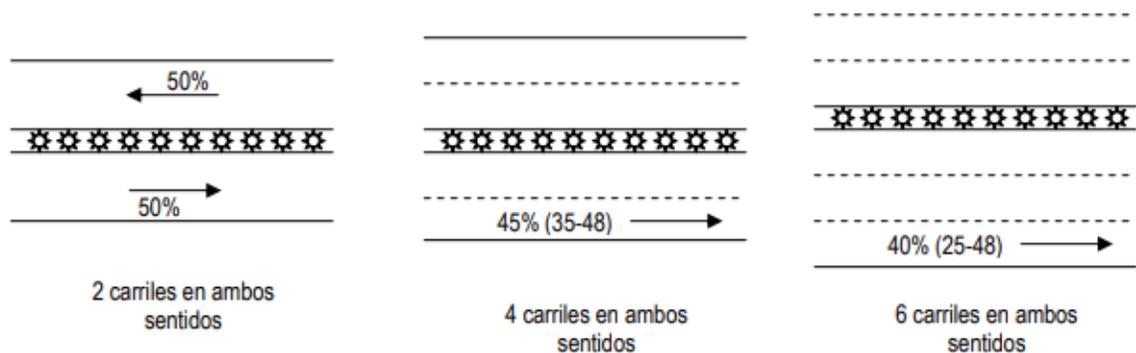


Figura 8: Carril de diseño

Fuente. Instituto del asfalto (Manual MS-1), 1991.

AASHTO

Aashto recomienda para el conteo en las dos direcciones, el factor direccional es de 50 %, pudiendo variar entre el 30% al 70%. Para el carril de

diseño, se separa el tráfico en un sentido, teniendo las siguientes recomendaciones:

Tabla 2:

ESAL Equivalent single axle load

Nº carriles en 1 dirección	% ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: Instituto del asfalto (Manual MS-1), 1991.

Se emplea la tabla número 3, para determinar el tráfico según el número de calzadas en el carril de diseño, la cual muestra el factor direccional, ponderado y el factor carril.

Tabla 3:

Factores de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras (MTC), 2014.

f. Cálculo de tasa de crecimiento y proyección

Utilizando fórmulas para determinar el crecimiento del tráfico.

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Factores de crecimiento acumulado (Fca)

$$Factor\ de\ crecimiento = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento anual, %

n = Período de diseño en años.

El crecimiento acumulado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4:

Factores de crecimiento acumulado (Fca)

Período de Análisis (años)	Factor de Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Manual de carreteras (MTC), 2014.

g. Estimación del ESAL

Una vez obtenido la cantidad de vehículos del carril donde se realizará el diseño y en el transcurso del periodo del mismo, se empleará la siguiente formula:

$$ESAL = \sum_{i=1}^{I-m} FACTORCAMION_i * IMD_i * Fca * Fd * Fc * 365$$

2.2.1.2.2 Estudio topográfico

Según el MTC (2018), afirma que, un estudio topográfico está conformado por una serie de acciones que se realizan sobre el terreno, haciendo uso de herramientas adecuadas para realizar un plano, por lo que para realizarlo es necesario conocer la longitud del proyecto,

estableciendo sí una red de puntos que se encuentren ubicados a una distancia que supere los 10 metros, colocar BMs cada 500 m tomando como referencia los hitos de control de tipo vertical del IGN, además de los detalles planimétrico, planos topográficos, levantamientos que sean complementarios, entre otros.

a) Levantamiento planimétrico

Consiste en las actividades de recopilar los datos de campo para su posterior procesamiento y obtener la topografía mediante planos que reflejan la superficie del terreno, como cuerpos, curvas, contornos entre otros (Arebalo & Chávez, 2015).

b) Secciones transversales

Detalla partes de la carretera, mediante un corte vertical lo que lleva a obtener los parámetros para la estimación de los volúmenes y plantear el diseño del pavimento (MTC, 2014).

2.2.1.2.3 Estudio de suelos

MTC (2014) , es su manual afirma que este estudio permite conocer las distintas características tanto físicas como mecánicas y su composición de las capas del terreno en la profundidad; pero para su exploración como tal se requiere efectuar en primer lugar el reconocimiento del terreno y así identificar los diversos tipos de suelos que se puedan encontrar, lo cual permite la identificación de cortes tanto naturales como artificiales, definiendo así cuales vendrían a ser los principales extractos de suelos artificiales, delimitando las zonas que poseen características similares y aquellas consideradas de riesgo para empezar el trazo de la vía.

a) Contenido de humedad

Se representa como un porcentaje, que es la relación del peso de la humedad en la muestra de suelo y el peso de las partículas sólidas en la muestra (MTC, 2017).

Este estudio se basará en lo establecido en la NTP 339.127:1998.

Equipos y materiales:

- Horno (105° - 115°C).
- Balanza eléctrica con aprox. al 0.001 gr.
- Espátula.
- Recipiente, donde se coloca la muestra.

Procedimiento:

- En la balanza eléctrica se empieza por pesar la tara empleada, se calibra previamente y se registra en la hoja de apuntes.
- Se realiza el llenado con las muestras obtenidas en las taras, y se pesan.
- Las muestras estarán por un periodo no menor de 18 horas ni superior a las 24 horas, a temperatura de 110°C.
- Cumplido el tiempo en el horno, se procede a sacar las muestras y se dejan enfriar a temperatura ambiente.
- Una vez enfriada las muestras, son pesadas y registradas en la hoja de apuntes.
- Finalmente, se emplea la fórmula para calcular el contenido de humedad.

Cálculos:

El contenido de humedad se obtiene, mediante la fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W = contenido de humedad, (%)

M_{cws} = peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{cs} = peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_c = peso del contenedor, en gramos

M_w = peso del agua, en gramos

M_s = peso de las partículas sólidas, en gramos

b) Límites de consistencia

Determinan qué tan sensible es el comportamiento del suelo a su contenido de humedad.

Limite Liquido

Es el contenido de humedad que presenta el suelo al pasar de un estado semilíquido y terminar comportándose como un material plástico (MTC, 2017).

Equipos y materiales:

- Horno (105° - 115°C).
- Balanza eléctrica con aprox. al 0.001 gr.
- Agua destilada.
- Copa Casagrande.
- Acanalador, taras y espátula.
- Recipiente para mezclado.

Procedimiento:

- La muestra se pasó a través de malla 40 para obtener aproximadamente 250 gr.
- Humedecer la mezcla y mezclar uniformemente con una espátula hasta obtener una mezcla uniforme.
- Se toma una cantidad de la mezcla y coloca en la copa de Casagrande y nivelar la superficie con ayuda de la espátula.
- Tomar el acanalador, pasarlo por el centro y cortar la mezcla en dos.
- Luego se da vuelta la perilla, contabilizar los golpes en el que se unen la ranura de $\frac{1}{2}$ " de la mezcla y se toma una muestra.
- La muestra obtenida se coloca al horno; se repite el procedimiento y se toman muestra en un rango de los 15 -40 golpes.

Limite plástico

Es el contenido de humedad que se produce cuando el suelo cambia de un estado plástico a un estado semisólido, y tiende a agrietarse y romperse (MTC, 2017, pág. 72).

Equipos y materiales:

- Horno (105° - 115°C).
- Balanza eléctrica con aprox. al 0.001 gr.
- Agua destilada.
- Placa de vidrio.
- Acanalador, taras y espátula.

- Recipiente para mesclado.

Procedimiento:

- Trabajamos con material preparado y tomamos alrededor de 20 gr.
- Amasamos la muestra en forma de esfera y dejamos que pierda humedad.
- Luego amasamos la esfera en forma cilíndrica en la placa de vidrio hasta obtener un diámetro de 3.2 mm.
- El ensayo continuara hasta que este comience a agrietarse y termine rompiéndose.
- Por último, se coloca la muestra en taras enumeradas, se pesa para luego colocarlos al horno.

c) Análisis granulométrico

La herramienta que se utiliza para el desarrollo de este estudio son las mallas o tamices. Podemos encontrar dos doctrinas, evidentemente diferentes, de acuerdo a la forma del tamiz: la doctrina alemana y la doctrina norteamericana.

La alemana presenta una plancha metálica con aberturas, por otro lado, en el caso de la norteamericana la malla está conformada por hilos metálicos distribuidos en forma de cuadrícula.

En la doctrina norteamericana podemos encontrar dos tipos de tamices: la serie Tyler: en donde cada malla presenta una división de veces mayor que de la malla próxima y su numeración de abertura está dada por pulgada lineal. En la serie U.S. Standard: los números establecidos para cada tamiz serán inversamente proporcionales al tamaño de los agujeros.

Granulometría:

La granulometría determinara la graduación del tamaño de grano de los agregados; el ensayo consiste en desunir la muestra de estudio empleando un juego de tamices con agujeros gradualmente de menor diámetro. (ASTM C 136 – 01)

Se utilizará el método de lavado para materiales más finos que el tamiz N° 200 no pueda retener (MTC, 2017, pág. 94).

Para el ensayo de granulometría se basará en la NTP 339.128:1999.

En la tabla 5 se muestra los tamices que se emplean.

Tabla 5:

Juego de tamices

Tamices	Apertura (mm)
3"	75.000
1 1/2 "	38.100
3/4 "	19.000
3/8 "	9.500
N°4	4.760
N°8	2.360
N°16	1.100
N°30	0.590
N°50	0.297
N°100	0.149
N°200	0.075

Fuente: MTC E 107 – ASTM D422

Equipos y materiales:

- Horno (105° - 115°C).
- Balanza eléctrica con aprox. al 0.001 gr.
- Juego de tamices.
- Recipiente, donde se coloca la muestra.

Procedimiento:

- Se cuartea el material utilizando una comba de goma, una vez hecho esto se coloca en el horno por un lapso de 24 horas.
- Se retira del horno la muestra, se procede a secar por unos 15 minutos, para luego pesarla, luego se procede al lavado para ello utilizaremos la malla 200.

- El material retenido se coloca nuevamente en el horno realizar nuevamente el secado, una vez retirada y enfría la muestra, se procede a secar, así se obtiene los pesos del lavado y secado en el horno.
- Finalmente se procede a colocar el material en el juego de mallas para realizar el tamizado, se pesa el material que queda retenido en cada una de las mallas y se registran los resultados en la hoja de apuntes.

Cálculos:

El porcentaje que se retiene en cada tamiz se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

$$\%Retenido = \frac{W_{malla}}{M_1} \times 100$$

Donde:

W_{malla} = Peso retenido por malla.

M_1 = Peso de la muestra secada al horno.

d) Clasificación de suelos

Los suelos que poseen similares propiedades se pueden clasificar en grupos y subgrupos. En la actualidad hay dos sistemas que clasifican y distribuyen por plasticidad y granos los suelos. Los cuales son:

Clasificación AASHTO

El sistema se desarrolló en el año 1929. Cuenta con varias revisiones, siendo refinado y modificado hasta la actual por el Committee on Classification of Materials for Subgrades and Granular Type Roads of the Highway Research Board en 1945 (Braja, 2001).

Los suelos son divididos en dos grupos:

- Suelos gruesos, los que pasan menos el 35% o menos el tamiz N° 200.
- Suelos finos, aquellos que pasan más del 35 % el tamiz N° 200.

De acuerdo con el método se clasifica en 7 grupos (A1 – A7), y 8 subgrupos.

Índice de grupo (IG)

Los suelos que se comportan parecido los hallamos dentro del mismo grupo. Permite conocer la cantidad de suelo.

El IG se calcula mediante la siguiente formula:

$$(IG) = 0.2_a + 0.005_{ac} + 0.01_{bd}$$

Donde:

a = Lo que pasa en porcentaje por la malla N° 200, cuyos valores comprenden como mínimo 35% y como máximo 75%. Se expresa mediante un numero entero (0 a 40).

b = Lo que pasa en porcentaje por la malla N° 200, cuyo valor comprenden como mínimo 15% y como máximo 55%. Se expresa mediante un numero entero (0 a 40).

c = Fracción del límite líquido, comprende como valor mínimo 40% y valor máximo de 60%. Se expresa mediante un numero entero (0 a 20).

d = Fracción del índice de plasticidad, comprende como valor mínimo 10% y valor máximo 30%. Se expresa mediante un numero entero (0 a 20).

El índice de grupo comprende valores entre 0 y 20 o más. Cuando el índice de grupo se obtiene valores negativos, se coloca un cero.

En la tabla 6 se muestra la clasificación del suelo mediante lo establecido por el AASHTO.

Tabla 6:

Clasificación de suelos - método AASHTO

Clasificación General	MATERIALES GRANULARES (igual o menor del 35% pasa el tamiz N°200)							MATERIALES ARCILLOSOS (mas del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupos	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa por el tamiz											
N°10	50 max.										
N°40	30 max.	50 max.	51 min.								
N°200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características del Material que pasa por el tamiz N°40											
Limite líquido (LI)				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de Plasticidad (Ip)	0	0	0	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Índice de grupo						4 max.	4 max.	8 max.	12 max.	16 max.	20 max.
Tipos de material	Fragmento de piedra grava o arena		Arena fina	Grava, arena limosa y arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a bueno						Regular a deficiente				

Fuente: Guía AASHTO 93

Descripción de los grupos de clasificación

Entre la descripción tenemos:

Materiales granulares:

Lo conforma un 35% o menos del material que logra pasar por la red 200.

Grupo A.1

Está conformado por una mezcla de fragmentos de grava o piedra, bien graduada, de un cemento no plástico y arena fina. El grupo se sub divide en dos, los cuales son:

Subgrupo A-1-a

Aquellos materiales que están conformados por piedra o grava, el cual puede o no contar con material de cohesión bien graduado, fino.

Subgrupo A.2.b

Son aquellos materiales que están conformados por arena gruesa, el cual puede contar o no con cementante bien graduado.

Grupo A.2

Está conformado por una gran diversidad de materiales granulares. Este grupo se subdivide en subgrupos los cuales son:

Subgrupo A – 2 – 4 y A – 2 – 5

Está compuesto por materiales granulares que pasan por la malla N° 200 el 35% o menos.

Subgrupo A – 2 – 6 y A – 2 – 7

Aquellos materiales son semejantes a los subgrupos ya antes mencionados A-2-4 y A-2-5, con una diferencia de que contiene arcilla plástica la parte final.

Materiales arcillosos:

Lo que pasa por la malla N° 200 más del 35%. Compuesto por los siguientes grupos:

Grupo A – 4

Está compuesto por suelo plástico o moderadamente plástico o limoso, pasa por el tamiz de 0.075mm un 75% o más.

Grupo A – 5

El material que conforma el grupo es semejante al grupo A – 5, con la única diferencia de que sus características del material son diatomeas o de las micas, de un alto límite líquido.

Grupo A – 6

Este grupo está compuesto por un material de arcilla plástica, pasa por el tamiz de 0.075mm un 75% o más del material. El grupo también lo conforma suelos arcillosos finos y por la malla de 0.075mm retiene un 64% de arena y grava.

Grupo A – 7

El material de composición de este grupo es similar al grupo anterior, la única diferencia es que el límite líquido de este grupo es similar al del grupo A-5, y su elasticidad también es buena. Este grupo consta de los siguientes subgrupos:

Subgrupo A – 7 – 5

Este grupo su índice de plasticidad es modoso en relación con el límite líquido y es sumamente elástico.

Subgrupo A – 7 – 6

Este grupo su índice de plasticidad es alto en concordancia al límite líquido y está expuesta a cambios de elevado volumen.

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Sistema presentado por Casagrande en 1942 para aeropuertos, por los ingenieros del ejército de los EE. UU en plena segunda guerra mundial. Se revisó y modificó en el año 1952, hasta la fecha es empleado por ingenieros (Braja, 2001).

El sistema divide a los suelos en dos categorías:

- En el primer grupo encontramos suelos gruesos del tipo arenoso y gravoso, que pasa menos del 50% por el tamiz N°200. Sus símbolos de grupo se designan de la siguiente manera:

Grava o suelos gravosos: GW, GC, GP, GM

Arenas o suelos arenosos: SW, SC, SP, SM

- En el segundo grupo encontramos a los suelos de grano fino, que pasan el 50% o más por el tamiz N°200. Sus símbolos se designan de la siguiente manera:

Limo inorgánico: M

Arcilla inorgánica: C

Limos y arcillas orgánicas: O

Otros símbolos que también se utilizan son:

W: bien graduado

P: mal graduado

L: baja plasticidad (LL menor que 50)

H: alta plasticidad (LL mayor que 50)

Se utiliza la tabla número 7 y 8, para clasificar los suelos según el método SUCS:

Tabla 7:

Sistema unificado de clasificación; símbolo de grupo para suelos arenosos

Simbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla N° 200; $C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla N° 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (Figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4
SC	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea A (Figura 2.12); o índice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL - ML en la figura 2012
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla N° 200 entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM
SP-SM	Porcentaje que pasa la malla N° 200 entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC
SP-SC	Porcentaje que pasa la malla N° 200 entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2001

Tabla 8:

Sistema unificado; símbolo de grupo para suelos limosos y arcillosos

Símbolo de grupo	Criterios
CL	Inorganico; $LL < 50$; $PI > 7$; se grafica sobre o arriba de la línea A (véase zona CL en la figura 2.12)
ML	Inorganico; $LL < 50$; $PI > 4$; se grafica debajo de la línea A (véase zona ML en la figura 2.12)
OL	Organico; $(LL - \text{seco en horno}) / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL < 50$ (véase zona Olen la figura 2.12)
CH	Inorganico; $LL \geq 50$; PI ; se grafica sobre o arriba de la línea A (véase zona CH en la figura 2.12)
MH	Inorganico; $LL \geq 50$; PI ; se grafica debajo de la línea A (véase zona MH en la figura 2.12)
OH	Organico; $(LL - \text{seco en horno}) / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL \geq 50$ (véase zona OH en la figura 2.12)
CL-ML	Inorganico; se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente organicos

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2001

En la siguiente figura se presenta el grafico para determinar la plasticidad:

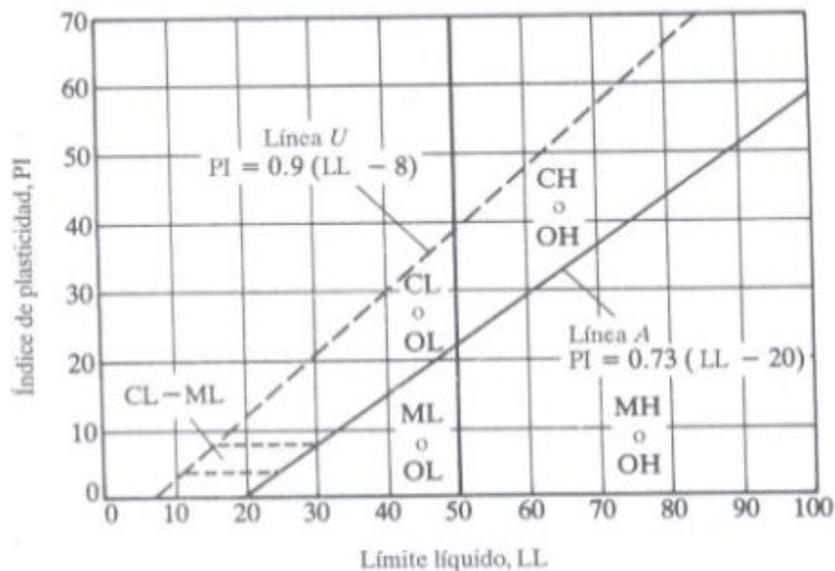
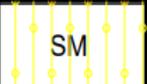
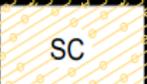
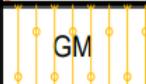
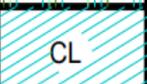


Figura 9. Carta de plasticidad SUCS

Fuente: Norma ASTM D2487

	Gravas bien mezcla arena, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduadas, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arenas arcillosas, mezcla de arena arcillosa.
	Gravas limosas mezclas de gravas arena limosas		Limos organicos y arenas muy finos, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limos arcillosos con ligera plasticidad.
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla, gravas con material fino, cantidad apreciable de material fino.		Arcillas inorganicas de plasticidad baja, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.
	Arena bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaño intermedios.		Limos organicos y arcillas limosas organicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduadas, con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, un tamaño predominante a una serie de tamaños con ausencia de particulas internas.		lomos inorganicos suelos finos gravosos o limosos, limos plasticos.

	Arcillas inorganicas de elevada plasticidad, arcillas gravosas.
	Arcillas organicas de mediana o elevada plasticidad, limos organicos.
	Turbe, suelos considerablemente organicos.

Figura 10. Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS

Fuente. Manual de ensayos de materiales – norma MTC E 101.

e) Sales

Es un método de ensayo el cual consiste en determinar el contenido de sales disolubles en aguas subterráneas y suelos.

Para la obtención total del contenido de sales solubles de una muestra de suelo se puede determinar a través de una mezcla de sustancia acuosa utilizando una relación suelo-agua de 1:5 (NTP 339.152, 2015).

Equipos y materiales:

- Horno (105° - 115°C).
- Balanza eléctrica con aprox. al 0.001 gr.
- Agua destilada.
- Papel filtro.
- Recipiente, donde se coloca la muestra.

Procedimiento:

- Pesamos 100 gr de muestra del suelo a ensayar y lo mezclamos con 500 ml de agua destilada.
- Una vez mezclados lo agitamos de manera mecánica por un lapso de 1 hora y la dejamos en reposo.
- Luego filtramos la muestra para lo cual necesitaremos el papel filtro y un embudo.
- La muestra que queda se coloca en una tara para luego ponerla en el horno.
- Por último, se pesa la muestra obtenida.

Cálculos:

Para la obtención de los resultados del contenido de sales utilizaremos la siguiente formula:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \times D}{E} \times 10^6$$

SS= total de sales solubles, en mg/kg.

$(m_2 - m_1)$ = peso de la diferencia de evaporación, en gr.

D = Relación de la mezcla suelo y agua.

E = Volumen de la mezcla acuosa evaporada, en ml.

f) Compactación del suelo (Proctor Modificado)

Nace del Proctor Estándar, debido al desarrollo de rodillos y la utilización en la compactación. Se busca indagar las características de compresibilidad, esfuerzo y resistencia – deformación de suelos. (ASTM E 155, 2000).

Objetivo:

Este método busca determinar la relación peso único seco y el contenido de humedad, compactando una muestra en un molde de 4 a 6 pulgadas de espesor, con el empleo de un pisón de 10 lbf que se deja caer desde una elevación de 18 pulgadas. Donde produce una energía de compactación de 56 000 lb-pie/pie³.

Métodos:

Se cuenta con los siguientes métodos:

- Método A: Molde de 4 pulgadas de espesor. Se aprovecha el material que pasa el tamiz N° 4. Con 25 golpes por capa.
- Método B: Molde de 4 pulgadas de espesor. Se emplea el material que pasa el tamiz de 3/8 de pulgada. Con 25 golpes por capa.
- Método C: Molde de 6 pulgadas de diámetro. Utilice material que pase por un tamiz de 3/4 de pulgada. Con 56 golpes por capa.

Equipos:

- Molde de forma cilíndrica, con un diámetro de 6".
- Pisón de 10 lb (4.54 Kg)
- Enrazador
- Balanza, para una aproximación de un gramo.
- Horno, para una temperatura de más o menos 110 °C

Procedimiento:

- Mediante el método A, se tomará una muestra, previamente secada al aire, se emplea una muestra de 15 Kg. Tamizada por el tamiz N° 4.
- Mezclamos la muestra con agua en un porcentaje de 2%, de tal manera que se humedezca toda la muestra.
- La muestra se compacta en 5 capas, por capa se da 25 golpes, los golpes se deben distribuir por toda la superficie compactada.

Cálculos:

Una vez compactada la última capa, se procede a retirar el collarín, cubriendo los huecos que faltan sobre la superficie compactada.

Se obtiene el peso del molde más la muestra, del interior del molde se retira una muestra para obtener el contenido de humedad. Sabiendo volumen y el peso de la muestra y sabiendo el contenido de humedad (W), se obtiene un punto de la curva de compactación, empleando la siguiente fórmula:

$$DENSIDAD HUMEDA = \frac{W_{MOLDE+SUELO} - W_{SUELO}}{Volumen\ de\ molde}$$

$$DENSIDAD SECA = \frac{Densidad\ Humeda}{(1 + W)}$$

g) CBR

Determina en los suelos el índice de resistencia. Se desarrolla el ensayo sobre el suelo con determinada relación de densidad y humedad; se puede tomar de forma análoga desde la toma de muestras inalteradas del terreno (MTC, 2017).

Equipos y materiales:

Compactación

- Molde de tipo cilíndrico, de 6"pulgadas de diámetro.
- Molde metálico, que cuenta con una forma cilíndrica de 6" de diámetro y 8" pulgadas de altura.
- Collarín, de 2" de diámetro, cuya base esta perforada.
- Disco espaciado, de metal, con forma circular, de 5 15/16" pulgadas de diámetro y 2.5" pulgadas de altura.
- Pisón de compactación, de 10 lb, con una altura de caída de 18" pulgadas.

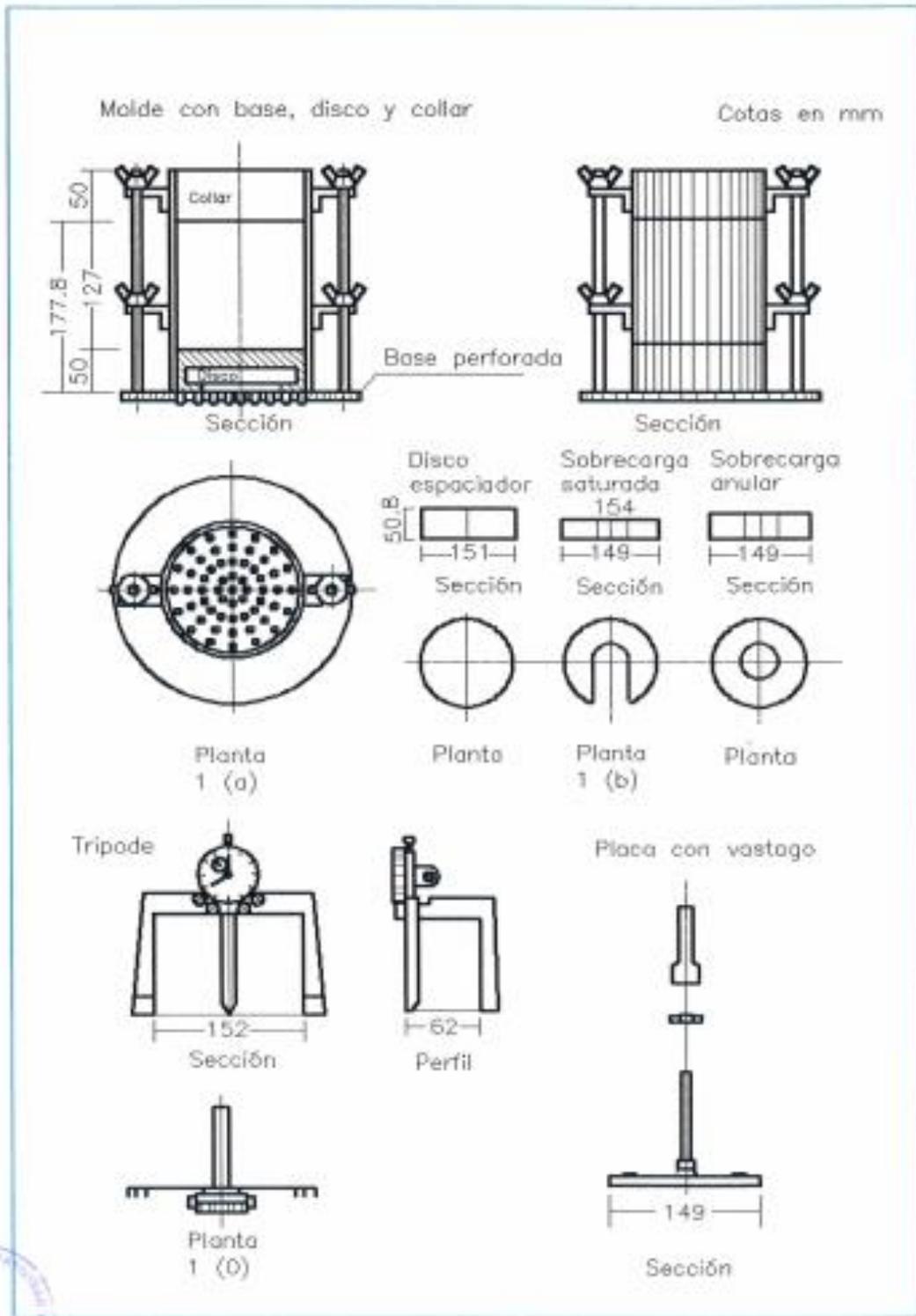


Figura 11. Equipo del CBR

Fuente: Manual de ensayos de materiales (MTC), 2016.

Aparato para medir la expansión del suelo:

- Placa perforada de metal, de diámetro 5 7/8" pulgadas, las perforaciones no deben exceder los 1/16" pulgadas de diámetro.
- Trípode con patas que se apoyen sobre el borde del molde, de manera que permita medir la expansión, con aproximación de 0.001" pulgadas.

Para la prueba de penetración:

- Pistón metálico, de sección circular de 19.35 cm² de área y con una longitud suficiente para realizar la penetración.
- Aplicador de carga, a una velocidad de 0.05pulgadas/minuto.

Equipo mixto:

- Tanque, cuya capacidad sea suficiente para sumergir los moldes.
- Estufa, con temperatura de más menos 110°C.
- Balanzas, de 20 Kg y 1000 gramos, con sensibilidad de 1 gramo y 0.1 gramo.
- Tamices, de 3/4" pulgada.

Procedimiento:

- Se adquiere una muestra alterada por cada calicata realizada en campo.
- Se lleva la muestra alterada al laboratorio, se deja secar al aire libre, se extrae una parte de la muestra por cuarte (5 Kg), la muestra debe estar tamizada por la malla 3/4", por cada molde.

Dado que se conoce el valor del contenido de humedad y la humedad de la muestra que exhibe en el momento, se determinara el agua empleando la siguiente formula:

$$AGUA_{CBR} = \left(\frac{W_{MUESTRA}}{1 + HH} \right) X \left(\frac{OH - HH}{100} \right)$$

Donde:

$W_{MUESTRA}$ = Peso de la muestra.

OH = Óptimo contenido de humedad.

HH = Contenido de humedad de la muestra.

- Con la formula ya mencionada, se mezclamos la muestra con el agua estimada, de tal manera que formemos una mezcla uniforme. Primero colocamos el disco espaciador, junto con papel filtro y se procede a compactar, formando 5 capas, utilizando un martillo se realiza 56 golpes por capa; al terminar de compactar todas las capas se procede a retirar el collarín y enrazamos la muestra, se rellena los espacios vacíos de la superficie, empleando el mismo material.
- Se pesa la muestra incluida el molde, conociendo previamente el volumen ocupado de la muestra en el molde y el peso del molde, mediante una formula se determinará la densidad húmeda:

$$Y_{HUMEDA} = \frac{W_{MOLDE+MUESTRA} - W_{MOLDE}}{V_{MUESTRA}}$$

- Se determinan las curvas para 55, 26 y 12 golpes en cada capa.
- Sobre el material compactado, se le coloca papel filtro, encima se le coloca una placa perforada con vástago, y además de dos anillos de 2.27 Kg de peso cada una, esta va a representar una sobrecarga.
- Se monta un trípode sobre el vástago, se registra la primera lectura. Aplicando lo anterior, el molde se sumerge en agua, donde se da inicio la prueba de expansión y se toma lectura cada 24 horas en el extensómetro. Con esto

calculamos la proporción de expansión, se divide la misma que se produce en las 24 horas, dividiéndola entre la altura y lo multiplicamos por 100.

- Teniendo saturada la muestra, retiramos el extensómetro y escurrimos el molde.
- Lo dejamos por 15 minutos volteada. Retiramos el disco, las pesas y el papel filtro, luego se procede a pesar el molde con todo y muestra. Procedemos a la prueba de penetración, se lleva el molde a la prensa y colocamos el pistón encima de la muestra con un peso de 4.5 Kg.

2.2.1.2.4 Cálculo del espesor del pavimento

De acuerdo con el MTC (2018), en su manual de carreteras, el método se basa en un modelo desarrollado en base a la performance del pavimento, carga del vehículo y la resistencia de la capa sub rasante, todo esto para calcular el espesor.

A. Método AASHTO 93

El método AASHTO, se basa en los resultados obtenidos en Illinois, Ottawa, los que se realizaron a finales de los 50 y comienzo de los 60.

a) Procedimiento de diseño

De acuerdo con la guía AASHTO 93, para realizar el diseño de pavimento flexible, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Cálculo del tráfico para el periodo de diseño (W_{18}).
- Decretar la desviación estándar total S y la confiabilidad R .
- Establece el módulo de resistencia efectiva de la subrasante M_r .
- Se determina la pérdida de Serviciabilidad.
- Adquirir el número estructural SN .

- Establecer los espesores SN.

a.a) Confiabilidad y variabilidad

La confiabilidad resulta ser la probabilidad de que una acera cumpla la función que se le ha previsto.

- Variabilidad (So), es la variante en las mediciones de los parámetros.
- El valor que se adopta para considerar la variación de tráfico proyectado, para pavimentos flexibles es de 0.44.
- El rango de valores para pavimento flexible es de 0.40 a 0.50.

En la siguiente tabla se muestra los niveles de confiabilidad para diferentes carreteras:

Tabla 9:

Niveles de confiabilidad para las diferentes carreteras

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDAS PARA DIFERENTES CARRTERAS		
Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopista interestatal	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de tránsito	80 -95	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía AASHTO 93

b) Criterios de comportamiento

b.a) Serviciabilidad

La Serviciabilidad que se encuentra en un pavimento, se define como la comodidad de circulación de un vehículo. Se evalúa a través del índice de servicio actual, el cual puede ir desde 0 hasta 5.

A un pavimento se le establece un valor de Serviciabilidad final (P_t), que depende de las condiciones del tránsito, mientras que la Serviciabilidad inicial (P_o) depende del diseño de la carretera.

Establecidos los valores del P_o y P_t , se emplea la siguiente fórmula para determinar el índice de servicio.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

c) Propiedades de los materiales

c.a) Módulo resiliente (M_r)

El módulo resiliente se determina a partir de otros ensayos. Para el cálculo se emplea el CBR de laboratorio empleando la siguiente fórmula.

$$M_r(\text{Psi}) = 1500 \text{ CBR}$$

d) Características estructurales del pavimento

d.a) Drenaje (mi)

Para el diseño de aceras flexibles, el drenaje está considerado la derivación del agua sobre las capas que componen la acera y los efectos que puede producir en ellas.

Según AASHTO, brinda los diferentes niveles de drenaje en función del tiempo que demora una capa en evacuar el agua. En la siguiente tabla se muestra los valores de drenaje según el tiempo.

Tabla 10:

Calidad de drenaje de base y sub base

Calidad de drenaje	Término para remoción del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	(el agua no drena)

Fuente. Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93.

En la tabla N°11 se puede apreciar los valores recomendados para modificar los coeficientes de base y sub base dependiendo el porcentaje del tiempo al que ha sido expuesta la estructura del pavimento con respecto a la humedad.

Tabla 11:

Valores de "mi" recomendados

Valores de "mi" recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y sub base granular.				
Calidad de drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura de pavimento a nivel de humedad próxima a la saturación			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Aceptable	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente. Guía de estructura de pavimento AASHTO 93.

e) Diseño estructural del pavimento

Aashto (1993) señala que este método de diseño es adecuado para carreteras con un volumen de tráfico superior a 8.2 toneladas y la fórmula para pavimentos flexibles es la siguiente:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{1094} \right]}{0.4 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(MR) - 8.07$$

Los espesores del pavimento recomendada (base, sub base), se han determinado empleando el método AASHTO 93, comprendiendo los coeficientes de transformación para cada tipo de capa.

Donde:

W18: Numero proyectado de carga equivalente de 18 kip (18000 lb) de aplicación de carga axial simples

Zr: Desviación

So: Error estándar combinado del tráfico proyectado y del comportamiento proyectado

ΔPSI: Diferencia entre índice de Serviciabilidad inicial (po), y el índice de Serviciabilidad terminal (pt)

MR: Modulo resiliente (psi) **SN:** Numero estructural indicativo del espesor total del pavimento requerido

SN: es igual al número estructural del espesor total del pavimento requerido:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

ai = Coeficiente de la capa "i"

Di = Espesor de la capa (pulgadas) "i"

mi = Coeficiente de drenaje de la capa "i"

Análisis de diseño por capas

Para determinar los espesores de las diferentes capas que componen el pavimento flexible, se debe tener en cuenta los factores antes mencionados y el empleo de las siguientes gráficas para determinar algunos valores.

En la figura N° 12, se emplea para hallar el coeficiente estructural a_1 , mediante el módulo resiliente.

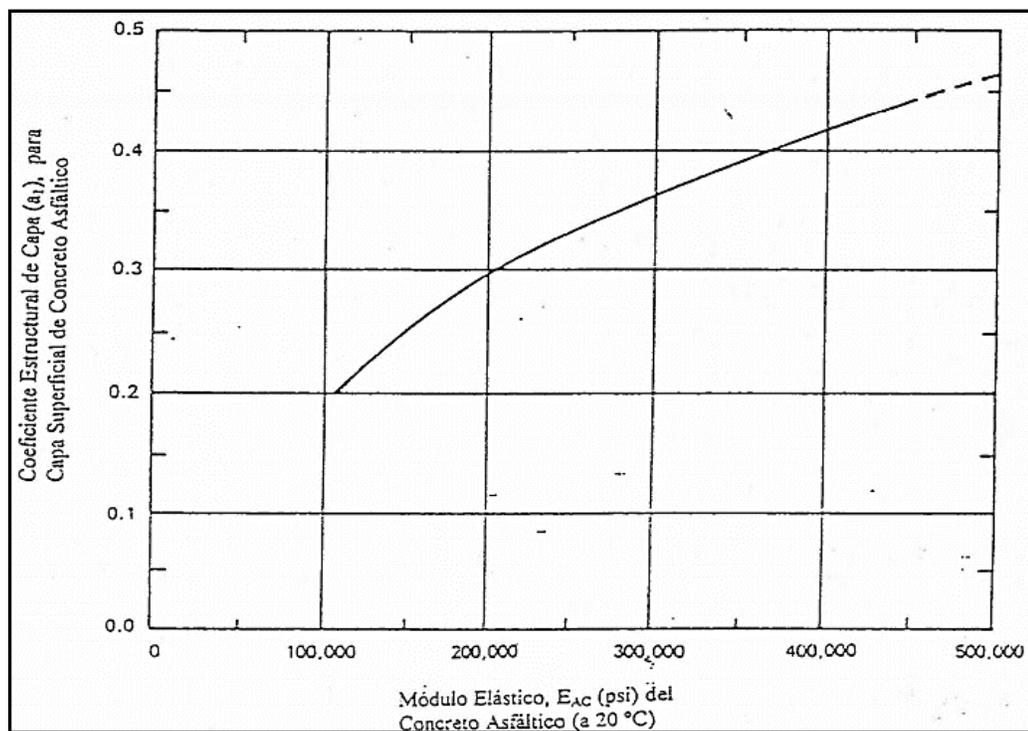


Figura 12. Gráfica para hallar a_1

Fuente. AASHTO 93.

En la figura N° 13, se emplea para determinar el coeficiente estructural en la capa a2, mediante el nomograma propuesto en la guía AASHTO93.

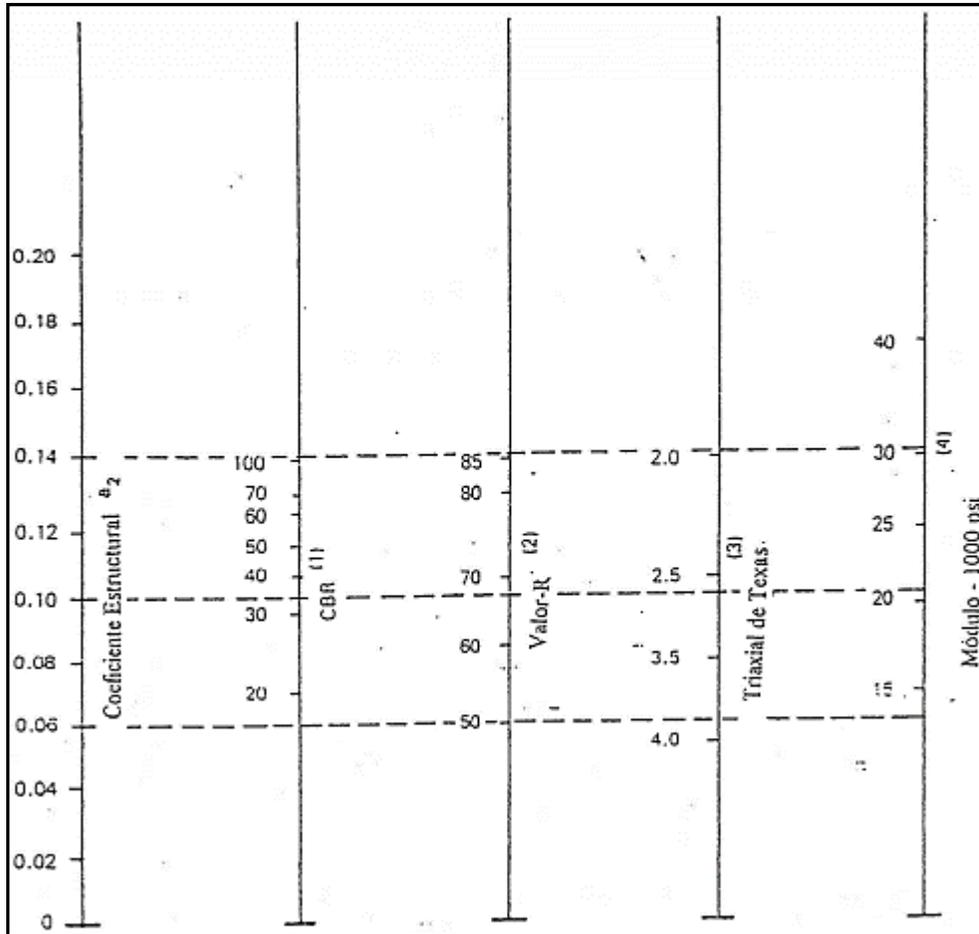


Figura 13: Variación del coeficiente de capa de base granular, a2, con parámetros diferentes

Fuente. AASHTO 93.

En la figura N° 14, se emplea para determinar el coeficiente estructural en la capa a3, mediante el nomograma propuesto en la guía AASHTO93.

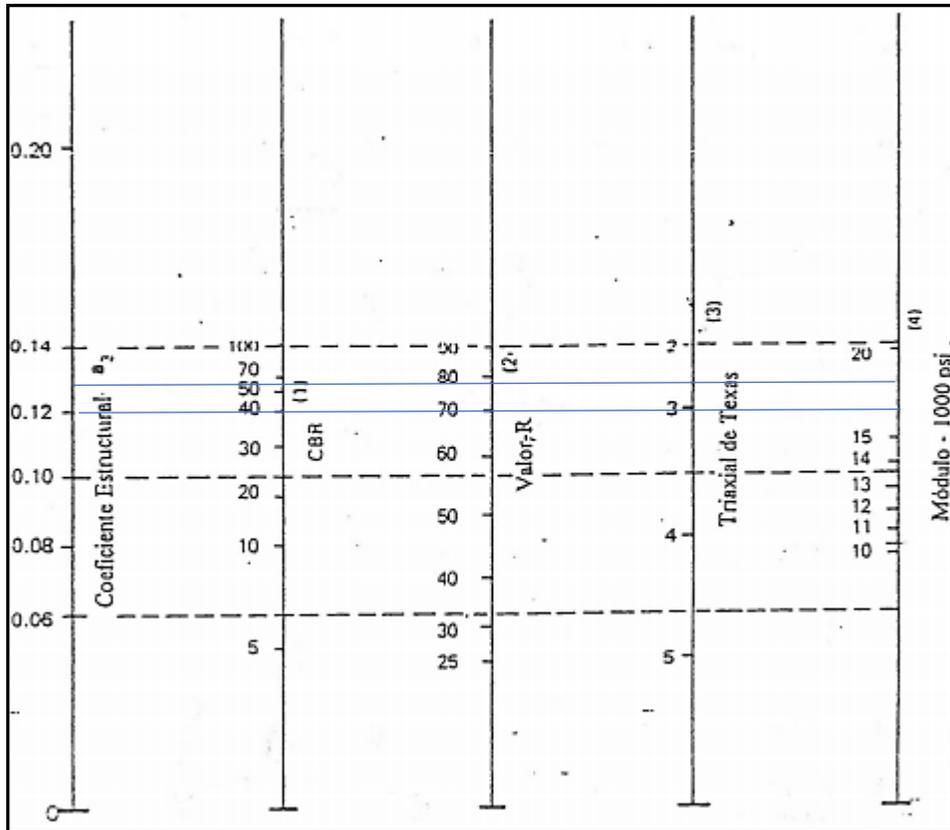


Figura 14: Variación del coeficiente de capa sub base granular, a3

Fuente. Guía de diseño de pavimentos AASHTO 93.

En la figura N° 15, se emplea el nomograma para determinar el número estructural de diseño, mediante los valores de la confiabilidad, desviación estándar, las cargas por ejes equivalentes, el módulo resiliente y la pérdida de Serviciabilidad.

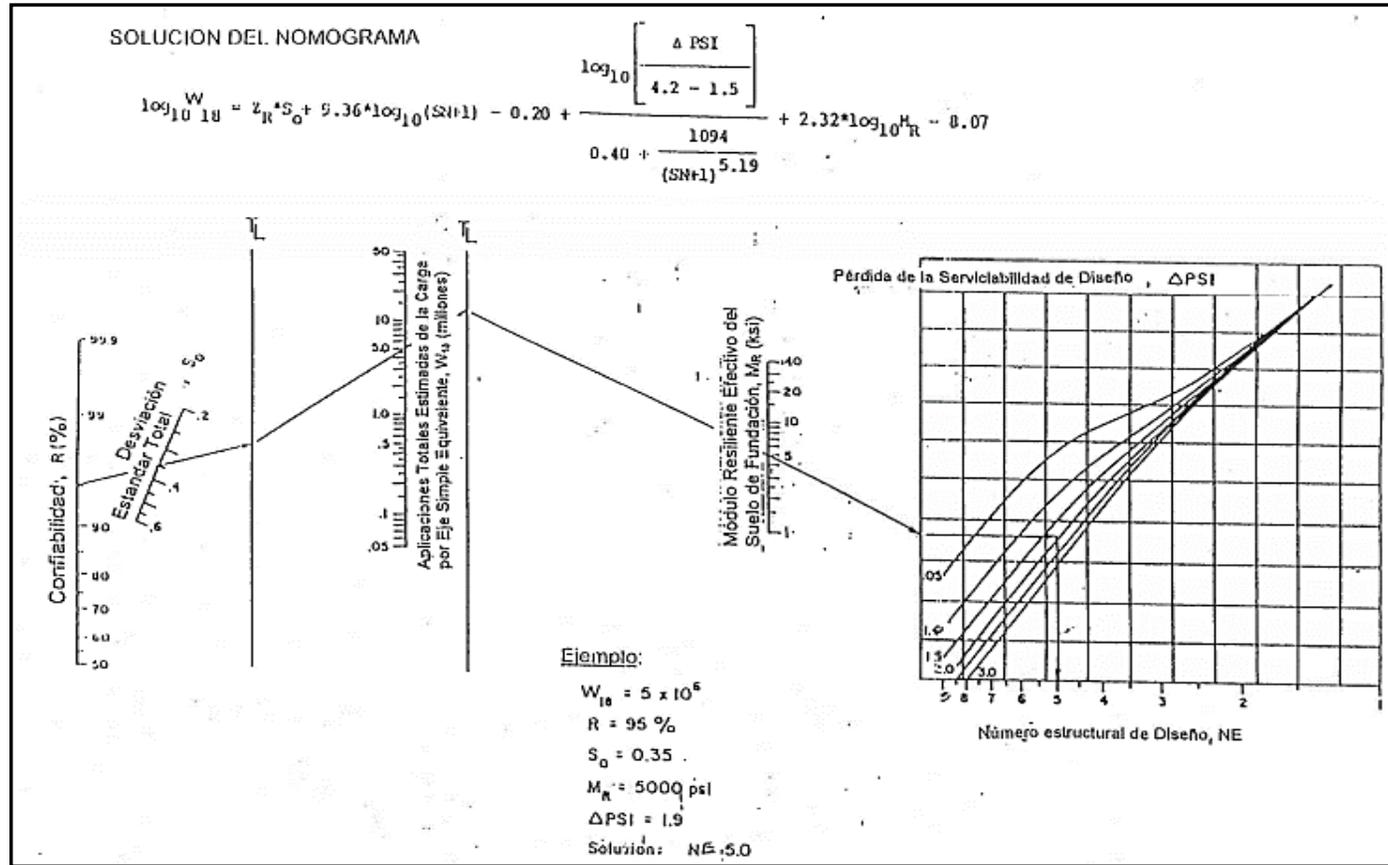


Figura 15: Nomograma de diseño para pavimentos flexibles usando valores medios para cada dato.

Fuente. Guía de diseño de pavimento AASHTO 93 .

2.2.2 Transitabilidad

Posiblemente, en el diseño para una vía la variable más importante es la transitabilidad, las dimensiones y el volumen de los vehículos que transitan durante un periodo específico de tiempo. (Montejo, 2002).

2.2.2.1 Transitabilidad vehicular

La infraestructura del pavimento depende del número y tipo de vehículo que transitan por las vías y las que se prevé que van a circular por el carril en el transcurso del tiempo de diseño (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 171).

2.2.2.2 Transitabilidad peatonal

Es la cantidad de peatones que circulan de un punto a otro en un periodo de tiempo, por lo general es mayor que el número de tránsito vehicular. (Guío, 2010, p.191).

a) Comportamiento peatonal

Las calles, vías y zonas urbanas son utilizadas por peatones y vehículos en mayor parte, por lo que se necesita realizar estudios para ver las condiciones, realizar una planificación para la infraestructura donde transitan los peatones y vehículos. (Bañon y Bevía, 2000).

b) Tipos de tránsito peatonal

Anárquica o individual:

El peatón o individuo transita a su propio criterio, circulando a la velocidad propia. Normalmente se da cuando la vía peatonal está en poco uso.

c) En pelotón o grupo:

Los peatones forman parte de un grupo, cuya cantidad es maso menos uniforme, donde se trasladan en una misma dirección y sentido, estos casos generan que la capacidad de la vía se encuentre en su límite.

2.3 Definición de términos básicos

Base: generalmente una capa granular, aún puede ser un pavimento estable, hormigón asfáltico u hormigón hidráulico. Su función principal es identificar al asfalto como el cuerpo principal de la estructura, y en algunos casos también poder ser vertido como chapa drenante (RNE, 2010).

Capacidad de entrepaño: Ayuda a calibrar la calaña relativa del pavimento hacia la subrasante, sub base y peana del piso, y admitir las sobrecargas adaptadas encima él. (Prado, 1980).

Compactación: Proceso automotriz de exclusión del aspecto contenido en la gente de adoquinado, con el que se reducen los vacíos del pavimento. (Rodríguez, Téllez, & Garnica, 1998).

Pavimento: Realización de diversas charpas construida sobre la subrasante del trayecto a fin de rebelarse e instrumentar afanes originados por los medios de transporte y medrar las exigencias de certidumbre y fortuna para el tránsito (MTC, 2013)

Rasante: Es la capa superior del asfalto terminado. La Línea de Rasante está en el eje de la técnica. (RNE, 2010)

Sub rasante: Es la capa del recorrido en donde será apoyada la charpa de un firme. Esta estará compuesta por el pavimento natural del corte adecuadamente compactado. (SONO, 1962).

Suelo: Material constituido por niveles sólidas y un conjunto de huecos o vacíos, en el interior de los cuales puede haber licor, flato o la mezcla de entre ambos. Fuente específica no muscular.

Carretera: camino donde transitan vehículos motorizados y presentan como mínimo dos ejes, la cual deberá presentar las cualidades necesarias en lo que respecta a: pendientes longitudinales y transversales, secciones transversales, superficie de rodadura y otros elementos que la componen, los cuales tendrán que cumplir las normas técnicas vigentes del MTC. (MTC, 2018).

Sección Transversal: representa un corte de una vía de manera trasversal al eje en una determinada distancia, el cual presenta todos los elementos que forman parte de ella (MTC, 2018).

Capacidad de la vía: Es la mayor cuantía de automóviles de los diferentes tipos que la vía soportara de acuerdo a su diseño geométrico. (Pavimentos Urbanos – C.E 010)

Carril: forma parte de la calzada por la cual transitan los vehículos en fila. (Pavimentos Urbanos – C.E 010)

Carril de Diseño: carril donde se esperará la mayor aplicación de peso por eje simple equivalente de 80 KN. (Pavimentos Urbanos – C.E 010)

Población: conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie y los cuales cohabitan en una determinada área que presentan las condiciones que satisfagan sus necesidades para poder vivir (MTC, 2013).

Consistencia: facilidad que presenta el suelo para fluir y deformarse (MTC, 2017).

Humedad: porcentaje de agua que existe en el suelo (MTC, 2017).

2.4 Formulación de la hipótesis

Una vez realizado el diseño de pavimento flexible y todos los estudios necesarios en el centro poblado Ramiro Prialé y a través de la realización de dicho proyecto conseguiremos solucionar la problemática que aqueja a la población.

2.4.1 Hipótesis principal:

El diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, permite mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

2.4.2 Hipótesis específicas:

- El estudio de tráfico contribuye en el cálculo del índice medio diario anual, para la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé – Distrito de José Leonardo Ortiz.
- El estudio topográfico contribuye en la elaboración de planos y secciones transversales, identificando las características del diseño del pavimento flexible para la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé - Distrito de José Leonardo Ortiz.
- El estudio de suelos contribuye en identificar las características físicas y mecánicas, en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé- Distrito de José Leonardo Ortiz.
- El espesor total de 102 cm, de las diferentes capas que componen el pavimento flexible, contribuirá en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé, Distrito de José Leonardo Ortiz.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Enfoque de investigación

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2014) el método cuantitativo se enfoca en recolectar datos de tipo numéricos o cuantificables, con la finalidad examinar sus teorías y a su vez establecer ciertos patrones de comportamiento (pág. 6).

La investigación presenta este enfoque ya que se realizarán diversos ensayos en los que se obtendrán cantidades expresadas en números y/o porcentajes. Recopilando dichos datos es que se podrán elaborar gráficos y generar tablas de frecuencias las cuales permitirán visualizar mejor los datos al momento de ejecutarlo.

3.1.2 Tipo de Investigación

Matos & Vera (2017) afirman que una investigación es de tipo aplicada pues intenta hacer uso del conocimiento

científico, buscando lograr una mejora o incluso perfeccionar algo (sea un modelo, técnica, etc.) (pág. 30).

Por ende, esta investigación es aplicada ya que está basada en fundamentos teóricos debidamente propuestos y que se encuentran plasmados a partir de la elaboración del manual de diseño para este tipo de pavimentos, además del uso del método AASHTO.

3.1.3 Nivel de la investigación

El estudio se enmarca bajo el tipo descriptiva, la cual para Hernández, Fernández, & Baptista (2014) “La investigación descriptiva tiene como propósito identificar personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno analizado, y especificar sus características y funciones importantes” (pág.117).

El estudio es descriptivo ya que en él se realizará una descripción no sólo de las características sino también de los procedimientos que contempla cada estudio realizado, como, por ejemplo, a extracción de muestra de campo hasta llegar a los estudios que serán realizados en laboratorios a fin de poder determinar cuáles son las características de tipo mecánicas y física, entre otros.

Es correlacional, ya que tiene por objetivo medir el impacto generado entre las variables pavimento flexible y transitabilidad; y pues como menciona Tamayo (2013), este tipo de investigación se centra en medir las variaciones ocurridas en uno o varios factores (pág. 50).

3.1.4 Diseño de la investigación

Se empleó un diseño de tipo no experimental ya que no se procederá a realizar nuevas técnicas, ningún tipo de manipular en los resultados asociados a la variable independiente, además que los datos son analizados en su estado real sin ningún tipo de modificación manual.

Esto teniendo como referencia lo que manifiestan Hernández et al. (2014), diciendo que este diseño se centra en observar los fenómenos a estudiar bajo su contexto natural, luego proceder a analizarlos y no se debe generar ninguna situación; es decir, la persona que realiza el estudio no debe generar de manera deliberada ningún cambio en la situación actual (pág. 149).

En esta investigación se utilizará este diseño porque solo se extraerán muestras de dichas variables en estado natural para luego ser analizadas.

3.2 Variables

La variable que va a depender de la investigación será la transitabilidad, mientras que la variable independiente es el diseño respectivo del pavimento flexible, ya que la transitabilidad en el lugar de estudio dependerá del diseño.

3.2.1 Variable independiente

La variable independiente es el diseño de pavimento flexible, el cual se mostrará en la siguiente tabla:

Tabla 12:

Operacionalización - Variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	El pavimento consta de las siguientes capas como: cimentación, sub base y carpeta de rodadura. Para la ejecución, se utiliza materiales granulares y asfálticos para la carpeta de rodadura (Manual de suelos, 2013).	El pavimento flexible cuenta con parámetros de tráfico, levantamiento topográfico, mecánica de suelos y espesor del suelo para su posterior diseño y realización de planos.	Estudio de Tráfico	Índice medio diario semanal	Observación	Manual de carreteras: Diseño geométrico
				Índice medio diario anual		
			Estudio Topográfico	Levantamiento Planimétrico	Observación	Estación Total
				Secciones transversales		
			Estudio de suelos	Clasificación de suelos	Observación - Análisis documental	Tamizado de la muestra, Cuchara Casagrande, Horno Laboratorio, Aashto 93, Proctor modificado
				Análisis granulométrico		
				Limites plástico		
				Líquido e índice de plasticidad		
				Contenido de humedad		
				CBR		
Proctor						
Cálculo del espesor del pavimento	Pavimento flexible	Observación - Análisis documental	C.E.010 y Aashto 93			

Elaboración: Los autores

3.2.2 Variable dependiente

Tabla 13:

Operacionalización - Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
TRANSITABILIDAD	Es el servicio que ofrece una vía para el traslado de usuarios por medio de un transporte en un determinado tiempo (Manual de Carreteras, 2018).	se puede realizar un diseño apropiado de acuerdo con las condiciones topográficas y los resultados de la investigación y las pruebas de mecánica del suelo.	Transitabilidad vehicular	Volumen de tránsito vehicular	Observación - Cuestionario	Conteo mecánico
			Transitabilidad Peatonal	Volumen de tránsito peatonal		

Elaboración: Los autores

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2014)

“La población o conocida como universo deberá conservar todas sus singularidades dentro del entorno y tiempo” (pág. 239).

Para el estudio la población está conformada por los habitantes del centro poblado Ramiro Prialé ya que es el lugar que se verá beneficiado con la ejecución del proyecto, los cuales según datos del INEI al año 2017 ascienden a un total de 2703 habitantes entre hombres y mujeres.

3.3.2 Muestra

Para Bernal (2010) la muestra es aquella fracción que suele ser seleccionada del total de la población considerada para un determinado estudio con la finalidad de obtener de ella información relevante que promueva del avance oportuno de la investigación, y en la cual se pueda medir y observar las variables de estudio.

La muestra se extrajo del plano de lotización del centro poblado Ramiro Prialé, donde toda el área de estudio se encuentra sin pavimentar, la muestra la conforma diferentes pasajes, calles y avenidas, siendo la avenida Perú la que presenta mayor volumen de tráfico en tanto a vehículos livianos como pesados.

La siguiente figura muestra el plano del centro poblado Ramiro Prialé, donde se muestran las calles, pasajes y avenidas.



Figura 16: Plano Catastral del Pueblo Joven Ramiro Prialé.

Fuente: Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz (Catastro), 2017.

La muestra está conformada por los diferentes pasajes, calles y avenidas situadas a lo largo del área de estudio, en este caso el Pueblo Joven Ramiro Priale, las cuales están representadas en la siguiente tabla.

Tabla 14:

Vías que conforman la muestra.

Vías que componen la muestra	
Psj. Villa Real	Pro. San Pedro
Psj. J. Yesquen	Pro. Santa Teresita
Psj. Huaral	Ca. Loreto
Psj. Alfonzo Ugarte	Pro. Las Mercedes
Psj. San Ramon	Pro. Jorge Chavez
Psj. Ñaupe	Ca. Cuzco
Psj. Puno	Ca. María Parado de Bellido
Ca. El Carmen	Av. Víctor Raul
Pro. Nicaragua	Av. Ramiro Priale
Ca. José Carlos Mareategui	Av. Mariano Cornejo
Ca. Puno	Av. Perú
Ca. San Martín	Av. Tacna

Elaboración: Los autores.

La muestra está conformada por un total de 7 Pasajes, 12 Calles y 5 Avenidas como muestra en el siguiente gráfico.



Figura 17. Gráfica del total de Pasajes, Calles y avenidas que conforman la muestra.

Elaboración: Los autores.

Como se sabe existen formas de hallar una muestra, sin embargo, al hacer uso de un muestreo probabilístico – aleatorio simple y al tratarse de una población finita se hará uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N = Población = 2703

p = Probabilidad de éxito = 0.5

q = Probabilidad de fracaso = 0.5

Z = Nivel de Significancia = 1.96; para una confianza de 95%

E = Error = 0.10

Con los datos descritos, se obtuvo una muestra de 93 viviendas en el centro poblado Ramiro Prialé.

$$n = \frac{2703 * 1.96 * 0.5 * 0.5}{0.10^2 * (2703 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{2595.96}{27.98}$$

$$n = 93$$

3.3.3 Criterios de inclusión y exclusión

Se consideraron los siguientes:

a) Criterio de inclusión

- Aspecto social y ambiental
- Tipos de vehículos
- Percepción sensible de los usuarios
- Características geográficas
- Estado de las calles y veredas
- Servicios básicos
- Servicios de transporte
- Costo del proyecto

b) Criterio de exclusión

- No se considerará el diseño de veredas

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

a) La observación

Hernández, Fernández, & Baptista (2014) consideran que es una de las técnicas utilizadas de forma continua, ya que permite el registro de manera efectiva, sistemática y sobre todo confiable teniendo como referencia la situación que está siendo observada por medio de un conjunto de categorías y sub categorías. Esta técnica por ejemplo será uso al momento de ejecutar los estudios que forman parte del proyecto.

Levantamiento topográfico

Se seleccionó una estación total para realizar la inspección del área de estudio, haciendo además uso de programas como AutoCAD y Excel para un detallado análisis de los datos que fueron recopilados en el campo.

Estudio de tráfico

Se realizó la observación, conteo y registro de vehículos, identificando así cuál era la hora pico de tráfico en dicha zona. Además, se lograr clasificar los tipos de vehículos en hojas de cálculo teniendo como relación las categorías impuestas en el Manual de carreteras.

Estudio de mecánica de suelos

Se procedió a la toma de muestras en el lugar de estudio y luego se realizó el análisis de dichas muestras en los laboratorios situados en nuestra casa de estudios Universidad San Martín localizada en la ciudad de Chiclayo.

b) La encuesta

De acuerdo con Fernández (2014) esta técnica es aplicada a un grupo de sujetos, los cuales son establecidos por el investigador según el estudio a realizar; suele realizarse un procedimiento de tipo interrogatorio debidamente estandarizado que tiene como fin la obtención de datos cuantitativos de ciertas características tanto objetivas como subjetivas de la población.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se realizó la siguiente investigación haciendo uso de los siguientes instrumentos:

Primero, la Ficha de Observación instrumento que permite el registro de información recopilada en campo al momento del estudio del terreno y establecer los materiales que serán utilizados.

En segundo lugar, el cuestionario, que su utilidad se centra en registrar una serie de ítem que tienen relación con las variables de estudio; con el propósito de llegar a reunir los datos que se produzcan en base a ellos de una forma que resulta ser práctica y sencilla. Estos datos se obtendrán de las 93 encuestas realizadas a la población de estudio (centro poblado Ramiro Prialé).

En tercer lugar, está la investigación de tráfico se utilizará un instrumento, formato del MTC, para realizar el conteo de vehículos, el cual para su procesamiento de datos seguirá el formato señalado en el Manual de carreteras.

En cuarto lugar, para el levantamiento topográfico se empleó una **estación total**, para determinar las distancias y ángulos.

Como quinto punto encontramos el **laboratorio**, donde se toma registro de los ensayos realizados.

Finalmente se empleará **programas especializados**, este instrumento servirá para medir y registrar el procesamiento de los datos.

3.4.3 La fiabilidad y validez

Para el caso de las fichas técnicas éstas no necesitarán ser validada pues serán tomadas de los formatos que ofrece el Ministerio de Transportes, para establecer el espesor de la estructura del pavimento flexible, por lo que serán evaluadas por el método AASHTO 93 a fin de identificar las propiedades del suelo. Por lo tanto, en general, la validez y fiabilidad la aportarán profesionales con amplia experiencia en este campo.

3.5 Procedimiento para la recolección de datos

El procedimiento a realizar en la investigación para aplicar los instrumentos de recolección y así obtener la información necesaria será el siguiente:

Se inició con la aplicación de la encuesta en el centro poblado de estudio, el cual permitió realizar el diagnóstico actual e identificar cuáles son las necesidades existentes en relación al sistema de agua potable y alcantarillado, estado de las calles y veredas y catastro.

Luego, se realizó el estudio de tráfico, en el cual se procedió a realizar el conteo y a clasificar los vehículos de una sola intersección, el cual fue realizado durante el periodo de siete días seguidos; con lo que se logró determinar el ESAL, el cual tiene un aporte al momento de determinar los espesores necesarios del pavimento flexible.

A continuación, se realiza la medición topográfica correspondiente con el conocimiento de la zona de aparcamiento con la estación total Leica, de manera de obtener los puntos topográficos del diseño de la carretera correspondiente.

Utilizando el método AASHTO 93, establecido de acuerdo con las normas de geología de carreteras y suelos, se utilizan calicatas de 1,5 m para la investigación del suelo a cada 0 + 500 m de profundidad, y se requiere CBR.

Finalmente, utilizamos el método AASHTO 93 para calcular el espesor del pavimento.

La información recopilada de la encuesta fue almacenada como base de datos en el programa estadístico SPSS a fin de poder generar tablas de frecuencia con sus respectivos gráficos, los cuales permitan que se visualice e interprete mejor los resultados; mientras que la información de los ensayos de cada estudio realizado fue organizada teniendo en cuenta cada ensayo.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1 Ubicación del proyecto

La investigación se realizó en el pueblo joven Prialé, provincia de Chiclayo, departamento Lambayeque. La población es de 2.703 hombres y mujeres.

Limita de la manera siguiente:

- Norte : Con la Urbanización Miraflores.
- Sur : Con la Avenida Lambayeque.
- Este : Con la Urbanización San Miguel.
- Oeste : Pueblo Joven Santa Ana Sector II.

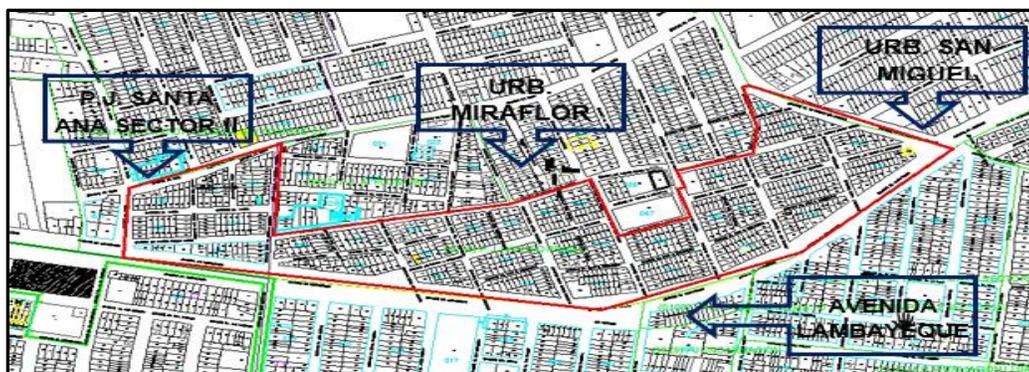


Figura 18. Plano catastral del Pueblo Joven Ramiro Prialé con sus límites

Fuente: Municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz (Plano de lotización), 2017.

4.2 Estudio de tráfico

Su objetivo es examinar las condiciones en las que se encuentra el tráfico y predecirlas durante el ciclo de vida del proyecto.

a) Estación de conteo

Luego de verificar el sitio y recorrido del proyecto, se determinará una estación de conteo de vehículos, a través de la cual se podrá ubicar el aforador en un lugar conveniente y estratégico, donde se podrá realizar un conteo diario por categoría y tipo de vehículo.

b) Tiempo de estudio en el campo

Desde el 16 de septiembre hasta el 22 de septiembre del 2020, la estación de conteo funcionó las 24 horas del día durante 7 días. La estación de conteo se estableció en el punto de intersección de las calles Chiclayo y Mariano Cornejo.

Durante el conteo, se registró aquellos automóviles que circulan por la vía, la dirección y el tipo de vehículos.

c) Materiales

- Tabla de clasificación vehicular
- Lapicero

d) Tabla de conteo vehicular

La siguiente tabla muestra el conteo vehicular, durante un periodo de 7 días las 24 horas.

Tabla 15:*Conteo vehicular*

Tipo de Vehículo	Miercoles 16/09/2020	Jueves 17/09/2020	Viernes 18/09/2020	Sabado 19/09/2020	Domingo 20/09/2020	Lunes 21/09/2020	Martes 22/09/2020
Automovil	1700	1675	1715	1725	1385	1574	1605
Station wagon	175	165	156	175	130	85	99
Camioneta pick up	627	589	574	553	394	597	604
Panel	9	13	11	14	4	13	12
Camioneta rural	240	310	315	297	274	304	298
Micro	35	47	33	44	42	37	41
Bus (B2)	26	16	9	10	7	8	9
Bus (B3-1)	21	19	14	16	13	10	14
Bus (B4-1)	2	1	2	2	2	2	4
Camion (C2)	210	274	198	247	231	272	286
Camion (C3)	160	142	132	241	250	205	221
Camion (C4)1- 3	22	18	18	15	16	14	17
Camion (C4)2- 2	2	2	3	1	2	1	1
T2S1	2	3	3	1	1	1	1
T2S2	2	1	1	1	1	2	2
T3Se2	2	2	2	2	2	1	1
T3S1	1	1	1	2	2	2	2
T3S3	22	26	14	17	13	15	13
C2R2	3	1	2	1	0	1	1
C3R3	16	22	15	15	11	10	7
C3RB2	11	7	9	9	6	3	3
T3S2S2	1	1	1	2	1	1	1
Total	3289	3335	3228	3390	2787	3158	3242

Elaboración: *Los autores*

e) Índice Medio Diario (IMD)

IMD es la suma o valor promedio de los vehículos que transitan en un cierto período de tiempo. Se puede dar de manera semanal, mensual y anual, lo que nos proporcionará la base de datos para así poder Comprender las características del tramo donde queremos diseñar.

f) Índice Medio Diario Semanal (IMDs)

Son los vehículos en promedio que transitan en un periodo de tiempo de siete (7) días calendarios, desde el día miércoles 16 hasta el día martes 22 de setiembre del año 2020. Para calcular el IMDs se tiene que sumar los siete días de conteo y dividirlo entre 7. Como en la tabla n° 16, donde indica el total de vehículos que han transitado durante la semana es de 22429 y con un Índice Diario Semanal de 3683 vehículos por día.

Tabla 16:

Índice diario semanal

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMDs
 Automovil	11379	1625.57
 Station wagon	985	140.71
 Camioneta pick up	3938	562.57
 Panel	76	10.86
 Camioneta rural	2038	291.14
 Micro	279	39.86
 Bus (B2)	85	12.14
 Bus (B3-1)	107	15.29
 Bus (B4-1)	15	2.14
 Camion (C2)	1718	245.43
 Camion (C3)	1351	193.00
 Camion (C4)1- 3	120	17.14
 Camion (C4)2- 2	12	1.71
 T2S1	12	1.71
 T2S2	10	1.43
 T3Se2	12	1.71
 T3S1	11	1.57
 T3S3	120	17.14
 C2R2	9	1.29
 C3R3	96	13.71
 C3RB2	48	6.86
 T3S2S2	8	1.14

Elaboración: Los autores

g) Factor de corrección

Se determina los factores de corrección para el peaje más cercano al sitio de estudio, en este proyecto tomado como peaje cercano a Mocce.

F.C.E vehículos Livianos: 1.0213

F.C.E vehículos Pesados: 0.9950

h) Índice Medio Diario Anual (IMDa)

El IMDa se calcula a partir de la Tabla N° 33 y tomando como factores de corrección los señalados anteriormente. La multiplicación de estas dos nos dará el IMDa de la zona de estudio “Centro Poblado Ramiro Prialé” del distrito de JLO.

En la tabla N° 34 nos indica que el índice diario anual es de 3744 vehículos por día.

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde:

IMDs: Índice Medio Diario Semanal del conteo vehicular realizado

IMDa: Índice Medio Anual

FCE: Factores de Corrección Estacional

Tabla 17:

Índice diario anual

Tipo de Vehiculo	TOTAL	IMDs	FC	IMDa
 Automovil	11379	1625.57	1.0213	1660
 Station wagon	985	140.71	1.0213	144
 Camioneta pick up	3938	562.57	1.0213	575
 Panel	76	10.86	1.0213	11
 Camioneta rural	2038	291.14	1.0213	297
 Micro	279	39.86	1.0213	41
 Bus (B2)	85	12.14	0.995	12
 Bus (B3-1)	107	15.29	0.995	15
 Bus (B4-1)	15	2.14	0.995	2
 Camion (C2)	1718	245.43	0.995	244
 Camion (C3)	1351	193.00	0.995	192
 Camion (C4)1- 3	120	17.14	0.995	17
 Camion (C4)2- 2	12	1.71	0.995	2
 T2S1	12	1.71	0.995	2
 T2S2	10	1.43	0.995	1
 T3Se2	12	1.71	0.995	2
 T3S1	11	1.57	0.995	2
 T3S3	120	17.14	0.995	17
 C2R2	9	1.29	0.995	1
 C3R3	96	13.71	0.995	14
 C3RB2	48	6.86	0.995	7
 T3S2S2	8	1.14	0.995	1

Elaboración: Los autores

i) Demanda Proyectada

Para el cálculo se emplea la siguiente formula:

$$T_n = T_o(1 + R)^{(n-1)}$$

Donde:

Tn: Transito proyectado al año en veh/día

To: Transito actual (año base) en veh/día

N: año futuro de proyección

r: tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 18:

Población futura de vehículos

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMDs	FC	IMDa	DEMANDA PROYECTADA DE VEHICULOS
 Automovil	11379	1625.57	1.0213	1660	1708.78
 Station wagon	985	140.71	1.0213	144	148.23
 Camioneta pick up	3938	562.57	1.0213	575	591.90
 Panel	76	10.86	1.0213	11	11.32
 Camioneta rural	2038	291.14	1.0213	297	305.73
 Micro	279	39.86	1.0213	41	42.20
 Bus (B2)	85	12.14	0.995	12	13.29
 Bus (B3-1)	107	15.29	0.995	15	16.61
 Bus (B4-1)	15	2.14	0.995	2	2.21
 Camion (C2)	1718	245.43	0.995	244	270.14
 Camion (C3)	1351	193.00	0.995	192	212.57
 Camion (C4)1- 3	120	17.14	0.995	17	18.82
 Camion (C4)2- 2	12	1.71	0.995	2	2.21
 T2S1	12	1.71	0.995	2	2.21
 T2S2	10	1.43	0.995	1	1.11
 T3Se2	12	1.71	0.995	2	2.21
 T3S1	11	1.57	0.995	2	2.21
 T3S3	120	17.14	0.995	17	18.82
 C2R2	9	1.29	0.995	1	1.11
 C3R3	96	13.71	0.995	14	15.50
 C3RB2	48	6.86	0.995	7	7.75
 T3S2S2	8	1.14	0.995	1	1.11

Elaboración: Los autores

j) Tasa de crecimiento por Región en porcentaje

INEI proporciona los datos del flujo vehicular que son actualizados cada dos meses. Las tasas de crecimiento para los dos tipos de vehículos livianos y pesados, se muestran en la siguiente figura.

Tabla 19:

Población futura de vehículos.

Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		TC
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Anzash	0.59%	Anzash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa	1.07%	Arequipa	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca	0.57%	Cajamarca	1.29%
Callao	1.56%	Callao	4.43%
Cusco	0.75%	Cusco	2.33%
Huancavelica	0.83%	Huancavelica	3.85%
Huánuco	0.91%	Huánuco	3.54%
Ica	1.15%	Ica	3.90%
Junín	0.77%	Junín	2.83%
La Libertad	1.26%	La Libertad	3.45%
Lambayeque	0.97%	Lambayeque	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima	1.45%	Lima	3.69%
Loreto	1.30%	Loreto	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco	0.84%	Pasco	0.36%
Piura	0.87%	Piura	3.23%
Puno	0.92%	Puno	3.21%
San Martín	1.49%	San Martín	3.84%
Tacna	1.50%	Tacna	2.88%
Tumbes	1.58%	Tumbes	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Fuente: (INEI,2020)

En la Tabla N° 19, indica que 0.97 es la tasa de incremento al año de vehículos livianos en Lambayeque, mientras que para vehículos pesados la tasa es de 3.41%.

k) ESAL de diseño

Para hallar el ESAL se procedió a multiplicar el número de ejes equivalentes por el factor de crecimiento acumulado y el número de días del año.

4.3 Estudio topográfico

La zona en el que se ejecutara el proyecto vial, presenta una topografía plana, esta presenta escasas ondulaciones y presentan una pendiente mínima. Al ejecutar este proyecto ayudaremos a la solución de diferentes problemas presentes en el lugar, mejoraremos la transitabilidad, así como el aspecto urbanístico del centro poblado.

a) Equipos, herramientas y personal

Equipo topográfico

- Estación total, marca FOIF, serie 680, con sus respectivos accesorios.
- Trípode.
- Navegador GPS, de marca Garmin, modelo MAP 60, con serie 118548532.
- Wincha de mano de 50 m, bastones, prisma y libreta de campo.

Personal de trabajo

- Topógrafo.
- Ayudantes de campo.

Materiales

- Pintura roja.
- Cámara fotográfica.

b) Procedimiento

- Se estableció un punto BM, de posicionamiento mediante el GPS.
- Se toman las coordenadas de referencia, el Datum y las UTM.
- Se realiza un reconocimiento de campo con el fin de ubicar los puntos faltantes y así formar la red poligonal.
- Se procede a la utilización de la Estación Total, que toma medidas con alcance de 1000 m y cuenta con una precisión de 1 mm, cuenta con un prisma para realizar las lecturas y mediciones.
- Tomados los puntos, se realiza un boceto de la zona de estudio, que va a servir como base para la elaboración posterior en gabinete.

En la figura 19 se aprecia el levantamiento topográfico, con el empleo de una estación total:



Figura 19. Levantamiento topográfico con estación total

Elaboración: Los autores.

c) Desarrollo de la información de campo

- El desarrollo de la información del terreno obtenida en el sitio se lleva a cabo mediante el software AutoCAD Civil 3D 2014, que se puede utilizar en el entorno de AutoCAD, el método que utilizamos se presenta a continuación.
- Una vez obtenida la información topográfica la importaremos al programa AutoCAD y Civil 3D, luego de eso generaremos las curvas de nivel a través de la triangulación de puntos, así como generaremos el enmallado y su orientación al Norte Magnético.
- Procesar y realizar el registro de los datos obtenidos en el cuaderno de campo y colocarla en una hoja de cálculo (Excel) para obtener datos con la codificación correspondiente, que pertenecen a las posiciones de los puntos determinados para el levantamiento del terreno. Con el fin de acomodar la información recopilada al usar varios programas de diseño, se creó una hoja de cálculo para poder usar los resultados en un formato.
- Esto facilita el uso de un programa de recolección de datos creado en formato CVS para uso futuro del programa AutoCAD Civil 3D 2014, en el cual trazaremos mapas de contorno.

Para poder calcular la poligonal en el sistema UTM, uno debe:

- El resumen de las direcciones horizontales.
- Las distancias inclinadas las cuales fueron medidas con el empleo de la estación total.
- Para realizar cálculos de acortamiento de distancia, los datos obtenidos en el campo se envían al formato de cálculo de elevación, como la distancia de inclinación y el ángulo vertical.
- Se hizo el cálculo de la excentricidad vertical por la diferencia de altura entre la altura de la mira visada y la del instrumento.

d) Apoyo planimétrico

Se necesitó una red de apoyo, para la poligonal y los ejes de las vías del levantamiento topográfico, teniendo como resultado una poligonal cerrada con angulas y distancias, obtenidas de la estación total.

Se obtuvo los siguientes puntos de estación, para la elaboración de la poligonal cerrada:

Tabla 20:*Puntos de la estación topográfica.*

ESTACION	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
1	9253948.605m	626961.902m	35.000m
2	9253953.729m	627042.183m	35.295m
3	9253988.579m	626965.435m	35.229m
4	9253996.278m	627038.461m	34.956m
5	9254017.825m	626979.329m	35.142m
6	9254049.612m	627039.424m	34.683m
7	9254073.447m	627082.084m	34.739m
8	9254089.973m	627126.412m	34.955m
9	9253998.901m	627125.564m	35.135m
10	9253954.181m	627116.250m	34.905m
11	9253974.137m	627173.744m	34.996m
12	9253923.554m	627124.495m	35.010m
13	9253975.547m	627231.432m	35.216m
14	9253993.774m	627298.823m	35.309m
15	9253967.254m	627307.826m	35.297m
16	9253908.812m	627256.043m	35.267m
17	9253934.489m	627315.532m	35.394m
18	9253896.305m	627330.065m	35.385m
19	9253962.967m	627397.208m	35.338m
20	9253962.967m	627397.208m	35.318m
21	9253923.549m	627403.627m	35.471m
22	9253994.362m	627340.973m	35.301m
23	9254009.233m	627376.832m	35.495m
24	9254009.236m	627376.841m	35.468m
25	9254025.013m	627413.481m	35.575m
26	9254025.013m	627413.481m	35.576m
27	9253908.389m	627411.124m	35.645m
28	9253978.596m	627467.812m	35.350m
29	9253915.541m	627451.083m	35.506m
30	9253918.507m	627486.580m	35.583m
31	9254039.476m	627450.168m	35.535m
32	9253961.973m	627473.865m	35.429m
33	9253947.006m	627563.762m	35.962m
34	9254009.000m	627542.389m	35.532m
35	9254048.090m	627531.984m	35.474m
36	9254071.185m	627611.221m	35.805m
37	9254103.012m	627689.754m	36.018m
38	9254059.816m	627698.936m	36.091m
39	9253991.241m	627631.392m	36.062m
40	9254144.662m	627662.766m	36.390m
41	9254109.433m	627717.400m	36.484m
42	9254093.517m	627793.574m	36.159m

Elaboración: *Los autores*

4.4 Estudio de mecánica de suelos

4.4.1 Trabajo de campo

Se efectuó un reconocimiento de la zona de estudio para poder ubicar de forma eficiente los puntos donde se ubicarán las calicatas y se extraerán las muestras de suelo. Todo esto siguiendo con lo establecido en la norma NTP 339.162.

a) Equipos y herramientas

- Pala.
- Wincha de 10 metros.
- Bolsas plásticas.
- Sacos de arroz.
- Yeso.
- Barreta.

b) Procedimiento

- Ubicar los lugares donde se va a realizar las 14 calicatas.
- Se delimito con yeso las dimensiones de las calicatas, con una hondura mínima de 1.5 metros, considerando desde la cota rasante final de la vía.
- Realizadas las calicatas, se extrajo las muestras inalteradas en bolsas para los estratos de 5 Kg aproximadamente y en sacos se extrajo 20 Kg para los ensayos de Proctor y CBR.
- Finalmente se llevó las muestras al laboratorio para su posterior realización de ensayos.

En la figura 20, se observa la calicata número 7 ya elaborada:



Figura 20. Extracción de muestras alteradas

Elaboración: Los autores.



Figura 21. Calicata número 07

Elaboración: Los autores.

4.4.2 Descripción de ensayos de laboratorio

Los ensayos han sido elaborados en la Universidad San Martín de Porres Filial Norte, específicamente en el laboratorio de mecánica y en un ambiente particular de Corporación Incell S.A.C.

4.4.2.1 Ensayos realizados en la Universidad San Martín de Porres

4.4.2.1.1 Contenido de humedad

Según lo indicado en la norma NTP 339.126:1998, se procedió a realizar los siguientes.

a) Equipos y materiales

- Balanza eléctrica, marca Scout Pro, de 1000 g, con sensibilidad de 1 g y 0.1 g, respectivamente.
- Capsulas.
- Horno.
- Espátula.

b) Procedimiento

- Se comienza pesando, enumerando y calibrando las capsulas a emplear y se registra los pesos en una libreta.
- Procedemos a llenar las capsulas con los diferentes estratos de muestra, se pesa las capsulas que contienen las muestras.
- Colocamos las muestras al horno, donde permanecerán un lapso de tiempo, no menor de 18 horas, ni mayor a 24 horas, se encontrarán a una temperatura de 110 °C aproximadamente.
- Una vez transcurrido el tiempo establecido, se procede a quitar las muestras del horno y la dejaremos enfriar a temperatura ambiente, en un periodo de 10 minutos aproximadamente.

- Luego se toma registro de los pesos de la muestra seca y se registra en la libreta de apuntes.
- Finalmente se procede al cálculo del contenido de humedad mediante una fórmula.



Figura 22. Pesado de las muestras

Elaboración: Los autores.

c) Cálculo

Para el cálculo del contenido de humedad se empleó la fórmula siguiente:

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W = contenido de humedad, (%)

M_{CWS} = peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{CS} = peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_C = peso del contenedor, en gramos

M_W = peso del agua, en gramos

M_S = peso de las partículas sólidas, en gramos

d) Tabla de resultados

En la tabla 20 se observan los valores conseguidos del contenido de humedad de las 12 calicatas realizadas.

Tabla 21:

Valores del contenido de humedad

Porcentaje de Humedad	E1	E2
C1	25.64%	-
C2	31.60%	-
C3	25.72%	27.35%
C4	26.34%	-
C5	27.63%	32.27%
C6	26.07%	-
C7	23.46%	-
C8	22.53%	27.12%
C9	23.27%	-
C10	30.05%	-
C11	28.63%	-
C12	30.93%	-

Elaboración: Los autores

4.4.2.1.2 Límites de consistencia

Según lo indicado en la norma NTP 339.129.1999, se procedió a realizar lo siguiente.

A. Limite liquido

a) Equipos y materiales

- Copa Casagrande, marca ORION.
- Acanalador.
- Espátula.

- Balanza eléctrica, marca Scout Pro, de 1000 g, con sensibilidad de 1 g y 0.1 g, respectivamente.
- Depósito de porcelana.
- Agua destilada.
- Horno.
- Capsulas.

b) Procedimiento

- Se comienza pulverizando la muestra del suelo, una cantidad aproximada de 100 gramos de muestra seca.
- Se pasa la muestra pulverizada por el tamiz N° 40, utilizando la muestra que pasa y desechando la muestra retenida.
- Tomamos la muestra y la colocamos en un plato de porcelana, donde se le va agregar agua destilada y se va a mezclar con la ayuda de la espátula, hasta obtener una pasta suave y homogénea.
- Se procede a tomar una parte de la muestra preparada, colocamos al plato de Casagrande, se nivela hasta obtener 1 cm de espesor en el punto donde la profundidad es máxima.
- Con la ayuda del acanalador, se divide la muestra por la mitad, de abajo hacia arriba formando un surco bien definido.
- Se comienza a girar el manubrio, a una celeridad aproximada de dos golpes por segundo, haciendo que la copa se levante y se suelte; se toma registro cuando las dos partes de la muestra se junten, anotando el número de golpes.
- Se extrae una porción del tamaño del diámetro de la espátula, en el lugar donde la muestra se juntó; se pesa la muestra y se lleva al horno.
- La muestra restante que queda en la copa, se lleva al plato, se le coloca agua destilada y se vuelve a realizar el mismo procedimiento.
- De un estrato se toman 4 muestras, 2 sobre los 25 golpes y 2 entre los 15 y 25 golpes.



Figura 23. Colocación de agua destilada a la muestra

Elaboración: Los autores.



Figura 24. Colocación de la muestra en la copa de Casagrande

Elaboración: Los autores.



Figura 25. División de la muestra

Elaboración: Los autores.

c) Tabla de resultados

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos del límite líquido.

Tabla 22:

Valores del Límite Líquido

Límite Líquido (LL)											
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
28	28	29	28	30	29	28	27	29	30	27	26

Elaboración: Los autores

B. Limite plástico

a) Equipos y materiales

- Espátula.
- Balanza eléctrica, marca Scout Pro, de 1000 g, con sensibilidad de 1 g y 0.1 g, respectivamente.

- Agua destilada.
- Placa de vidrio.
- Depósito de porcelana.
- Horno.
- Capsulas.

b) Procedimiento

- De la misma muestra empleada para el ensayo de L.L, se toma una parte de la muestra.
- Con las manos se agarra la muestra y se va quitando la humedad, la hacemos rodar sobre el vidrio hasta obtener un diámetro de 1/8" (3.17 milímetros).
- Una vez alcanzada la dimensión y esta se desintegra en partes, esa muestra es colocada en una capsula y pesada, para luego ser llevada al horno para establecer su contenido de humedad.



Figura 26. Obtención de un diámetro hasta un 1/8"

Elaboración: Los autores.



Figura 27. Colocación de la muestra al horno

Elaboración: Los autores.

c) Tabla de resultados

En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos del límite líquido.

Tabla 23:

Valores del Límite plástico

Límite Plástico (LP)											
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
20	20	18	20	21	19	20	18	19	21	19	20

Elaboración: Los autores

C. Índice de plasticidad

Se determina del resultado de la resta del LL y el LP. Dichos valores son:

Tabla 24:

Valores del Índice de plasticidad

Índice de Plasticidad											
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
8	8	11	8	9	10	8	9	10	9	8	6

Elaboración: Los autores

4.4.2.1.3 Análisis granulométrico

Según lo indicado en la NTP 339.128:1999, se procedió a realizar los siguientes.

a) Equipos y materiales

- Balanza eléctrica, marca Scout Pro, de 1000 g, con sensibilidad de 1 g y 0.1 g, respectivamente.
- Capsulas.
- Horno.
- Juego de tamices, marca Orion.

b) Procedimiento

- Se comienza pesando, enumerando y calibrando las capsulas a emplear y se registra los pesos en la libreta de datos.
- Se cuartea el material utilizando una comba de goma, una vez hecho esto se coloca en el horno; donde permanecerán un lapso de tiempo, no menor de 18 horas, ni mayor a 24 horas, se encontrarán a una temperatura de 110 °C aproximadamente.
- Se procede a enumerar y calibrar las capsulas a emplear y se registra los pesos en la libreta de datos.
- El material extraído del horno se pesa y luego se procede al lavado utilizando la malla N° 200.
- El material retenido se coloca nuevamente en el horno para el horno para el secado, una vez que la muestra se retira y enfría se vuelve a pesar, obteniendo el peso del lavado y secado al horno.
- Luego se coloca el material en el juego de mallas para realizar el tamizado.

- Finalmente, el material retenido en cada malla es pesado en la balanza electrónica y se apunta los resultados obtenidos.



Figura 28. Lavado de la muestra por el tamiz N° 200

Elaboración: Los autores.



Figura 29. Tamizado de la muestra

Elaboración: Los autores.

c) Cálculo

Para realizar el cálculo de la curva granulométrica se empleó la siguiente fórmula:

$$\%Retenido = \frac{W_{malla}}{M_1} \times 100$$

Donde:

W_{malla} = Peso retenido por malla, en gramos.

M_1 = Peso de la muestra secada al horno, en gramos

d) Tabla de resultados

En la tabla 25 se aprecia los valores obtenidos en el análisis granulométrico.

Tabla 25:*Valores del análisis granulométrico*

	Análisis Granulométrico														
	C1	C2	C3		C4	C5		C6	C7	C8		C9	C10	C11	C12
	E1	E1	E1	E2	E1	E1	E2	E1	E1	E1	E2	E1	E1	E1	E1
D60	0.15	0.16	0.13	0.149	0.157	0.162	0.168	0.15	0.161	0.139	0.152	0.172	0.16	0.154	0.18
D30	0.381	0.395	0.36	0.38	0.396	0.4	0.415	0.324	0.4	0.3	0.349	0.509	0.397	0.351	0.576
D10	0.725	0.734	0.711	0.72	0.735	0.742	0.738	0.71	0.74	0.7	0.721	0.835	0.71	0.73	0.895
Cu	0.207	0.218	0.183	0.207	0.214	0.218	0.228	0.211	0.218	0.199	0.211	0.206	0.225	0.211	0.201
Cc	1.380	1.360	1.410	1.346	1.359	1.331	1.389	0.986	1.343	0.925	1.111	1.804	1.387	1.096	2.059

Elaboración: Los autores

4.4.2.1.4 Clasificación de suelos

A. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Según lo indicado en la norma NTP 339.134:1999, se realizará el siguiente procedimiento.

a) Procedimiento para suelos de grano fino ($\geq 50\%$ pasa la malla N° 200)

- Cuando el límite líquido (LI) es inferior a 50, clasificamos el suelo como arcilla plástica baja, CL.
- Cuando el límite líquido (LI) es igual o superior a 50, clasificamos el suelo como arcilla altamente plástica CH.
- Si se encuentra el suelo en la línea A (en la tabla de plasticidad), lo clasificaremos como arcilla limosa CL-ML con un rango de IP de 4-7.
- Si LI es menor que 50, clasificamos el suelo como ML.
- Si LI es igual o superior a 50, clasificamos el suelo como limo elástico MH.
- Si la materia orgánica del suelo afecta el valor de LI, reduciendo el contenido de LI en el suelo en un 75%, lo clasificaremos como limo u arcilla orgánica.
- Si el LI no secado en horno es menor al 50%, si el índice de plasticidad (Ip) es menor que 4 y menor que la línea A, el Ip es mayor o igual a 4, clasificamos como limo u arcilla orgánica OL.
- Si la LI que no pasa por el horno es mayor o igual a 50 y está en la línea A (arcilla orgánica) o por debajo de la línea A, clasificamos el suelo como arcilla o limo orgánico, OH.
- Si se retiene el 15% o más del material de prueba en la malla de 200 y es inferior al 30%, se debe agregar al símbolo "con arena o grava"
- Independientemente si el 200 de la malla retiene el 30% o más del material de prueba, debe agregarse al símbolo "arenoso o gravosos".

b) Procedimiento para suelos de grano grueso (50% a más es retenido en la malla N° 200)

- Clasificaremos el espécimen como grava, si se retiene más del 50% en la maya N° 4.
- Clasificaremos el espécimen como arena, si pasa más del 50% por la malla N°4.
- Si el valor a través de la malla No. 200 es igual o menor al 12%, debe dibujar una curva de tamaño de partícula y usar la siguiente fórmula para determinar el coeficiente de curvatura (Cc) y el coeficiente de uniformidad (Cu).

$$Cu = D_{60}/D_{10}$$

$$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$$

Donde:

D_{10} , D_{30} y D_{60} = son diámetros de las partículas que corresponden al 10, 39 y 60 % del acumulado que llega a pasar en la curva granulométrica.

- Clasificaremos el espécimen como arena bien graduada (SW) o grava bien graduada (GW), si menos del 5% pasa el tamiz N° 200 y su Cu sea más que 4,0 en grava o más que 6,0 en arena y su Cc sea \geq que 1 pero menos que 3.
- Siempre que Cc y Cu no puedan cumplir con los requisitos de un suelo bien graduado, cuando menos del 5% de las partículas pasen por la malla N ° 200, las clasificaremos como grava (GP) o arena bien graduada (SP).
- Clasificaremos las muestras que pasen más del 12% de la malla N° 200 como arcilla o limosa según su posición en la tabla de plasticidad.
- Siempre que el valor de IP sea superior a 7, lo clasificamos como arena arcillosa (SC) o grava arcillosa (GC).
- Si su IP es menor a 4 y está por debajo de la línea A, los clasificamos como grava y arena limosa (GM, SM).
- Si se obtiene CL-ML en nuestro mapa de materiales finos, la muestra se clasifica como grava de arcilla limosa (Sc-SM) (si es arena) o grava de arcilla limosa (GC-GM) (si es grava).

- Si el 5% - 12% del material de ensayo llega a pasar el tamiz N°200 tendremos los siguientes símbolos: Para arena o grava que presenta menos del 5% (GW, GP, SW, SP) y para arena que presenta más del 12% de finos (GC, GM, SC, SM).
- Si la muestra contiene más arena o grava, pero esta llega a tener más del 15% de partículas gruesas se añadirá la palabra con grava o con arena.

B. Clasificación (AASHTO)

Según lo indicado en la norma NTP 339.135:1999, se realizará el siguiente procedimiento.

a) Procedimiento (35% a menos pasa la malla N° 200)

- Lo clasificaremos en el grupo A-1 cuando es un material bien graduado y es débilmente plástica.
Lo clasificaremos como el sub grupo A-1-a, cuando presente más roca o grava.
Lo clasificaremos como el sub grupo A-1-b, cuando presente más arena gruesa.
- Lo clasificaremos en el grupo A-3 cuando es un material de arena fina sin materiales limosos o arcillosos, no es plástica.
- Clasificamos como A-2 cuando presenten materiales de grava, arena, limosas y arcillosas
- Lo clasificamos como grupo A- 4 cuando encontremos un suelo limoso normalmente plástico o puede no ser plástico ya que puede presentar hasta 64% de arena o grava que no pasa la N°200.
- Lo clasificamos como A- 5 cuando el material llega ser muy plástico y es similar al grupo A- 4.
- Lo clasificamos como A- 6 cuando su material predominante es arcilla y llega a ser plástico y más del 75 % pasa la N°200 también suele presentar arena y grava.
- Lo clasificamos como A-7 cuando llega a ser elástico y presenta en los sub grupos A-7-5 (con IP moderados y pueden ser altamente elásticos) o A-7-6 (con IP altos y cambio de volumen alto).

b) Cálculo

Para determinar el índice de grupo tenemos la siguiente fórmula

$$(IG) = 0.2_a + 0.005_{ac} + 0.01_{bd}$$

Donde:

a = Lo que pasa en porcentaje por la malla N° 200, cuyos valores comprenden como mínimo 35% y como máximo 75%. Se expresa mediante un número entero (0 a 40).

b = Lo que pasa en porcentaje por la malla N° 200, cuyo valor comprenden como mínimo 15% y como máximo 55%. Se expresa mediante un número entero (0 a 40).

c = Fracción del límite líquido, comprende como valor mínimo 40% y valor máximo de 60%. Se expresa mediante un número entero (0 a 20).

d = Fracción del índice de plasticidad, comprende como valor mínimo 10% y valor máximo 30%. Se expresa mediante un número entero (0 a 20).

El índice de grupo comprende valores entre 0 y 20 o más. Cuando el índice de grupo se obtiene valores negativos, se coloca un cero.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos de la clasificación de suelos por medio de los métodos AASHTO y SUCS.

Tabla 26:

Valores de la clasificación de suelos

	Clasificación														
	C1	C2	C3		C4	C5		C6	C7	C8		C9	C10	C11	C12
	E1	E1	E1	E2	E1	E1	E2	E1	E1	E1	E2	E1	E1	E1	E1
SUCS	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
AASHTO	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)

Elaboración: Los autores

4.4.2.2 Ensayos realizados en laboratorio

particular

Los certificados de calibración se encontrarán en el anexo 2, 3, 4 y 5, respectivamente.

4.4.2.2.1 Contenido de humedad

a) Basado en la Normativa

La normativa empleada para el desarrollo del ensayo fue:

- NTP 339.127:1998. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

b) Equipos y materiales

- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Capsulas.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Espátula.

c) Tabla de resultados

La tabla muestra los resultados del contenido de humedad.

Tabla 27:

Valores del contenido de humedad

Porcentaje de Humedad	E1	E2
C13	24.84%	29.07%
C14	26.08%	-

Elaboración: *Los autores*

4.4.2.2.2 Límites de consistencia

Para el desarrollo de los límites de consistencia, se realizó mediante lo establecido en la norma:

- NPT 339.129:1999: Suelos. Permite determinar el método de prueba de límite líquido, plástico e índice de plasticidad.

a) Límite líquido

Equipos y materiales

- Copa Casagrande, marca ORION, modelo R321.
- Acanalador.
- Espátula.
- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Depósito de porcelana.
- Agua destilada.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Capsulas.

En la tabla número 28 se muestra los valores del límite líquido.

Tabla 28:

Valores del límite líquido

Límite Líquido (LL)	
C13	C14
28	30

Elaboración: *Los autores*

b) Limite plástico

Equipos y materiales

- Espátula.
- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Agua destilada.
- Placa de vidrio.
- Depósito de porcelana.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Capsulas.

La tabla 29 muestra los valores del límite líquido.

Tabla 29:

Valores del límite plástico

Límite Plástico (LP)	
C13	C14
20	21

Elaboración: *Los autores*

c) Índice de plasticidad

Para determinar el índice de plasticidad, se resta el LL con el LP.

En la tabla 30 se muestra los valores del índice de plasticidad.

Tabla 30:

Valores del índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	
C13	C14
8	9

Elaboración: *Los autores*

4.4.2.2.3 Análisis granulométrico

a) Normativa

Para el desarrollo y cálculo de resultados del ensayo, se empleó la siguiente normativa:

- NTP 339.128:1999. Suelos. Método de prueba para el análisis granulométrico.
- NTP 339.132: 1999. Suelos. Determinar el método de prueba para pasar materiales de malla 200.

b) Equipos y materiales

- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Capsulas.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Juego de tamices, marca Orion.

c) Tabla de resultados

Tabla 31:

Valores del análisis granulométrico

	Análisis Granulométrico		
	C13		C14
	E1	E2	E1
D60	0.167	0.179	0.161
D30	0.432	0.548	0.41
D10	0.77	0.88	0.76
Cu	0.217	0.203	0.212
Cc	1.451	1.906	1.374

Elaboración: *Los autores*

4.4.2.1.4 Clasificación de suelos

Para el desarrollo del ensayo de clasificación de suelos, se empleó la normativa siguiente:

- NTP 339.134:1999. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS.
- NTP 339.135:1999. Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

a) Procedimiento para suelos de grano fino (50% a más pasa el tamiz N° 200)

- Cuando el límite líquido es inferior a 50, clasificamos el suelo como arcilla plástica baja CL.
- Cuando el límite líquido (LI) es igual o superior a 50, clasificamos el suelo como una arcilla altamente plástica CH.
- Si el suelo se encuentra en la línea A o superior (en la tabla de plasticidad), y el rango de IP es 4-7, clasificaremos el suelo como arcilla limosa CL-ML.
- Si LI es menor que 50, clasificamos el suelo como ML.
- Si LI es igual o superior a 50, clasificamos el suelo como limo elástico MH.
- Si la materia orgánica en el suelo afecta el valor de LI (75% de reducción de la muestra original), clasificaremos el suelo como limo u arcilla orgánica.
- Clasificamos el suelo como limo u arcilla orgánica OL, si el LI no secado en el horno es menor al 50%, si el índice de plasticidad (Ip) es menor que 4, menor que la línea A, y el Ip es mayor o igual a 4, en la línea A.
- Si la LI que no pasa por el horno es mayor o igual a 50 y está en la línea A (arcilla orgánica) o por debajo de la línea A, clasificamos el suelo como arcilla o limo orgánico, OH.
- Si el 30% es menos y 15% más de las muestras son retenidas en la malla, debe agregarse al símbolo "arena o grava".

- Independientemente de si el 30% o más del material de prueba es retenido en la malla N° 200, debe agregarse al símbolo "arenoso o gravoso".

b) Procedimiento para suelos de grano grueso (50% a más es retenido en la malla N° 200)

- Clasificaremos el espécimen como grava, si se retiene más del 50% en la malla N° 4.
- Si pasa más de 505 pasan por la cuadrícula n°4, la muestra se clasifica como arena.
- Si la tasa de malla 200 es del 12% o menos, se debe trazar la curva de tamaño de partícula y el coeficiente de curvatura (Cc) y el coeficiente de uniformidad (Cu) deben calcularse utilizando la siguiente fórmula

$$Cu = D_{60}/D_{10}$$

$$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$$

Donde:

D_{10} , D_{30} y D_{60} = son diámetros de las partículas que corresponden al 10, 30 y 60 % del acumulado que llega a pasar en la curva granulométrica.

- Si el 5% o menos pasa a través de la malla N° 200, su Cu es superior a 4.0 o más que 6.0 en arena y su $Cc \geq 1$ pero menos de 3., entonces se clasifica como arena bien graduada (SW) o grava bien graduada (GW).
- Siempre que Cc y Cu no puedan cumplir con los requisitos de un suelo bien graduado, cuando menos del 5% de las partículas pasen por la malla N° 200, las clasificaremos como grava (GP) o arena pobremente graduada respectivamente (SP).
- Clasificaremos las muestras que pasen más del 12% de la malla N° 200 como arcilla o limosa, según su posición en la tabla de plasticidad.
- Siempre que el valor de IP sea superior a 7, lo clasificamos como arena arcillosa (SC) o grava arcillosa (GC).
- Si su IP es menor a 4 y por debajo de la línea A, los clasificamos como grava y arena limosa (GM, SM).

- Si se obtiene CL-ML en nuestro gráfico de materiales finos, la muestra se clasifica como grava de arcilla limosa (GC-GM) (si es grava) o grava de arcilla limosa (Sc-SM) (si es arena)
- Si el 5% -12% de los materiales de prueba pasan la malla 200, tendremos los siguientes símbolos:
- Para grava o arena con un contenido inferior al 5% (GW, GP, SW, SP), el contenido de la misma supera el 12% (GC, GM, SC, SM).
- Si la muestra contiene más arena o grava, pero las partículas gruesas superan el 15%, se añadirán palabras con grava o arena.

Clasificación (AASHTO)

Según lo indicado en la norma NTP 339.135:1999, se realizará el siguiente procedimiento.

a) Procedimiento (35% a menos pasa la malla N° 200)

- Lo clasificaremos en el grupo A-1 cuando es un material bien graduado y es débilmente plástica.
Lo clasificaremos como el sub grupo A-1-a, cuando presente más roca o grava.
Lo clasificaremos como el sub grupo A-1-b, cuando presente más arena gruesa.
- Lo clasificaremos en el grupo A-3 cuando es un material de arena fina sin materiales limosos o arcillosos, no es plástica.
- Clasificamos como A-2 cuando presenten materiales de grava, arena, limosas y arcillosas
- Lo clasificamos como grupo A- 4 cuando encontremos un suelo limoso normalmente plástico o puede no ser plástico ya que puede presentar hasta 64% de arena o grava que no pasa la N°200.
- Lo clasificamos como A- 5 cuando el material llega ser muy plástico y es similar al grupo A- 4.

- Lo clasificamos como A- 6 cuando su material predominante es arcilla y llega a ser plástico y más del 75 % pasa la N°200 también suele presentar arena y grava.
- Lo clasificamos como A-7 cuando llega a ser elástico y presenta en los sub grupos A-7-5 (con IP moderados y pueden ser altamente elásticos) o A-7-6 (con IP altos y cambio de volumen alto).

La siguiente tabla muestra la clasificación del suelo.

Tabla 32:

Clasificación del suelo

	Clasificación		
	C13		C14
	E1	E2	E1
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A-4(9)	A-4(9)	A-4(9)

Elaboración: *Los autores*

4.4.2.1.5 Sales

a) Normativa

Para desarrollar la prueba de sales se utilizaron los siguientes procesos mediante la norma:

- NTP 339.152: 1998. Suelos, método de prueba estándar para determinar el contenido de sal soluble del suelo y las aguas subterráneas.

b) Equipos y materiales

- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Capsulas.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Papel filtro.
- Agua destilada

c) Tabla de resultados

En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos en el ensayo de sales.

Tabla 33:

Valores del ensayo de sales

Sales																	
C1	C2	C3		C4	C5		C6	C7	C8		C9	C10	C11	C12	C13		C14
E1	E1	E1	E2	E1	E1	E2	E1	E1	E1	E2	E1	E1	E1	E1	E1	E2	E1
0.60%	0.60%	0.70%	0.75	0.65%	0.60%	0.65%	0.60%	0.70%	0.80%	0.85%	0.65%	0.60%	0.70%	0.60%	0.60%	0.65%	0.80%

Elaboración: *Los autores*

4.4.2.2.1 Proctor Modificado

Según lo indicado en la norma NTP 339.141, se procedió a realizar el ensayo empleando el método A, ya mencionado en el marco teórico.

a) Equipos y materiales

- Molde cilíndrico de 4" pulgadas de diámetro.
- Pisón, con una masa de 4.54 Kg.
- Enrasador.
- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Cápsulas metálicas.
- Cuchillo.
- Malla.

b) Procedimiento

- Se toma una muestra que se al dejado secar al aire libre, de aproximadamente 15 Kg de masa, se utiliza el material que pasa por la malla N° 4.
- Se utiliza una cantidad aproximada de 2 % de agua, para humedecer de forma homogénea toda la muestra.
- Se toma registro del peso del molde y sus dimensiones en el cuaderno de apuntes.
- Con la ayuda del pisón, se compacta la muestra en 5 capas, con 25 golpes por cada capa, distribuyendo el golpe del pisón de forma uniforme por toda la superficie.
- En la última capa se tapa los huecos que queden, se enrasa y se retira el collar.
- Se calcula el peso unitario seco que resulte.
- Se va a repetir el procedimiento, agregando el agua suficiente para determinar una relación entre el contenido de agua del suelo y el peso unitario seco.
- Los valores que se obtienen del peso unitario seco modificado y el óptimo contenido de agua, se van a determinar mediante la curva de compactación.

c) Tabla de resultados

La tabla número 34 muestra los valores obtenidos del Proctor modificado.

Tabla 34:

Valores del ensayo de Proctor modificado

	Proctor													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
M.D.S	1.73	1.75	1.74	1.761	1.77	1.752	1.78	1.81	1.731	1.79	1.75	1.735	1.76	1.774
O.C.H	10.71	12	11.26	13.4	14.6	12.41	15.09	21.8	10.82	15.32	12.2	11.01	13.27	14.92

Elaboración: *Los autores*

4.4.2.2.2 CBR

Según lo establecido en la norma NTP 339.145.1999, se procedió se utilizaron los siguientes equipos y procedimientos.

a) Equipos y materiales

- Molde, metálico de forma cilíndrica, de 6" pulgadas de espesor y 7" pulgadas de altura.
- Collar, de 2 pulgadas de altura.
- Disco espaciador, con diámetro de 5 15/16 pulgadas y una altura de 2.5" pulgadas.
- Apisonador, con masa de 10 lb y una altura de caída de 18" pulgadas.
- Extensómetro colocado sobre trípode.
- Pesas.
- Pistón de penetración, con una sección de 19.35 cm² y con una penetración hasta ½" pulgada.
- Prensa, de marca Zemic.
- Balanza eléctrica, marca Ohaus, modelo R31P30.
- Horno, marca Zhe Jiang TuGong instrument, modelo STHX-1.
- Diales, miden deformaciones con lecturas de 0.025 mm.
- Tamices, de 4.76 mm (N°4) y 50.80 mm (2" pulgadas).
- Cuchillo.
- Enrasador.

b) Procedimiento

- De cada calicata se saca una muestra alterada, la cual se seca al aire libre.
- Se extrae una muestra de 6 Kg para cada molde de CBR, debidamente tamizada por el tamiz 3/4" pulgada.
- Sabiendo los valores de la humedad natural y la humedad optima de la muestra, se determina la cantidad de agua a añadir.

- Determine la calidad y el tamaño del molde. Una vez finalizado, el molde se ensambla con el plato base y el collar.
- Se coloca el disco espaciador, el papel filtro y se procede a compactar en 5 capas con 56 golpes por cada capa.
- Una vez compactada se retira el collar y se enrasa la muestra, llenando los espacios vacíos.
- El vástago de la válvula se ubica en la parte superior del molde con un anillo de sobrecarga. Obtenga la lectura inicial instalando el trípode en el borde y colocando el dial en el centro de la varilla. El molde se sumergió en el tanque y se leyó continuamente durante 4 días.
- Se realiza el mismo procedimiento con el segundo y tercer molde, pero estos se compactan con 25 y 10 golpes por capa, respectivamente.
- Transcurrido el periodo de inmersión, se procede a retirar los moldes sumergidos, se deja escurrir por un transcurso de 15 minutos, se le retira las sobrecargas y el vástago; se pesa y se seca el molde para realizar el ensayo de penetración.
- Después del secado, colocar el recargo. Ponemos la muestra en la prensa y luego agregamos el pistón. Instale un dial para medir la fuerza de penetración del pistón y comience con una carga de 10 lb.
- La aguja del cuadrante de medición se encera y la carga se aplica al pistón penetrante a una uniforme velocidad de 1.27 (.05 pulgadas) por minuto a través del gato correspondiente o el mecanismo del dispositivo de carga. Y observe las lecturas de carga para las fuerzas de penetración de 0.025, 0.050, 0.075, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5 pulgadas.

c) Tabla de resultados

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos de CBR.

Tabla 35:

Valores del ensayo de CBR

	CBR													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
CBR al 100%: 0.1"	6.9	7.36	7.11	7.54	7.72	7.36	7.93	7.17	6.93	8.13	7.32	7.01	7.52	7.8
CBR al 95% de MDS (%)	5.51	5.92	5.74	6.2	6.39	6	6.61	5.8	5.54	6.83	5.96	5.63	6.18	6.48
CBR al 100%: 0.2"	8.91	9.32	9.09	9.47	9.63	9.31	9.81	9.15	8.93	9.99	9.27	9	9.45	9.71
CBR al 95% de MDS (%)	7.45	8.05	7.78	8.46	8.74	8.17	9.07	7.88	7.49	9.39	8.1	7.62	8.42	8.87

Elaboración: Los autores

4.5 Cálculo de espesor del pavimento

El método recomendado para determinar el diseño de pavimento flexible se basa en los criterios de diseño de AASHTO 93, en el que encontraremos los siguientes parámetros.

4.5.1 Número de ejes equivalentes (ESAL)

Se calculó el resultado del número de ejes equivalentes a través de la fórmula expresada en la tabla 20, teniendo como resultado un ESAL de 16624751.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{1094} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$
$$0.4 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

Figura 30. Fórmula para determinar el ESAL

Fuente: Guía AASHTO 93

4.5.2 Módulo de Resiliencia (Mr)

Se medirá la rigidez del suelo de la subrasante, teniendo un CBR = 6.9% y a través de la siguiente fórmula obtendremos:

$$Mr(psi) = 4326 * \ln CBR + 241$$

$$Mr(psi) = 4326 * \ln 6.9 + 241$$

$$Mr(psi) = 8795.37$$

4.5.3 Confiabilidad (%R)

El nivel de confiabilidad lo encontraremos dependiendo el tipo de tráfico y según lo encontrado en el estudio de tráfico, para

esto se aplicará conceptos estadísticos, en esta ocasión elegiremos **TP12**, debido a que se encuentran entre los intervalos dados.

Tabla 36:

Nivel de confiabilidad

Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad
TP12	15000000	20000000	95%

Fuente: Manual de Carreteras 2013

En la tabla N°36, seleccionamos el TP12 debido a que tenemos un Esal de 16993161 los cuales se encuentran en el rango de 15 000 000 y 20 000 000, obteniendo un %R de 95%.

4.5.4 Coeficiente estadístico de desviación estándar (Zr)

Se representa según la confiabilidad encontrada, en la que tendremos un tráfico de TP12 según los siguientes intervalos de la Tabla 31.

Tabla 37:

Desviación estándar (Zr)

Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviacion Estandar Normal (Zr)
TP12	15000000	20000000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras 2013

En la tabla N°37, seleccionamos el TP12 debido a que tenemos un Esal de 16993161 los cuales se encuentran en el rango de 15 000 000 y 20 000 000, obteniendo un Zr de -1.645.

4.5.5 Desviación estándar combinado So

Utilizamos el recomendado según el MTC que será 0.45.

4.5.6 Índices de Serviciabilidad (PSI)

Representa la comodidad que se ofrece al usuario, los valores obtenidos los obtendremos del MTC

Tabla 38:

Índices de Serviciabilidad (PSI)

Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	Índice de Serviciabilidad Final (Pt)	Δ PSI
Tp12	15000000	20000000	4.20	3.00	1.20

Fuente: Manual de Carreteras 2013

4.5.7 Numero Estructural Requerido (SNR)

Encontraremos el SNR mediante los datos obtenidos anteriormente (ESAL, Mr, %R, Zr, Pi, Pt).

Este dato nos indica el espesor total de pavimento que se usara en las capas conformadas por la rodadura, base y sub base.

Tabla 39:

Número Estructural Requerido (SNR)

SNR	5.927
-----	-------

Elaboración: *Los autores*

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Estudio de tráfico

Su propósito es elaborar un estudio de tráfico analizando las condiciones actuales y proyectadas durante la vida del proyecto de investigación. El estudio incluye las condiciones del tráfico, especificando los tipos de vehículos y el número existente en la zona de estudio. Esta investigación muestra que el resultado de la cantidad de vehículos servirá de base para un adecuado diseño vial, definiendo las características técnicas del proyecto.

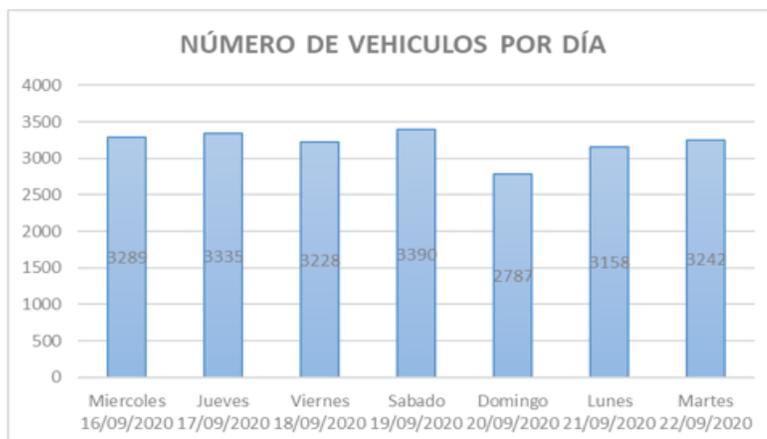


Figura 31. Conteo vehicular por día

Elaboración: Los autores

En la figura N°31, podemos visualizar el extracto del estudio de tráfico del centro poblado Ramiro Prialé. Esto nos dice que el día viernes es donde hay mayor tránsito de vehículos, con una cantidad de 1920 coches entre livianos y pesados, por lo tanto, el día sábado con una cantidad de 1911 autos.

Teniendo todos los valores previos, se calcula el ESAL, que servirá para el diseño del pavimento flexible.

Tabla 40:

Cálculo del ESAL de diseño

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.45 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados $Factor\ Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	28.13
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\sum f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	16 624 751

Elaboración: Los autores

En la tabla N° 40 se calculó el ESAL de diseño con un total de 16624751 de ejes equivalentes o la cantidad de veces que transitaran en esa vía, según el tipo de vehículo. Este resultado del ESAL, es un factor que se emplea, en la determinación del cálculo de espesor de pavimento.

5.2 Estudio topográfico

El presente trabajo se localiza en el distrito de José Leonardo Ortiz, en el centro poblado Ramiro Prialé. Para la realización del estudio topográfico, se levantaron las calles, avenidas e intersecciones en un transcurso de 3 días calendarios, llevándose a cabo desde el día 11 de octubre, hasta el día 13 de octubre del año 2019.

En la figura 32, se muestra el levantamiento topográfico de las calles del lugar de estudio, donde su altitud menor es de 34.77 msnm y la más alta de 36.74 msnm, lo que muestra que es un terreno llano con pocas pendientes.

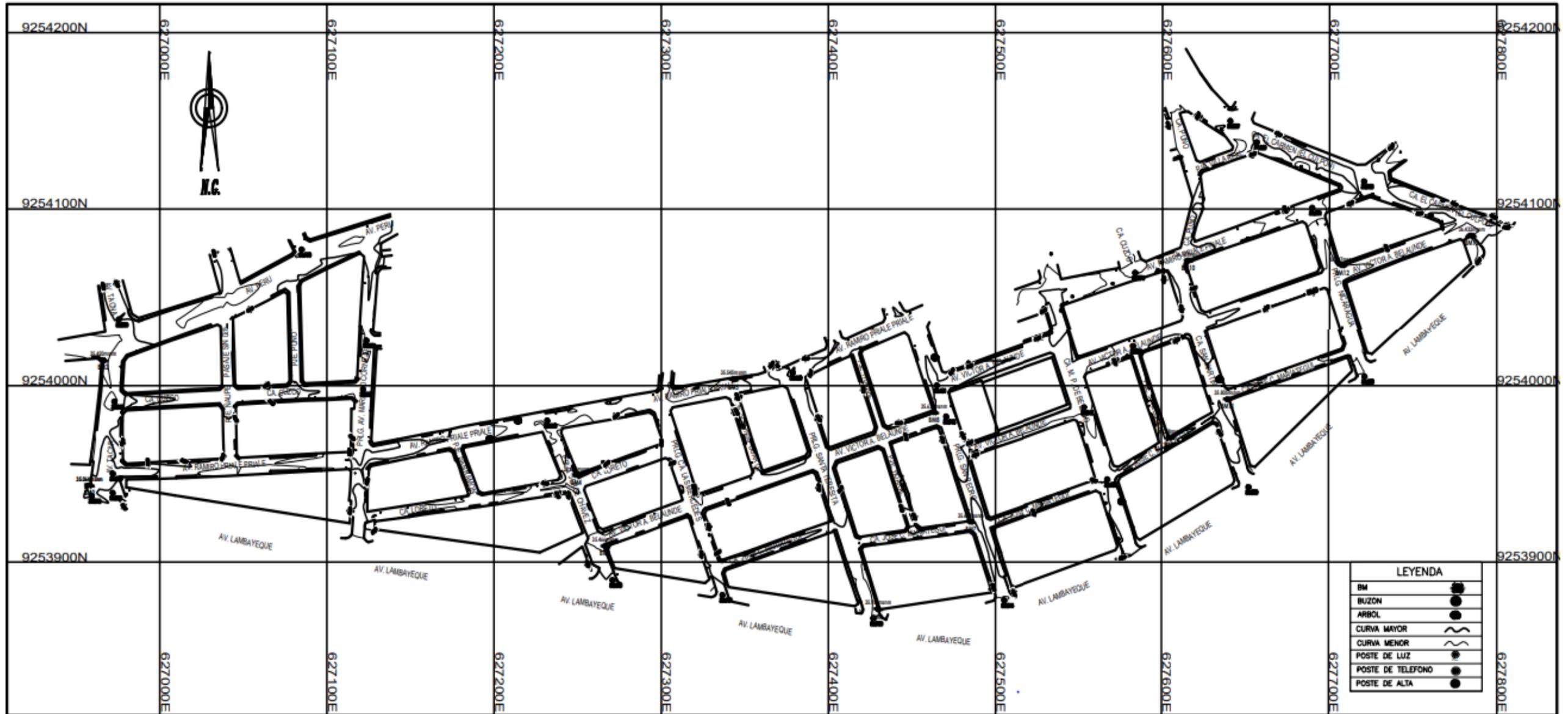


Figura 32 Levantamiento topográfico del centro poblado Ramiro Prialé.

Elaboración: Los autores.

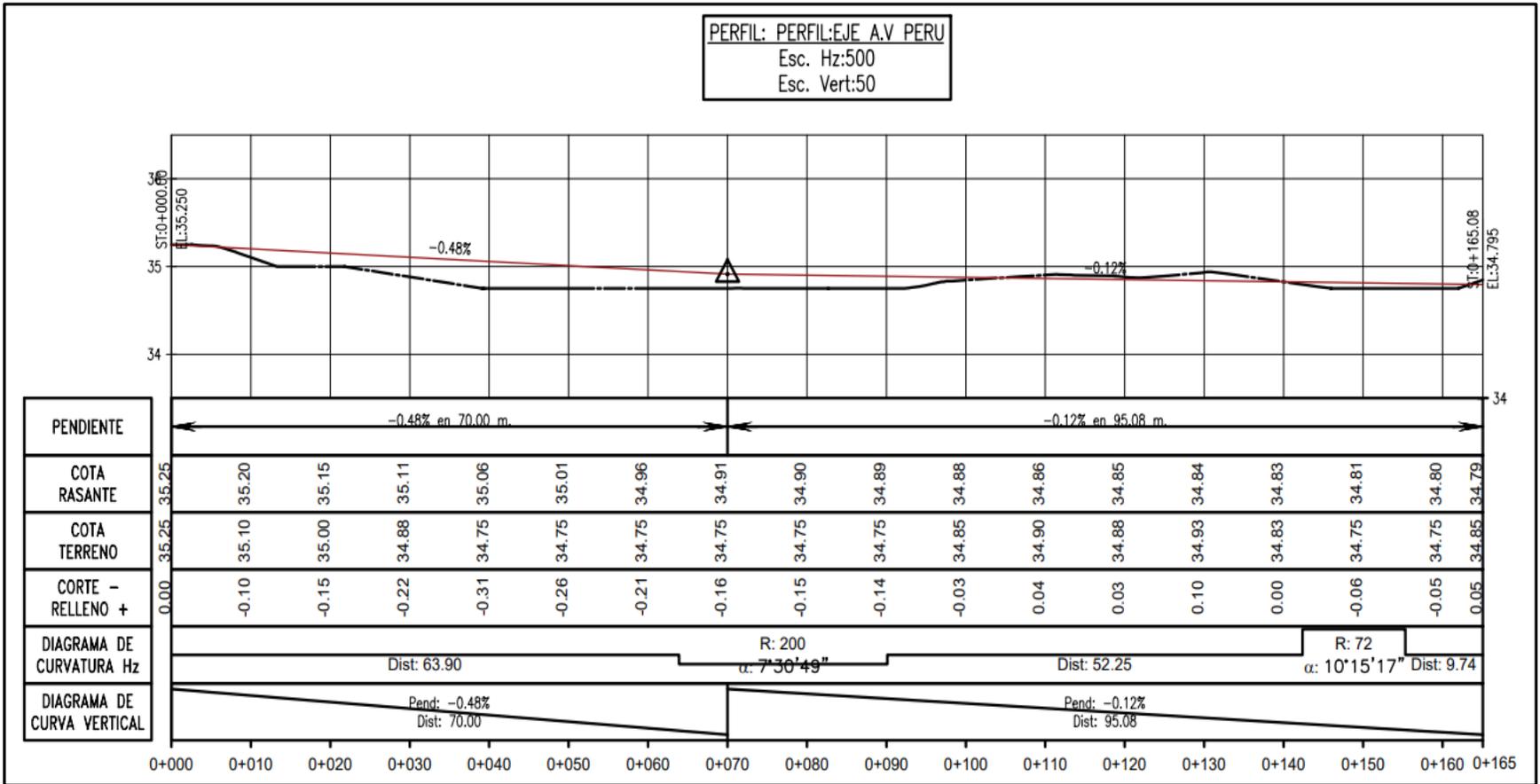


Figura 33. Perfil del eje de la A.V. Perú

Elaboración: Los autores.

SECCIONES TRANSVERSALES

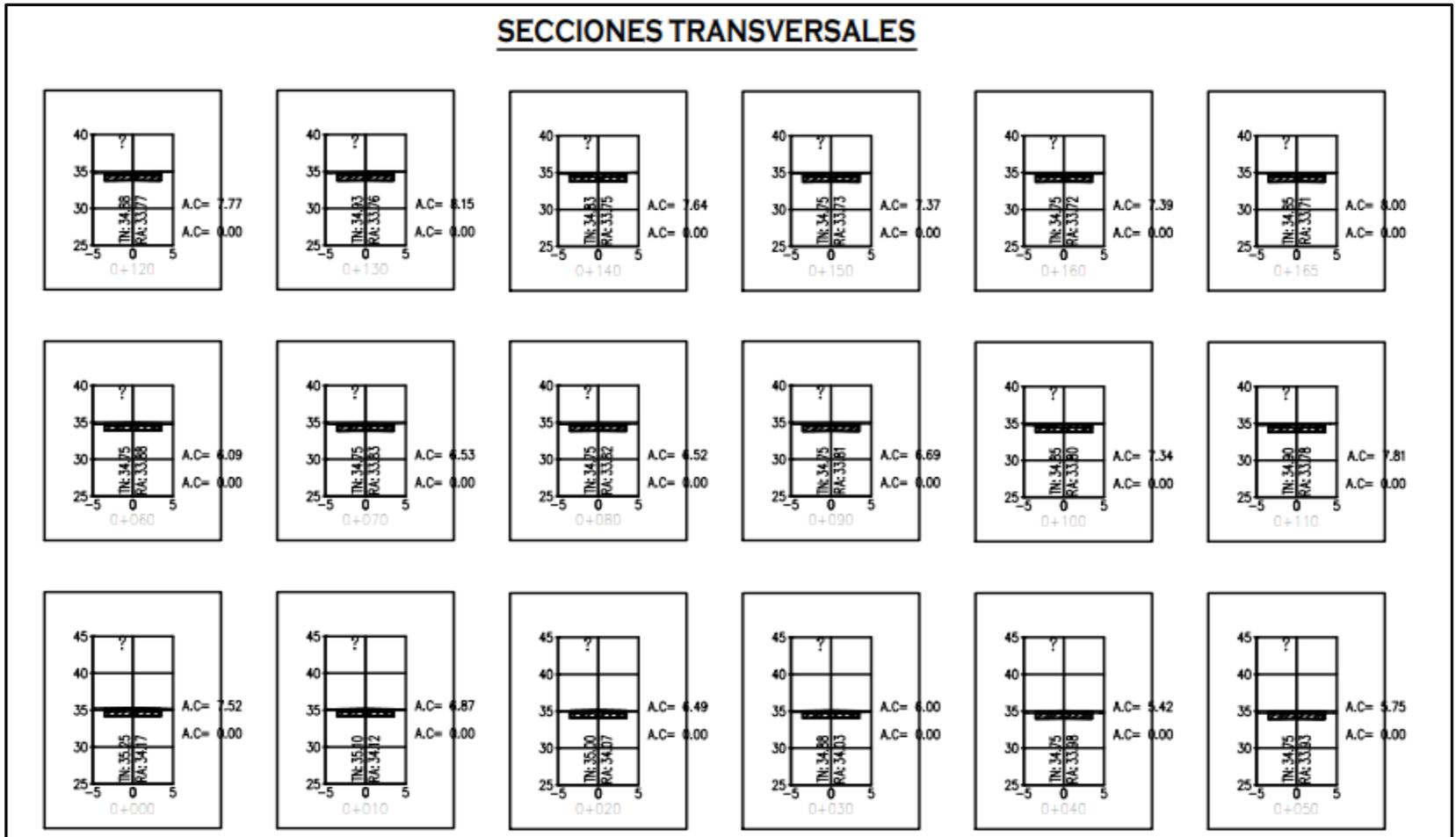


Figura 34. Secciones transversales de la A.V. Perú

Elaboración: Los autores.

Las figuras 34 y 35 muestran los contornos y secciones transversales diseñadas para A.V. en Perú. Estos cálculos se realizaron para cada calle que constituía el sitio de estudio.

5.3 Estudio de suelos

Su propósito es determinar las propiedades tanto físicas como mecánicas del suelo para esta investigación. Dicho estudio tiene los siguientes resultados:

Tabla 41:*Resumen de los estudios realizados en las 14 calicatas.*

Calicatas	Descripción											
	Contenido de Humedad	Clasificación de suelo		Límites de consistencia		Sales	Proctor		CBR		Análisis Granulométrico	
		AASHTO	SUCS	L. Líquido	L. Plástico		M.D.S	O.C.H	95%	100%	Cu	Cc
N° 01	25.64%	A-4(9)	CL	28	20	0.60%	1.73	10.71	5.51	6.90	0.21	1.38
N° 02	31.60%	A-4(9)	CL	28	20	0.60%	1.75	12.00	5.92	7.36	0.22	1.36
N° 03	26.54%	A-4(9)	CL	29	18	0.73%	1.74	11.26	5.74	7.11	0.87	1.04
N° 04	26.34%	A-4(9)	CL	28	20	0.65%	1.76	13.40	6.20	7.54	0.21	1.36
N° 05	29.95%	A-4(9)	CL	30	21	0.63%	1.77	14.60	6.39	7.72	0.96	0.96
N° 06	26.07%	A-4(9)	CL	29	19	0.60%	1.75	12.41	6.00	7.36	0.21	0.99
N° 07	23.46%	A-4(9)	CL	28	20	0.70%	1.78	15.09	6.61	7.93	1.10	1.34
N° 08	24.83%	A-4(9)	CL	27	18	0.83%	1.81	21.80	5.80	7.17	0.21	0.83
N° 09	23.27%	A-4(9)	CL	29	19	0.65%	1.73	10.82	5.54	6.93	0.21	1.80
N° 10	30.05%	A-4(9)	CL	30	21	0.60%	1.79	15.32	6.83	8.13	1.10	1.39
N° 11	28.63%	A-4(9)	CL	27	19	0.70%	1.75	12.20	5.96	7.32	0.20	1.10
N° 12	30.93%	A-4(9)	CL	26	20	0.60%	1.74	11.01	5.63	7.01	0.22	2.06
N° 13	26.96%	A-4(9)	CL	28	20	0.63%	1.76	13.27	6.18	7.52	0.20	0.76
N° 14	26.08%	A-4(9)	CL	30	21	0.80%	1.77	14.92	6.48	7.80	0.21	1.37

Elaboración: Los autores

De la tabla 41, se puede apreciar los resultados del estudio de suelos realizados a 14 calicatas, elaboradas en el centro poblado, en las 14 se deduce que como clasificación de suelos por SUCS, un suelo (CL) arcilla con baja plasticidad con arena, por AASHTO se muestra un suelo (9A-4(9)), debido a que más del 35% pasa por el tamiz N°200. El CBR mínimo encontrado es de 6.9% al 95%.

5.4 Espesor de las capas del pavimento

La Tabla 42 refleja la mayoría de las características de diseño utilizadas en el diseño de pavimentos flexibles.

Tabla 42:

Tabla de resumen para la obtención del SNR

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)	16 624 751
Suelo de la subrasante		CBR =	6.9 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	M _R (psi)=	8795.37
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo:	TP12
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		conf.	95.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		Z _R	-1.645
Desviación estandar combinado		S _o	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		P _i	4.2
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		P _t	3
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		Δ PSI	1.2

Elaboración: Los autores

5.4.1 Propuesta de Diseño de pavimento flexible

Proponemos un diseño de pavimento flexible teniendo como resultado los siguientes espesores:

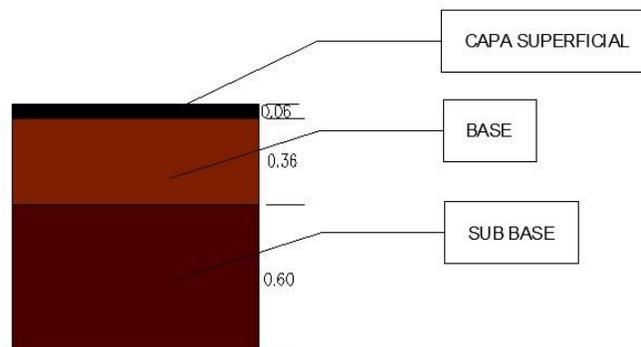


Figura 35. Capas del diseño de pavimento

Elaboración: Los autores

Tabla 43:

Resultado de espesores del pavimento

d1	d2	d3
6 cm	36 cm	60 cm
Capa superficial	Base	SubBase
SNR (Requerido)	5.9266	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	5.9640	SI CUMPLE

Elaboración: Los autores

Los espesores encontrados en la Tabla 43, se tomaron teniendo en cuenta el SNR requerido (5.9266) el cual debe ser menor que el SNR del resultado (5.9640), se tomaron los siguientes espesores debido al alto volumen de tráfico y a su vez la manera más accesible y económica para la realización del proyecto.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de hipótesis

Se contrastaron las hipótesis según los diferentes resultados obtenidos en el trabajo de investigación, los cuales se resumirán a continuación.

6.1.1 Hipótesis general:

El diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, permite mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.

Esta hipótesis general según la investigación realizada es verdadera porque al realizar el diseño del pavimento flexible y posteriormente ejecutar el proyecto se obtendrá como resultado la mejora en la transitabilidad tanto peatonal como vehicular debido a las calles asfaltadas.

Tabla 44:

Discusión de Hipótesis General

Hipótesis planteada	Experiencias Obtenidas	Observaciones
El diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, permite mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.	Habiendo realizado diferentes estudios de nuestra muestra podemos decir que la hipótesis es verdadera.	Las creación de calles asfaltadas traen como consecuencia una mejor transitabilidad y una mejora en la calidad de vida para los pobladores.

Elaboración: Los autores

6.1.2 Hipótesis específicas:

H1: El estudio de tráfico contribuye en el cálculo del índice medio diario anual para la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.

La hipótesis específica en el estudio de tráfico según la investigación que hemos realizado es verdadera porque si contribuye en la obtención del índice medio diario anual y a través de estos resultados, se sabrá a que volumen de tráfico estará sometido el pavimento.

Tabla 45: Discusión de la hipótesis específica de estudio de tráfico

Hipótesis planteada	Experiencias Obtenidas	Observaciones
El estudio de tráfico contribuye en el cálculo del índice medio diario anual, para la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale.	Habiendo realizado el estudios de trafico podemos decir que la hipótesis es verdadera y que cuenta con un alto volumen de trafico.	Tener conocimiento del alto volumen de trafico ayudara a realizar el mejor diseño, sabiendo el peso que tendra que soportar el pavimento.

Elaboración: *Los autores*

H2: El estudio topográfico contribuye en la elaboración de planos y secciones transversales, identificando las características del diseño del pavimento flexible para la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale.

La hipótesis específica en el estudio topográfico, de la investigación que se ha realizado podemos concluir que es verdadera porque evidentemente contribuyen a la realización del diseño, como la elaboración del diseño de ejes de calzada de diferentes calles que componen la muestra, así como la elaboración de las secciones trasversales que permitirán conocer los cortes que se tendrán que realizar.

Tabla 46: *Discusión de la hipótesis específica del estudio topográfico.*

Hipótesis planteada	Experiencias Obtenidas	Observaciones
El estudio topográfico contribuye en la elaboración de planos y secciones transversales, identificando las características del diseño del pavimento flexible para la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale.	Habiendo realizado el estudios de topografico podemos decir que la hipótesis es verdadera y que todos los planos obtenidos ayudaran en el diseño del pavimento.	Al presentar una topografía plana y pendientes mínimas no se harán muchos cortes y ayudaran también al drenaje por gravedad.

Elaboración: Los autores

H3: El estudio de suelos contribuye en identificar las características físicas y mecánicas, en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.

La hipótesis específica en el estudio de suelos es verdadera porque si se identificaron las características físicas y mecánicas del suelo, teniendo conocimiento de estos resultados podremos saber la resistencia del suelo de nuestra muestra, así como el tipo de grano que presenta nuestro suelo en estudio.

Tabla 47: Discusión de la hipótesis específica del estudio de suelos.

Hipótesis planteada	Experiencias Obtenidas	Observaciones
El estudio de suelos contribuye en identificar las características físicas y mecánicas, en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.	Según los trabajos realizados tanto en campo como en laboratorio se concluye que la hipótesis del estudio de suelos es verdadera.	El tipo de suelo y la resistencia al esfuerzo cortante del mismo influirán de gran manera en el diseño del pavimento.

Elaboración: Los autores

H4: El espesor total de 102 cm, de las diferentes capas que componen el pavimento flexible, contribuirá en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Prialé.

De la hipótesis específica del cálculo de espesor del pavimento podemos afirmar que esta es verdadera porque con los espesores ya obtenidos podrán proceder las autoridades competentes en la ejecución del proyecto lo que traerá como consecuencia el asfaltado de todas las calles que conforman el centro poblado Ramiro Prialé mejorando transitabilidad tanto peatonal como vehicular.

Tabla 48: *Discusión de la hipótesis específica del cálculo de espesores.*

Hipótesis planteada	Experiencias Obtenidas	Observaciones
El espesor total de 102 cm, de las diferentes capas que componen el pavimento flexible, contribuirá en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale.	Habiendo encontrado los valores de la superficie de rodadura, base y sub base podemos decir que la hipótesis es verdadera.	Al tener conocimiento de los espesores del pavimento se podrá proceder a la ejecución del proyecto por la autoridad competente.

Elaboración: Los autores.

6.2 Comparación con los antecedentes

6.2.1 Comparación con un antecedente

internacional

En la comparación con los antecedentes internacionales pasamos a tomar el proyecto de investigación de **Sánchez, 2016**, desarrollada en la universidad de Guayaquil.

Esta investigación tuvo como muestra de estudio a la vía que une al Valle de la Virgen – Cascajal en la provincia de Guayas - Ecuador y se trabajó con un periodo de diseño de 10 - 15 años en comparación con nuestro estudio tendremos un periodo de diseño de 20 años debido a que el flujo vehicular de nuestra investigación es mucho más alto.

En la comparación del estudio de tráfico observamos que el volumen obteniendo es de 3204 veh/día sin duda un flujo vehicular mucho mayor al obtenido en la investigación de **Sánchez, 2016**, con un total de 483 veh/día lo que indicara una gran diferencia en resultado del ESAL.

En el estudio de suelos obtuvimos un CBR de 6.9%, se determinó que es un suelo arcilloso de baja plasticidad. En el trabajo de

investigación de **Sánchez, 2016**, en su tesis nos muestra un resultado de CBR de 14%, presenta un suelo CL, ML, OL, CH siendo suelos limosos y arcillosos. Esto nos indica que presenta una sub rasante buena, mejor que nuestra sub rasante catalogada como regular - mala, por consiguiente, los espesores de nuestra investigación en la estructura del pavimento serán magnitudes más altas.

Como último punto de comparación **Sánchez, 2016**, obtiene como resultado un espesor total de pavimento de 49.5 cm, mientras que en nuestra investigación obtuvimos un espesor total de 102 cm, esto se debe a que nuestra zona de estudio presenta un mayor volumen de tráfico vehicular y cuenta con un menor porcentaje de CBR lo que provocara que nuestro espesor de pavimento resulte mayor.

Diferencias más grandes entre la investigación realizada por Sanchez 2016 en Guayas y la presente realizada en Chiclayo, titulada como diseño de pavimento flexible aplicando el método Aashto 93 para mejorar la transitabilidad.

Tabla 49: Comparación de las investigaciones realizadas Guayas y Chiclayo

item	Unidad	Investigación realizada en Guayas	Investigación realizada en Chiclayo
Muestra	n	Via Valle de la Virgen - Cascajal	Pueblo Joven Ramiro Priale
Periodo de Diseño	años	10 a 15	20
Tráfico vehicular	veh.	483	3204
ESAL	#EE	3493854	16624751
Clasificación de Suelo	tipo	limo arcilloso	limo arcilloso
CBR	%	14%	6.9
Espesores de diseño	cm	49.5	102

Elaboración: Los autores

6.2.2 Comparación con un antecedente nacional

Para la comparación con los antecedentes nacionales hemos tomado el proyecto de investigación de **Macha, 2015**, desarrollada en la universidad Nacional Federico Villareal.

Esta investigación tuvo como muestra de estudio a la carretera Talavera – Andahuaylas en la región Apurímac, y se trabajó con un periodo de diseño de 20 años en comparación con nuestro estudio tendremos el mismo periodo de diseño debido a que se espera un flujo vehicular alto.

Comparando nuestro estudio de tráfico obtenemos un total de 3204 veh/día sin duda un flujo vehicular mayor al obtenido en la investigación de **Macha, 2015**, con un total de 1957 veh/día lo que indicara una diferencia en resultado del ESAL.

En lo que respecta al estado topográfico de ambas muestras resultaron tener una topografía llana con bajas pendientes, no se muestran taludes en ningún sentido por tratarse de zonas urbanas, en la investigación de **Macha, 2015**, presenta un ancho de calzada de 7.50 m en los pontones y 10 m en lo que respecta a tangentes; presenta una pendiente de 2% en toda la extensión del tramo, en nuestro trabajo de investigación se encontraron diferentes pendientes por calles siento la pendiente más alta de 0.54% en 140.02 m entre las cotas 0+580 – 0+720 en la avenida Ramiro Prialé.

En el estudio de suelos obtuvimos un CBR de 6.9%, se determinó que es un suelo arcilloso de baja plasticidad. En el trabajo de investigación de **Macha, 2015**. En su trabajo de investigación nos muestra un CBR de 7.2%. Esto nos indica que presenta una sub rasante regular- malo, por consiguiente, los espesores de la estructura del pavimento serán magnitudes altas.

Como último punto de comparación **Macha, 2015**, obtiene como resultado un espesor total de pavimento de 37.5 cm, mientras que en nuestra investigación obtuvimos un espesor total de 102 cm, esto debido presentamos un mayor volumen de tráfico vehicular y un menor porcentaje de CBR lo que provocara que nuestro espesor de pavimento resulte mayor.

Diferencias más grandes entre la investigación realizada por Macha 2015 en Andahuaylas y la presente realizada en Chiclayo, titulada como diseño de pavimento flexible aplicando el método Aashto 93 para mejorar la transitabilidad.

Tabla 50: Comparación de las investigaciones realizadas en Andahuaylas y Chiclayo.

item	Unidad	Investigación realizada en Andahuaylas	Investigación realizada en Chiclayo
Muestra	n	Carretera Talavera - Andahuaylas	Pueblo Joven Ramiro Priale
Periodo de Diseño	años	20	20
Tráfico vehicular	veh.	1957	3204
ESAL	#EE	804000	16624751
Clasificación de Suelo	tipo	Grava	limo arcilloso
CBR	%	7.2	6.9
Espesores de diseño	cm	37.5	102

Elaboración: Los autores

CONCLUSIONES

1. La ejecución del diseño de pavimentos en el Centro Poblado Ramiro Prialé es de suma importancia debido a que beneficiara en la construcción de las vías de todo el centro poblado resolviendo los problemas de transitabilidad.
2. En el estudio de tránsito realizado por el Centro Poblado Ramiro Prialé, se obtiene un índice semanal promedio de 3204 vehículos por día, el índice diario anual promedio es de 3258 vehículos por día, se obtiene un factor de Cargas Equivalentes por eje (ESAL) de 16 624 751 KN.
3. En su estudio topográfico se muestra una topografía plana con pendientes mínimas.
4. El tipo de suelo es (CL) arcilla de baja plasticidad con arena, mediante la clasificación SUCS. Por otro lado, en la metodología AASHTO se identifica un tipo de suelo (A- 4(9)), debido a que más del 35% pasa por el tamiz N° 200. El CBR obtenido al 95% es de 6.9 considerándose un suelo regular – malo.
5. Aplicando el método AASHTO 93, se obtiene los diferentes espesores del pavimento flexible el cual estará compuesta por: Carpeta asfáltica de 6cm, la base granular de 36cm y la sub base granular de 60cm, dando un total de 102 cm.

RECOMENDACIONES

1. Investigar los métodos empleados para la realización de un diseño de pavimento flexible, cumpliendo con las normas establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones, así como los equipos y programas que se utilizaran para el diseño del pavimento.
2. Realizar un buen estudio de tráfico, debido a que del conteo vehicular se obtiene el Índice Medio Diario Anual (IMDa), el cual es un valor fundamental en el cálculo del Factor de Cargas Equivalentes (ESAL), que es un factor primordial a la hora de diseñar el espesor del pavimento.
3. Sugerir que, en el desarrollo del levantamiento topográfico, si se realiza en varios días, dejar bien marcados los puntos de las estaciones topográficas para así evitar una mala toma de datos.
4. Emplear el CBR mínimo, si tus resultados obtenidos del CBR de las muestras de las calicatas no varían mucho, debido a que es el más desfavorable y esto brinda un mayor margen de seguridad.
5. Enfatizar en un análisis de forma más factible y económica al momento de calcular los diferentes espesores que componen las capas del pavimento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

AASHTO. (1993). *Guía para el diseño de estructuras de pavimentos*. México: Continental S.A.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Colombia: Pearson Education.

Braja, M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning Latin Am.

Fernández , A. (2014). *Investigación y técnicas de mercado*. ESIC.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Mc Graw Hill Education.

Manual del asfalto - Instituto Del Asfalto_decrypted; DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO MS-1: INSTITUTO ASFALTO - 1,991.

Matos, L., & Vera, R. (2017). *Metodología de la investigación: Un enfoque teórico - práctico* (Primera ed.). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.

MTC. (2013). *Manual de carreteras del diseño de suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.

MTC. (2014). *Manual de Inventarios Viales*. Lima.

MTC. (2018). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Modificado del Reglamento Nacional de Vehículos aprobado por Decreto Supremo N° 019-2018-MTC. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.2018, 10 de diciembre.

NTP 339.152. (2015). *SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.*

Tamayo, M. (2013). *El proceso de la investigación científica.* México: Noriega Editores.

Electrónicas:

Amaya, E., Betancour, J., & Zorro, O. (2019). *Análisis del desempeño mecánico de las mezclas asfálticas tipo Stone Mastic (SMA) para la aplicación como capa de rodadura en pavimentos de alto volumen de tránsito en Colombia.* Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23401/1/Proyecto%20de%20Grado%20-%20Especializaci%c3%b3n%20Ing%20de%20Pavimentos.pdf>

Arebalo, M., & Chávez, O. (2015). *Diseño de pavimento en la Urbanización Santa María Distrito de José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque.* Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1620/BC-TES-TMP-447.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chacasaguay, M. (2015). *Rehabilitación del camino vecinal El Tejar - San Lorenzo situado en la Provincia del Bolívar.* Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5417>

Chuna, J. (2019). *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad usando el Método AASHTO 93 en la Urbanización Santa Rosa - Ventanilla.* Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44498/Chuna_AJCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fontalba, E. (2015). *Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación Sector Guacamayo 1° Etapa.* Tesis de grado, Universidad Austral de Chile, Valdivia - Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmf678d/doc/bmf678d.pdf>

Macha, R. (2019). *Aplicación de metodología Aashto 93 en diseño de pavimento flexible para optimizar la transitabilidad vehicular en la carretera Talavera - Andahuaylas.* Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3588>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, Geología y pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos.* https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-

14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf.

- MTC. (2017). *Manual de ensayo de materiales*. Lima. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Sánchez, M. (2016). *Diseño de pavimento flexible utilizando el método Aashto 93 en la vía Valle de la Virgen - Cascajal Cantón Pedro Carbo*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14859/1/S%c3%80NCHEZ_MAYRA_TRABAJOTITULACI%c3%92N_V%c3%8cAS_2016.pdf
- Tenesaca, M. (2016). *Evaluación y plan de mejoramiento de la seguridad vial en la carretera CALPI- San Juan ubicado en la provincia de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3525/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2017-0005.pdf>
- Terrones, G. (2018). *Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método Aashto 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas*. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Piura. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32280>
- Torres, P., & Pérez, D. (2017). *Diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el AA.HH Ampliación Túpac Amaru , Distrito de Chiclayo , Lambayeque*. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Chiclayo. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16554/Torres_BP-Perez_BDS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				METODOLOGÍA
			VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM	
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis Principal					ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN
¿Cómo el diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, influirá en la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale, distrito de José Leonardo Ortiz - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque?	Diseñar el pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale, distrito de José Leonardo Ortiz - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.	El diseño del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, permite mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale, distrito de José Leonardo Ortiz - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.	V 1 Diseño de Pavimento Flexible	Estudio de Tráfico	Índice medio diario semanal Índice medio diario anual	Manual de carreteras: Diseño geométrico	La presente investigación posee un enfoque cuantitativo.
				Estudio Topográfico	Levantamiento Planimétrico Secciones transversales	Estación Total	Es de tipo aplicada ya que se fundamenta conceptos teóricos.
				Estudio de Suelos	Clasificación de suelos Análisis Granulométrico Límites plástico Líquido e índice de plasticidad Contenido de humedad CBR Proctor	Tamizado de la muestra Aashto 93 Proctor modificado Sucs	La presente investigación presenta un diseño no experimental, longitudinal.
				Cálculo del espesor del Pavimento	Pavimento flexible	CE.010 y AASHTO-93	El plano de lotización del centro poblado Ramiro Priale.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas					DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
1. ¿Cómo influye el estudio de tráfico aplicando el método AASHTO 93 en la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz?	1. Elaborar el estudio de tráfico para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.	1. El estudio de tráfico contribuye en el cálculo del índice medio diario anual, para la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.	V 2 Transitabilidad	Transitabilidad Vehicular	Volumen de tránsito vehicular	Conteo mecánico	La presente investigación es de tipo descriptivo.
2. ¿Cómo influye el estudio topográfico en el diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93, en el centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz?	2. Elaborar el estudio de topográfico para el diseño de pavimento flexible, en el centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.	2. El estudio topográfico contribuye en la elaboración de planos y secciones transversales, identificando las características del diseño del pavimento flexible para la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.		Transitabilidad Peatonal	Volumen de tránsito peatonal	Conteo mecánico	El centro poblado Ramiro Priale.
3. ¿De qué manera el estudio de suelos aplicando el método AASHTO 93, mejorara la transitabilidad del Centro Poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz?	3. Elaborar el estudio de suelos para emplearlo en el diseño del pavimento flexible, en el centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.	3. El estudio de suelos contribuye en identificar las características físicas y mecánicas, en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.					MUESTRA
4. ¿Cómo determinar el espesor del pavimento flexible aplicando la metodología AASHTO 93, para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz?	4. Determinar los espesores a utilizar para las diferentes capas que componen el pavimento flexible, para mejorar la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.	4. El espesor total de 102 cm, de las diferentes capas que componen el pavimento flexible, contribuirá en la mejora de la transitabilidad del centro poblado Ramiro Priale - Distrito de José Leonardo Ortiz.					TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
							<ul style="list-style-type: none"> . La observación. . La encuesta. . Levantamiento topográfico. . Estudio de tráfico. . Estudio de mecánica de suelos.
							INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
							<ul style="list-style-type: none"> . Ficha de observación. . Cuestionario. . Programas especializados.
							PROCEDIMIENTO
							<ul style="list-style-type: none"> . Se realizara una encuesta dirigida a identificar las necesidades relacionadas al campo civil. . Se realizara el levantamiento topográfico. . Se realizo el estudio de tráfico. . Se relizó el estudio de mecanica de suelos. . Se procesara y plasmará la información mediante tablas, cuadros y gráficos. . Se determinará el espesor del pavimento y la interpretación de los resultados.

ANEXO 2
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA NO AUTOMÁTICA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LL – 059 – 2020

Página 1 de 2

- Expediente** : T 059 – 2020
Fecha de Emisión : 2020-01- 29
- 1. Solicitante** : CORPORACIÓN INCELL S.A.C.
Dirección: Calle Ricardo Palma 655-Centro de San José Lambayeque – Chiclayo
- 2. Equipo de Medición** : BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
Serie : 833633041E
Identificación : NO INDICA
Procedencia : CHINA
Capacidad Máxima : 30000
División de Escala (d) : 1g
División de Verificación (e) : 10g
Tipo : Electrónica

El equipo de medición con el modelo y número de serie objeto de este certificado ha sido calibrado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

NEX IMPORT S.A.C. no se hace responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí descritos.

- 3. Lugar y fecha de Calibración**
 LABORATORIOS DE NEX IMPORT S.A.C
 27 – ENERO – 2020
- 4. Método de Calibración**
 Comparación Directa Procedimiento de calibración de Balanzas de funcionamiento no Automático clase III y clase IIII PC - 001 del SNM – INACAL tercera Edición enero 2010
- 5. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,3 °C
Humedad Relativa	49%	49%



Carlo Hamuyta Camue Arcoise
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 48226

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia: Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail: next-import@hotmail.com

ANEXO 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE HORNO DE SECADO PARA MUESTRAS



NEX IMPORT S.A.C.
Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
Telefax: (511) 383-2393 Nextel: 823*2574 RPM: #893468 RPC: 949236025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 61 – 2020

Página : 1 de 2

Expediente	: T 061 – 2020	<input type="checkbox"/> Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL, y otros.
Fecha de Emisión	: 2020-01- 29	
1. Solicitante	: CORPORACIÓN INCELL S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Dirección:	Calle Ricardo Palma 655 Centro de San José Lambayeque – Chiclayo	
2. Tipo de Instrumento	: Medio isoterma (Horno de secado para muestras)	
Marca	: Zhe Jiang TuGong Instrument	
Serie	: 11025	NEX IMPORT S.A.C. no se sería responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	: STHX-1A	
Procedencia	: China	
3. Método de Calibración		
Procedimiento para la calibración o categorización en medios isotérmicos con aire como medio termostáticos PC18- INACAL Segunda Edición.		
Temp (°C) y H.R. (%) inicial	29,1°C / 53%	
Temp (°C) y H.R. (%) final	29,4°C / 53%	
4. Patrones de referencia		
Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards and Technology) patrón utilizado Thermomother mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de Serie 13-0728, Certificado de Calibración 2999MBV2013 y 300MBW2013		
Numero de Páginas	2	
Fecha de Calibración	2020-01-27	




Carlos Humberto Comas Avalos
INGENIERO CIVIL
C.P. 48228

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 LL23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
Referencia: Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail: next-import@hotmail.com

ANEXO 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA COPA DE CASAGRANDE



NEX IMPORT S.A.C.
Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
Telefax:(511) 383-2393 Nextel:823*2574 RPM:#693468 RPC:949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 064 – 2020

Página: 1 de 2

- Expediente : T 064 – 2020
Fecha de Emisión : 2020-01- 29
1. Solicitante : CORPORACIÓN INCELL S.A.C.
Dirección: Calle Ricardo Palma 655 Centro de San José Lambayeque – Chiclayo
2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE
Marca : ORION
Modelo : R321
Serie : J 1533
3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIOS DE NEX IMPORT S.A.C
27 – ENERO – 2020
4. Método de Calibración
Comparación Directa Procedimiento de calibración de Balanzas de funcionamiento no Automático clase III y clase III PC - 001 del SNM – INCAL tercera Edición enero 2010

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

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

NEX IMPORT S.A.C. no se hace responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

5. Trazabilidad

Instrumento	Marca	Certificado Y/O Informe	Trazabilidad
plata de rey	MITUTOYO	LLA - 028	SNM - INDECOPI

6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	39.5	39.6
Humedad	90	29

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 2 del presente documento con fines de identificación se coloca una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "calibrado"



Carlo Humberto Camus Avila
INGENIERO CIVIL
C.I. 48228

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com

ANEXO 5

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA CELDA DE CARGA CON LECTOR DIGITAL PRENSA CBR



NEX IMPORT S.A.C.
Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
Telefax: (511) 383-2393 Nextel: 823*2574 RPM: #693468 RPC: 949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 69 – 2020

Página : 1 de 2

- Expediente** : T 069 – 2020
Fecha de Emisión : 2020-01- 29
- 1. Solicitante** : CORPORACIÓN INCELL S.A.C.
Dirección: Calle Ricardo Palma 655 Centro de San José
Lambayeque – Chiclayo
- 2. Tipo de Equipo** : Celda de Carga con lector digital
Prensa CBR
- Capacidad del Equipo** : 5.000 kgt
División de Escala : 0.1 kgt
Código ALEA : No Indica
Marca Celda de Carga : ZEMIC
Modelo Celda de Carga : H3-03-5 06-6B-C
N° de Serie Celda de Carga : 5 01M2D023657
Tipo de Indicador de Carga : Digital
Modelo Indicador de Carga : No Indica
Temp (°C) y H.R. (%) inicial : 30,1°C / 66%
Temp (°C) y H.R. (%) final : 29,9°C / 66%
- 3. Método de Calibración**
ASTM E-4 (Standard Practices for Force Verification of Testing Machines)
- 4. Patrones de referencia**

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

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

NEX IMPORT S.A.C. no se Serle responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados

Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards and Technology) patrón utilizado Morehouse N° de Serie C-8295 Clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, Certificado de Calibración reporte C- N° 8295F1314.

Número de Páginas : 2
Fecha de Calibración : 2020-01-27

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de NEX IMPORT S.A.C el presente certificado sin firmas y sellos carece de validez

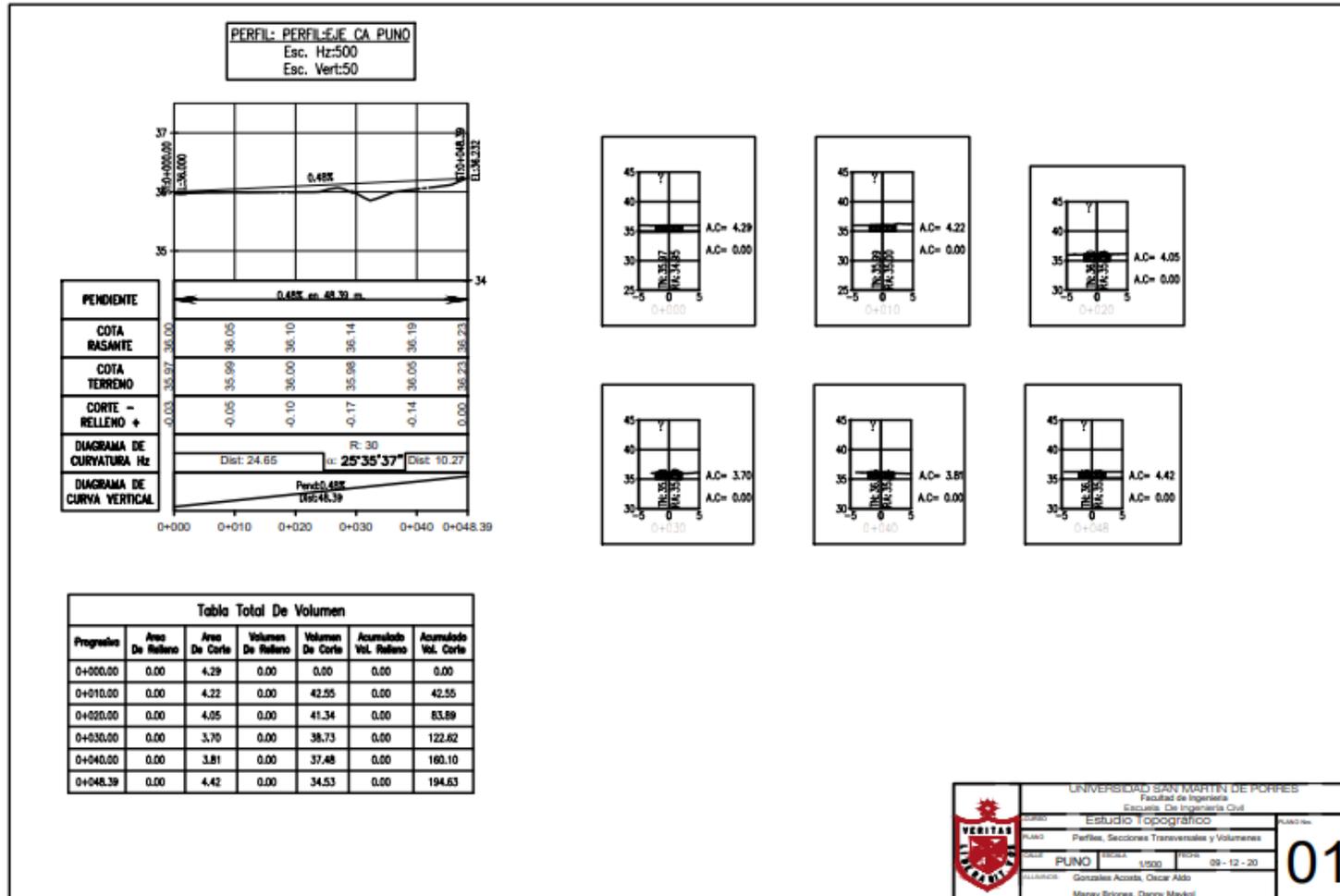



Carlos Humberto Camus Avales
INGENIERO CIVIL
C.P. 42226

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
Referencia: Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail: next-import@hotmail.com

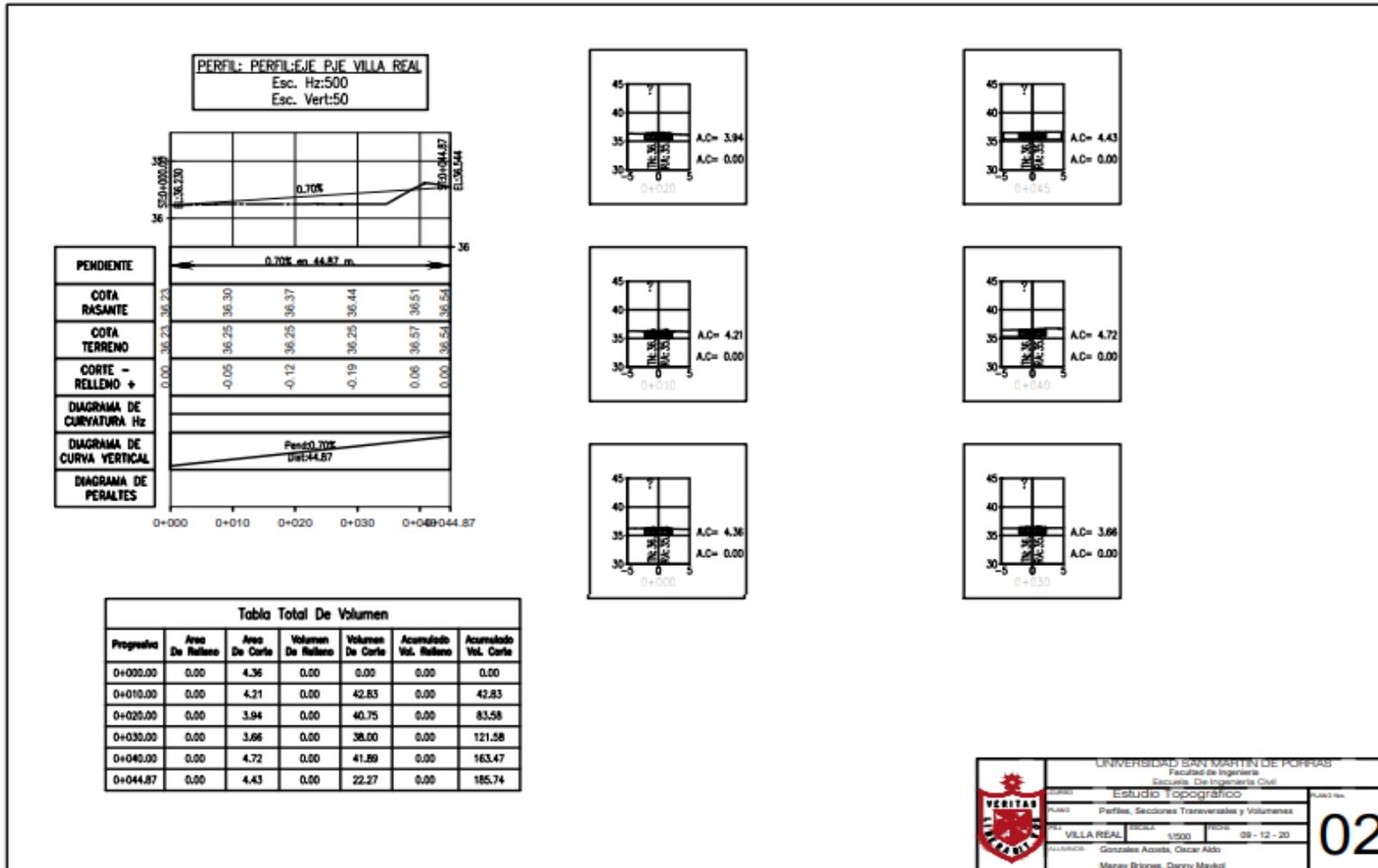
ANEXO 6

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE PUNO



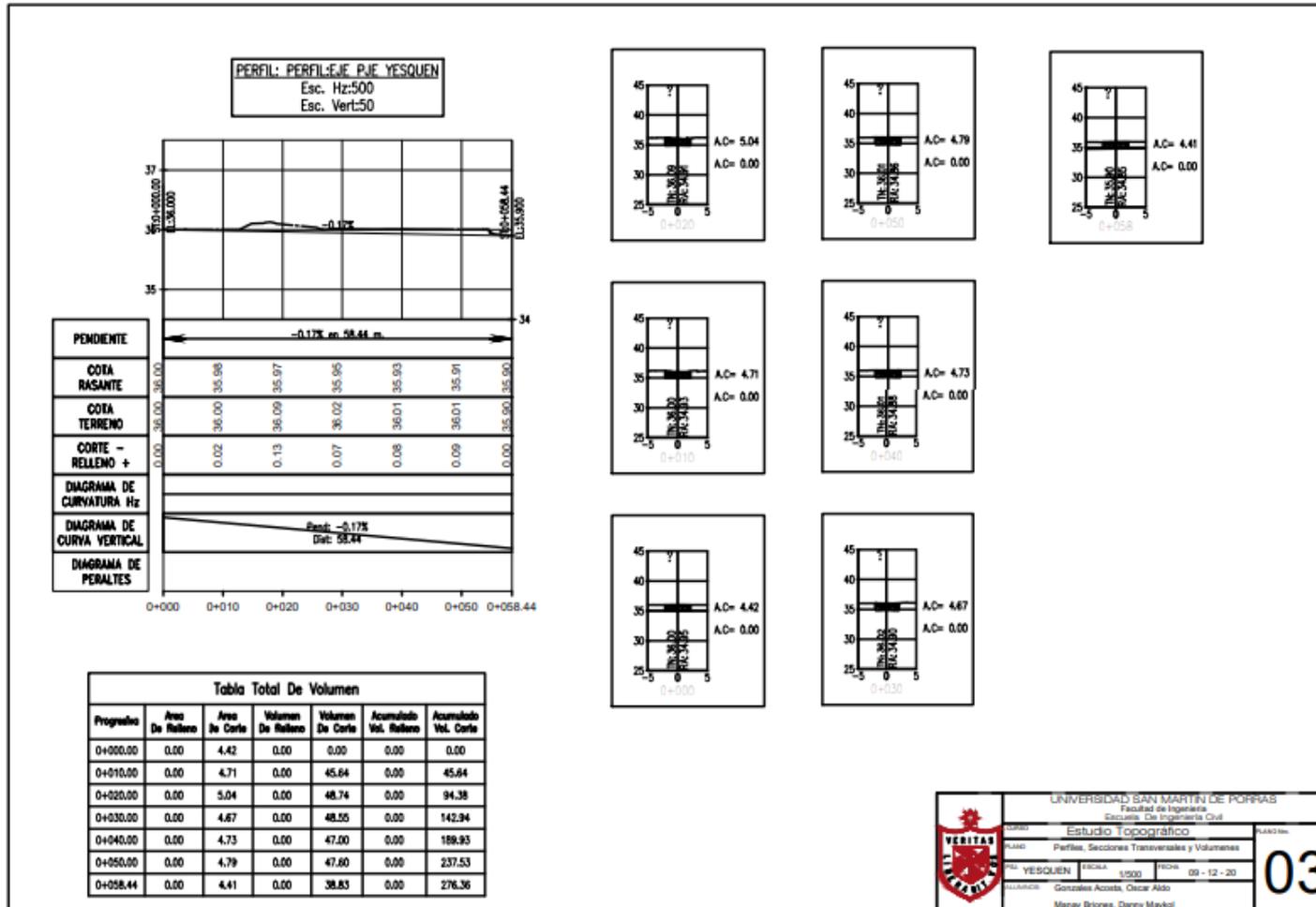
ANEXO 7

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE VILLA REAL



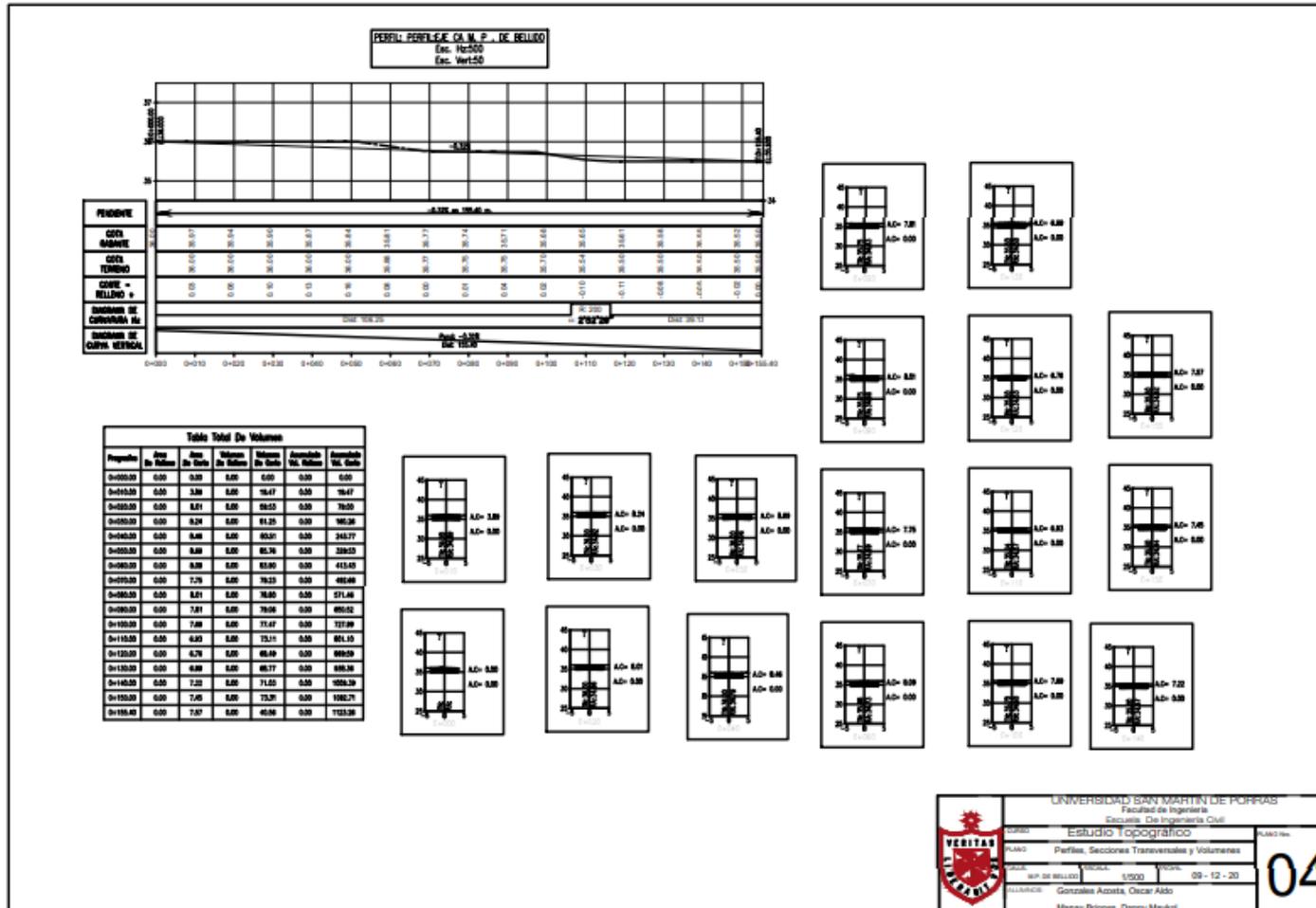
ANEXO 8

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE YESQUEN



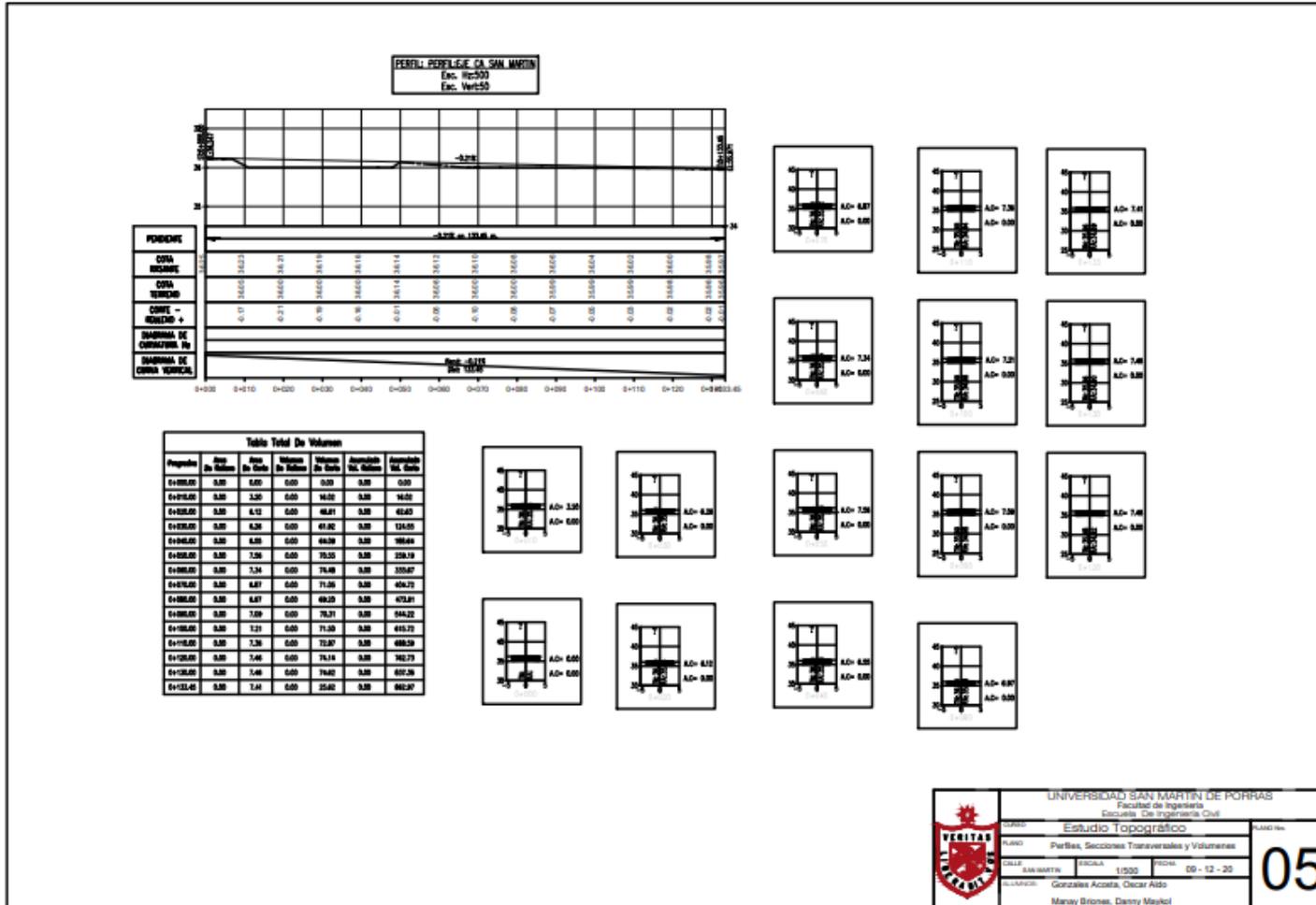
ANEXO 9

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE M.P. DE BELLIDO



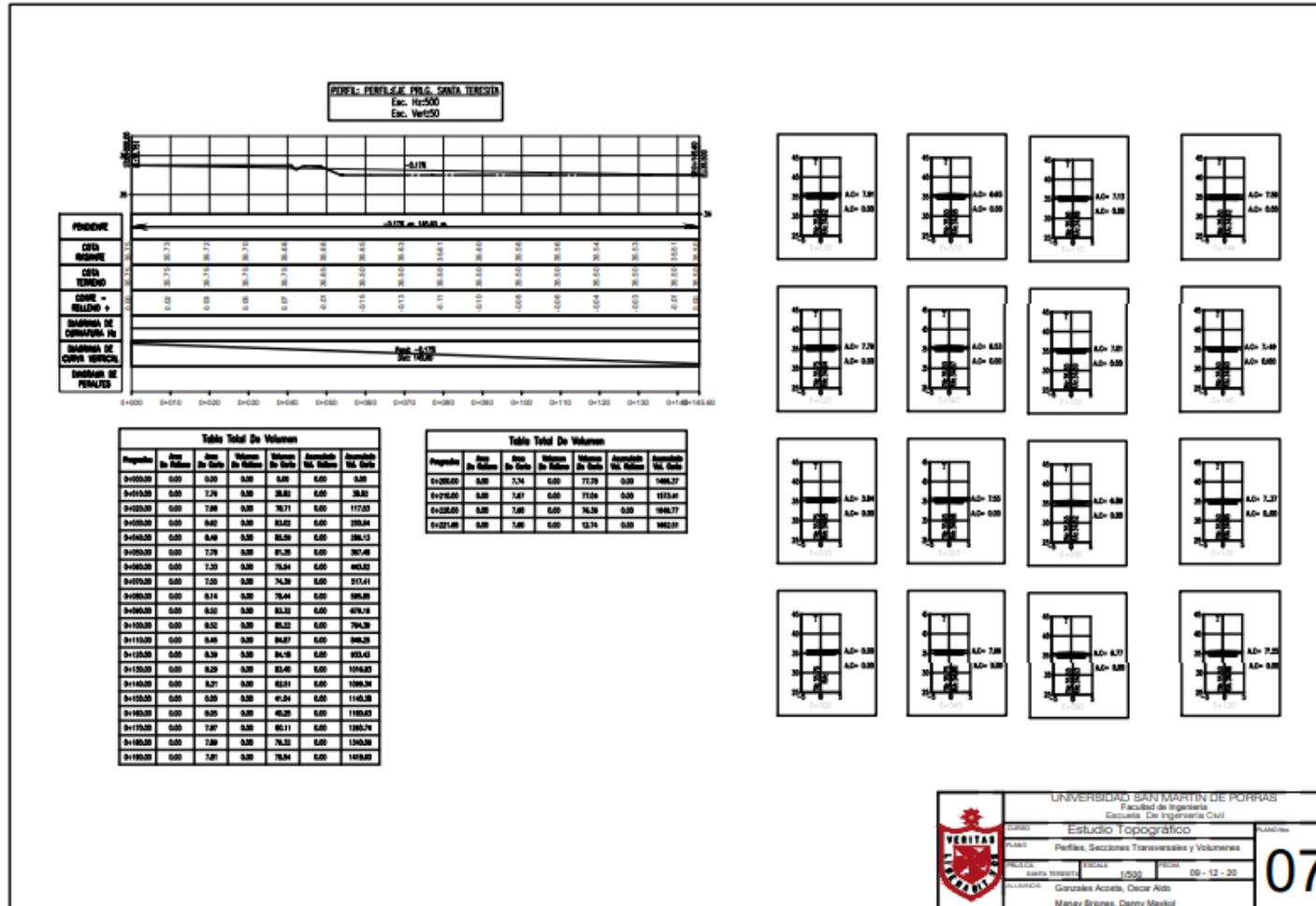
ANEXO 10

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE SAN MARTÍN



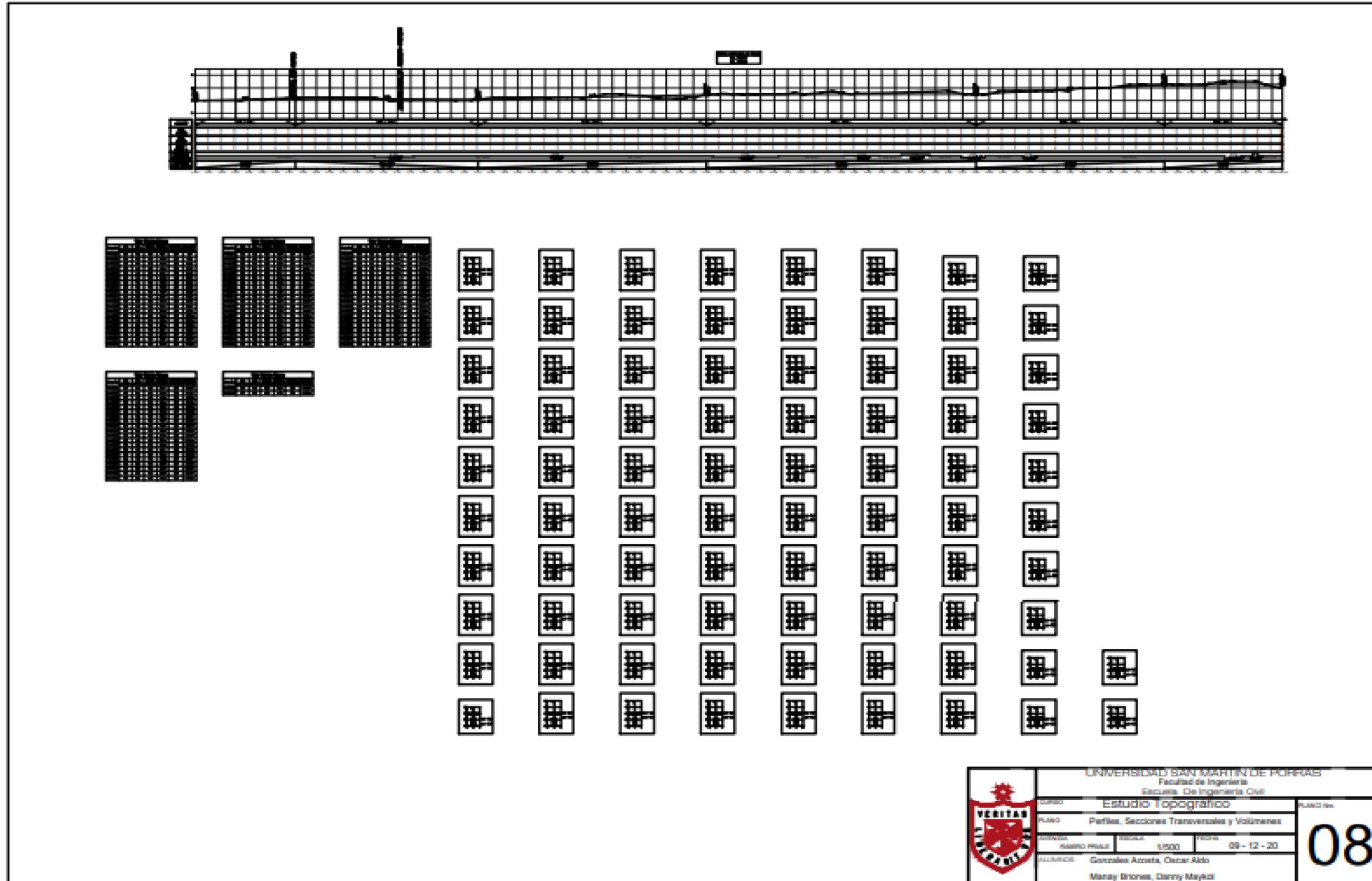
ANEXO 12

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA PRLG. SANTA TERESITA



ANEXO 13

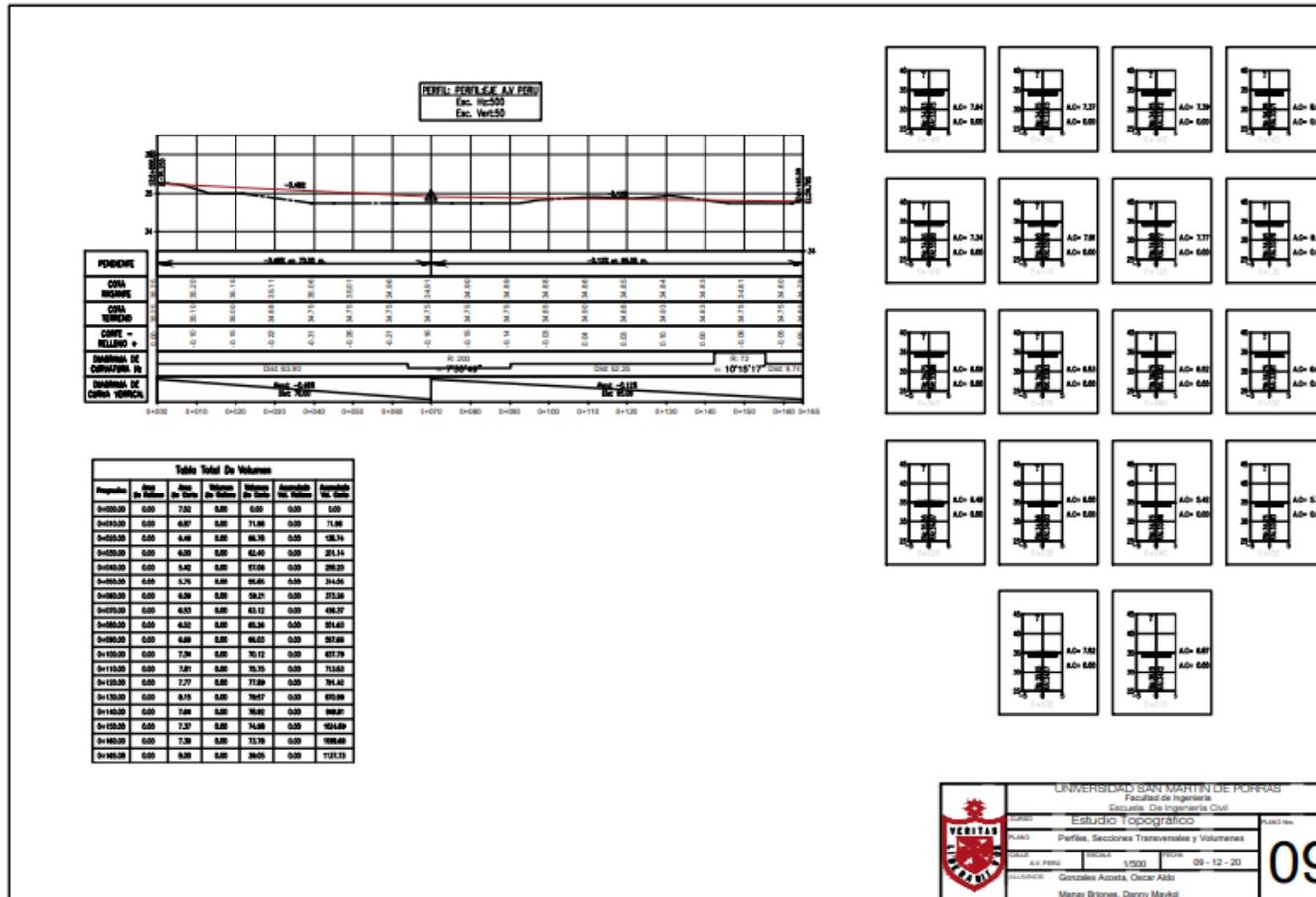
PLAN DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLUMENES DE LA AVENIDA RAMIRO PRIALÉ



	UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRAS			08
	Facultad de Ingeniería			
	Escuela de Ingeniería Civil			
	Estudio Topográfico			
TÍTULO		PLANO No.		
Perfiles, Secciones Transversales y Volúmenes		08		
PROYECTISTA	ESCALA	FECHA		
RAMIRO PRIALÉ	1:500	09 - 12 - 20		
COLABORADORES				
Gonzales Acosta, Oscar Aldo				
Manay Briones, Danny Maykol				

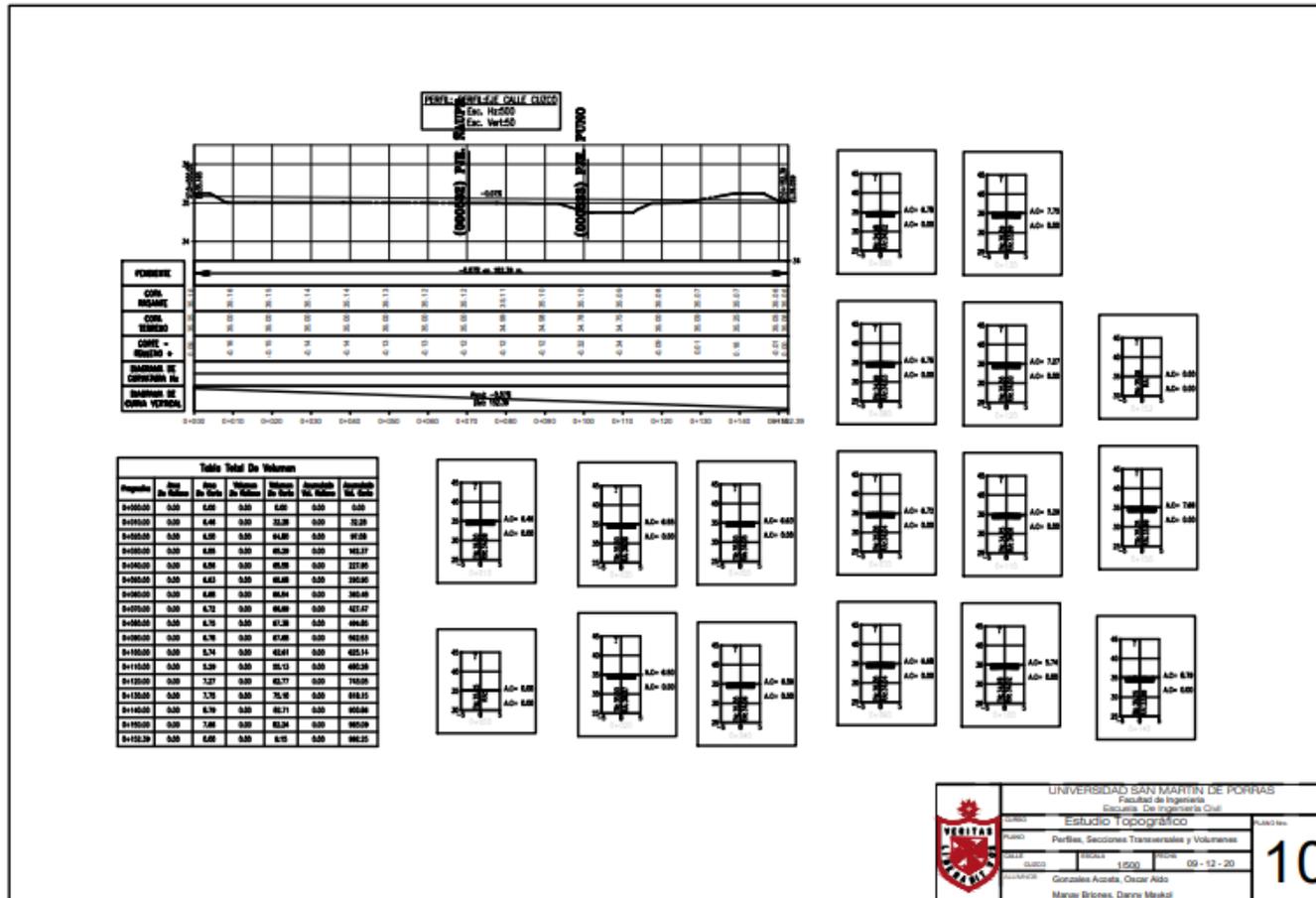
ANEXO 14

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA AVENIDA PERÚ



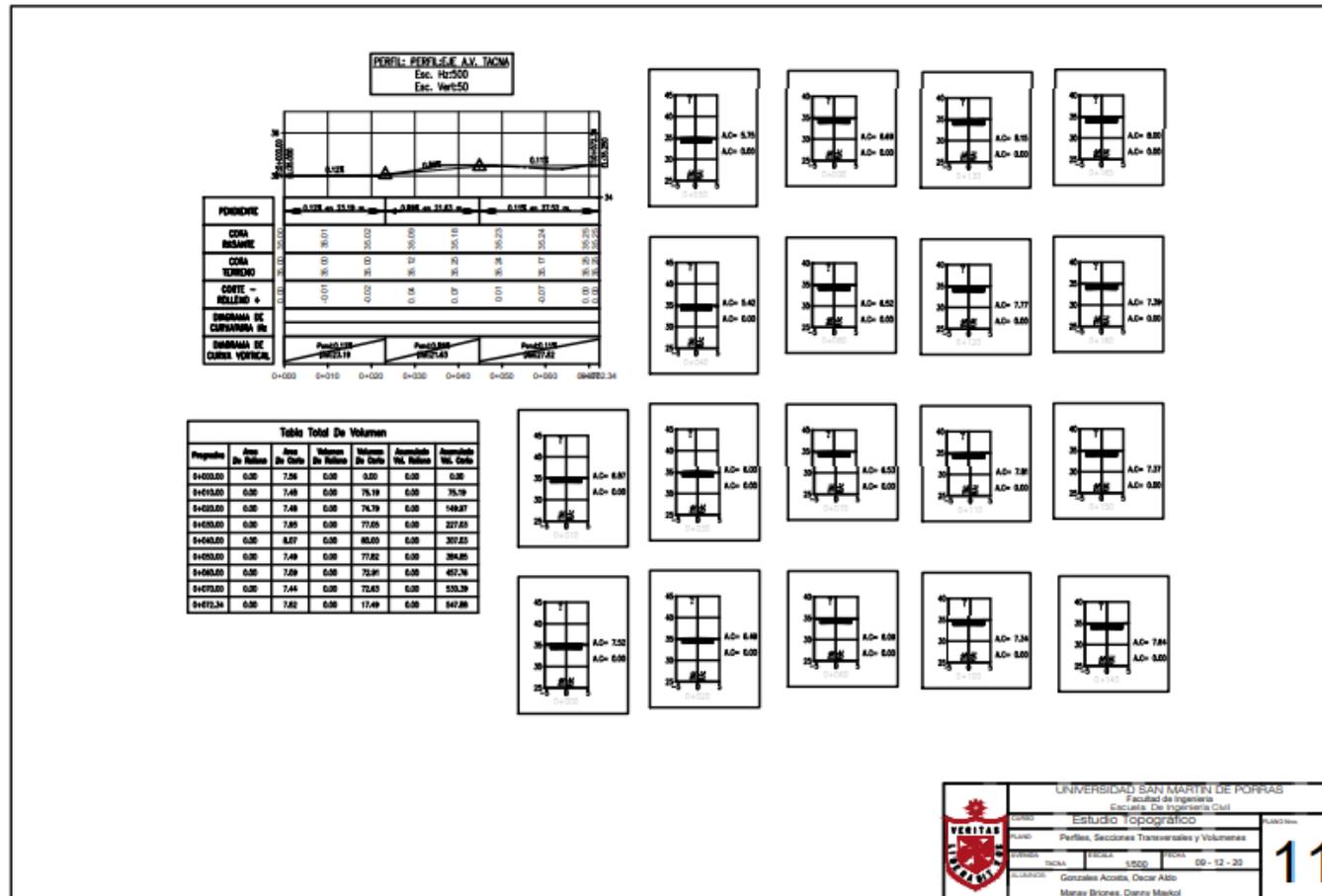
ANEXO 15

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE CUZCO



ANEXO 16

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA AVENIDA TACNA



UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRAS
Facultad de Ingenieria
Escuela de Ingenieria Civil

ESTUDIO TOPOGRAFICO

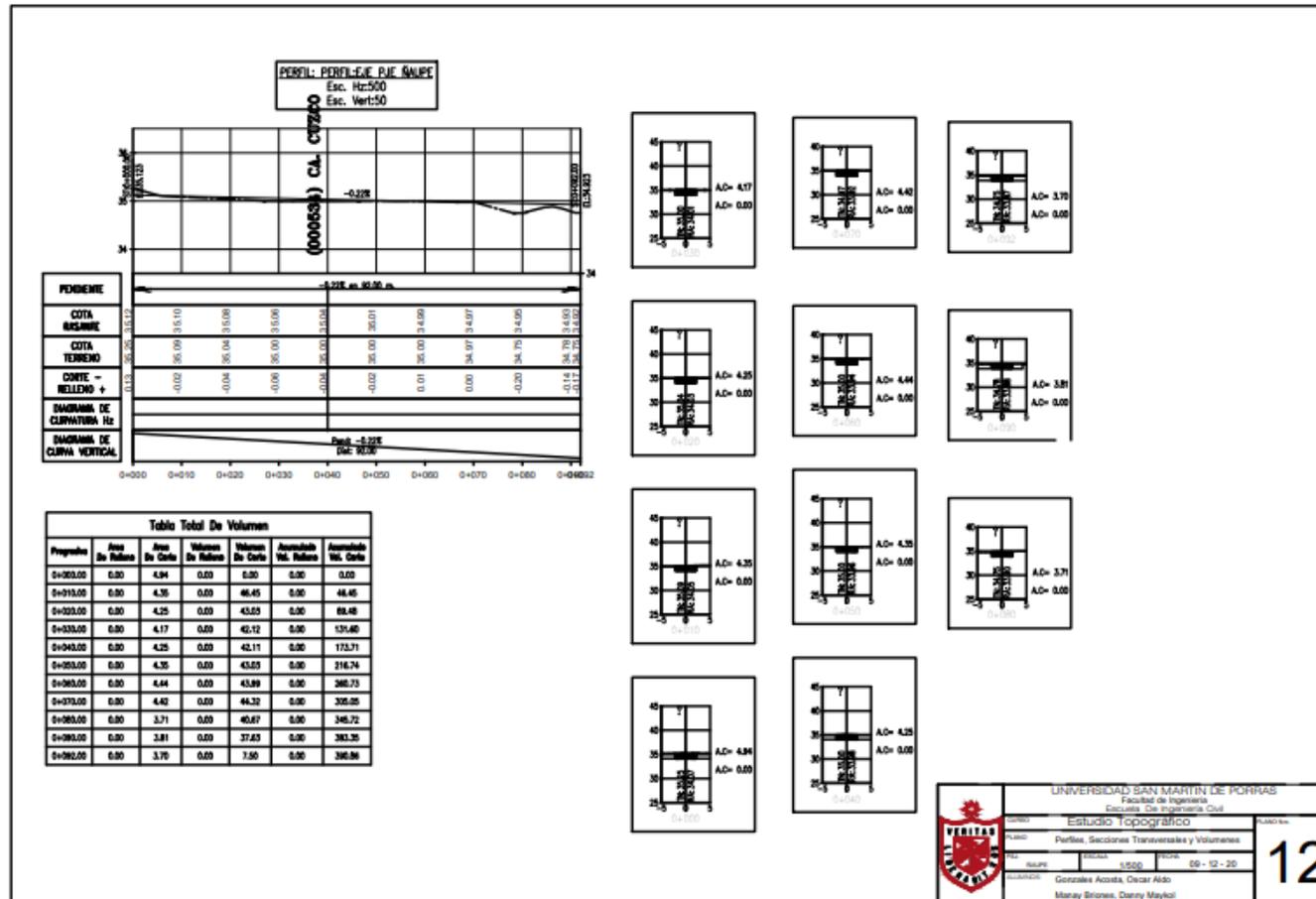
PROYECTO: Perfil, Secciones Transversales y Volúmenes
UBICACION: TACNA
Escala: 1:500
FECHA: 09 - 12 - 20

Elaborado por: Gonzales Acosta, Oscar Alto
Manay Briones, Danny Maykol

11

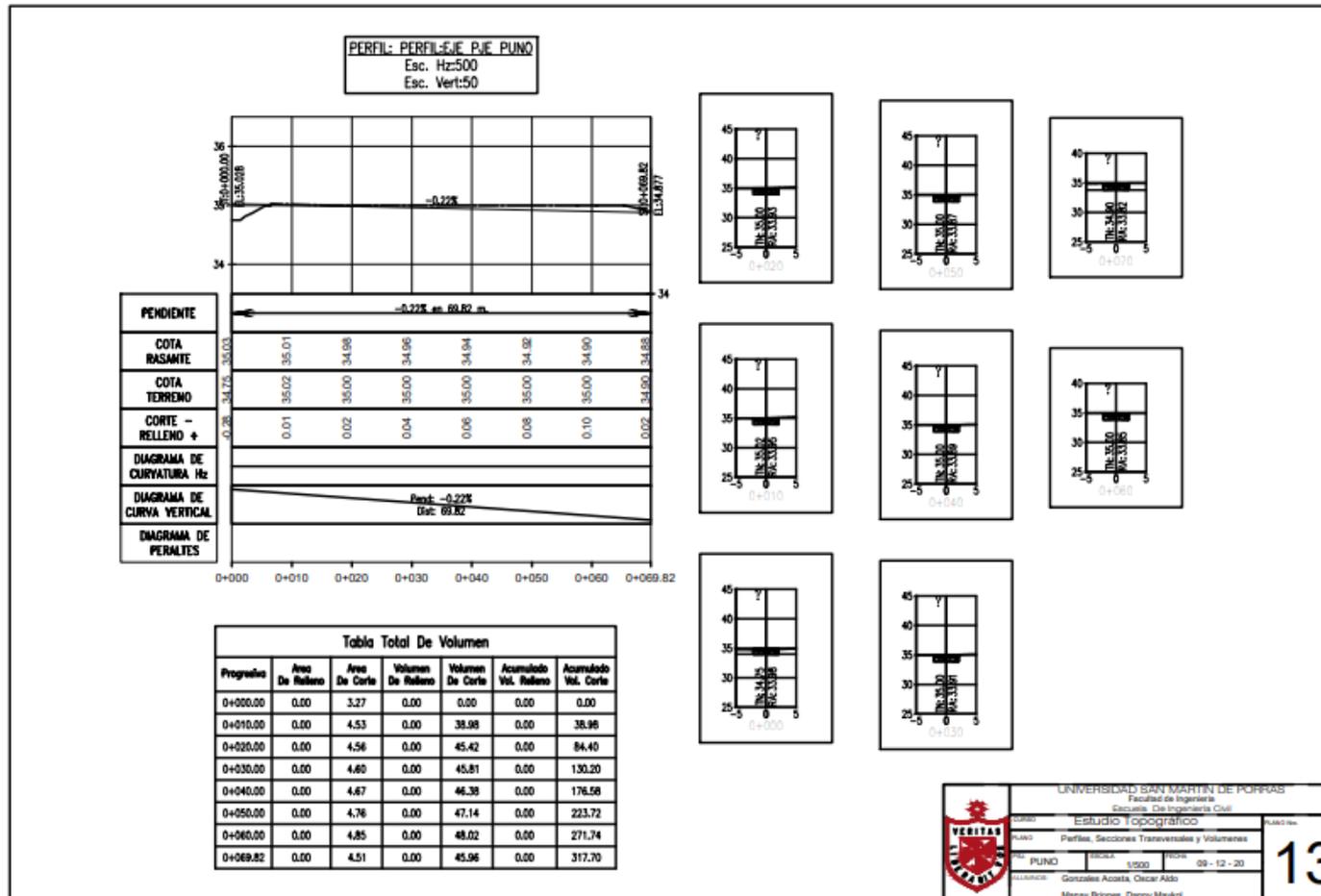
ANEXO 17

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE ÑAUPE



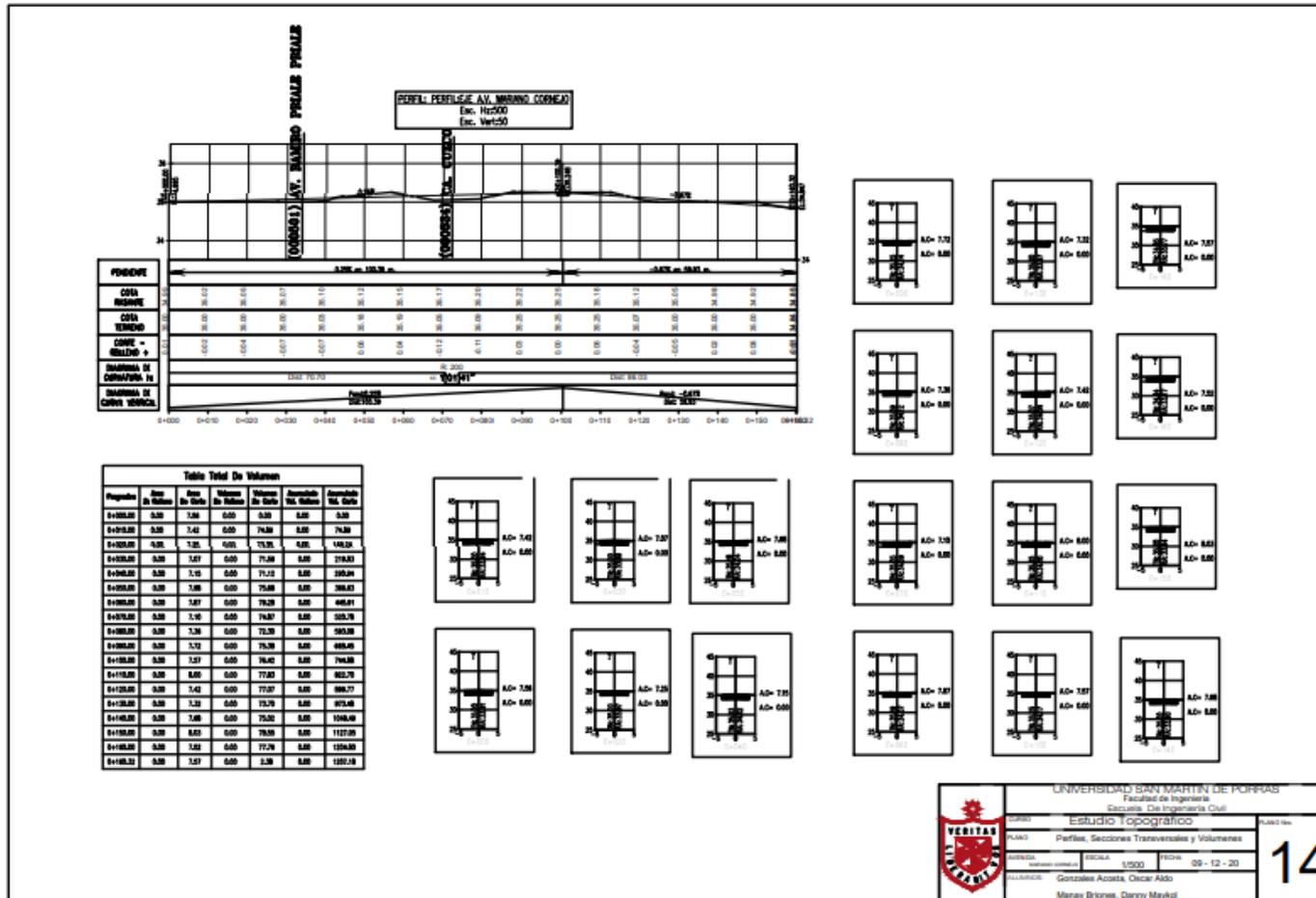
ANEXO 18

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE PUNO



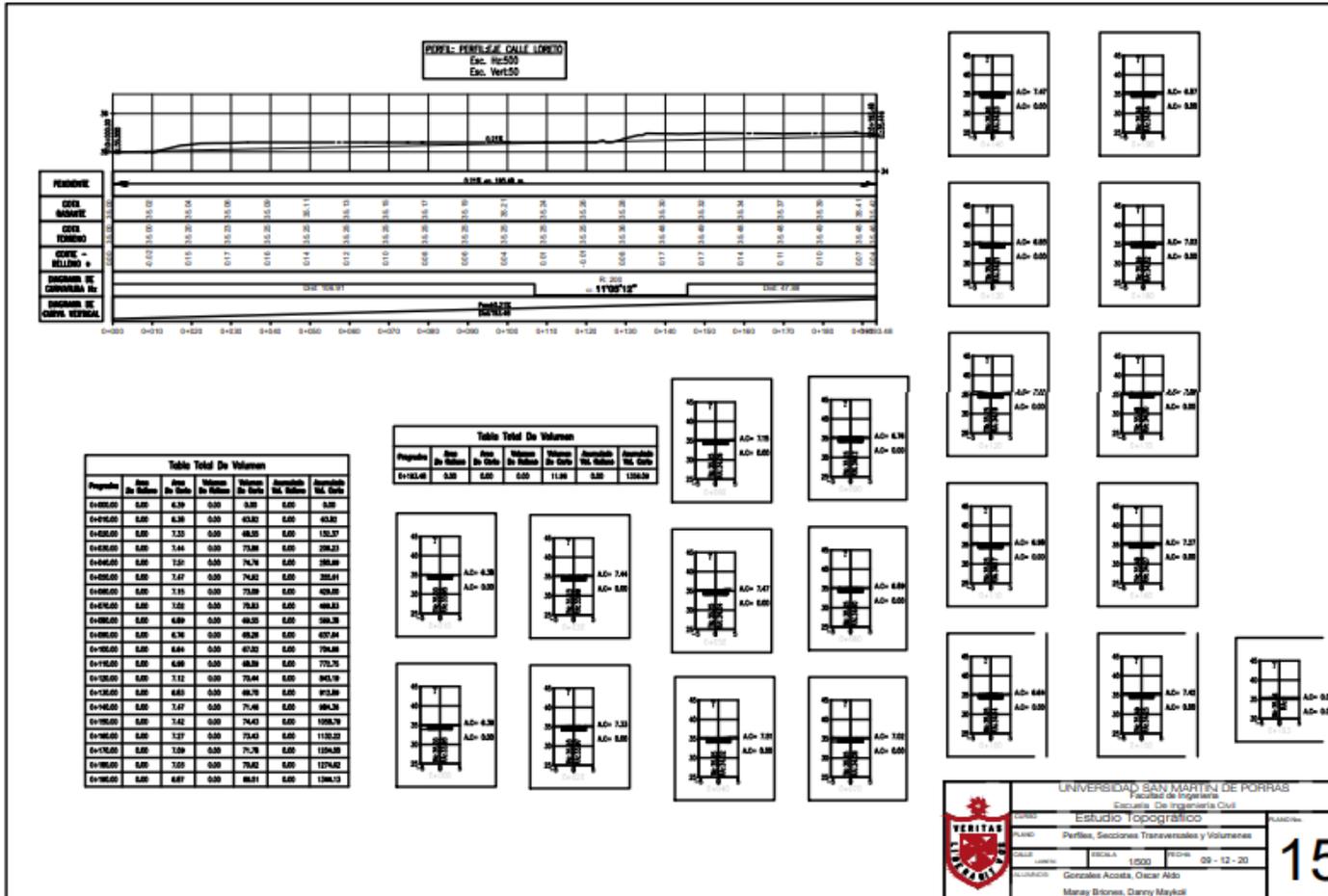
ANEXO 19

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL AV. MARIANO CORNEJO



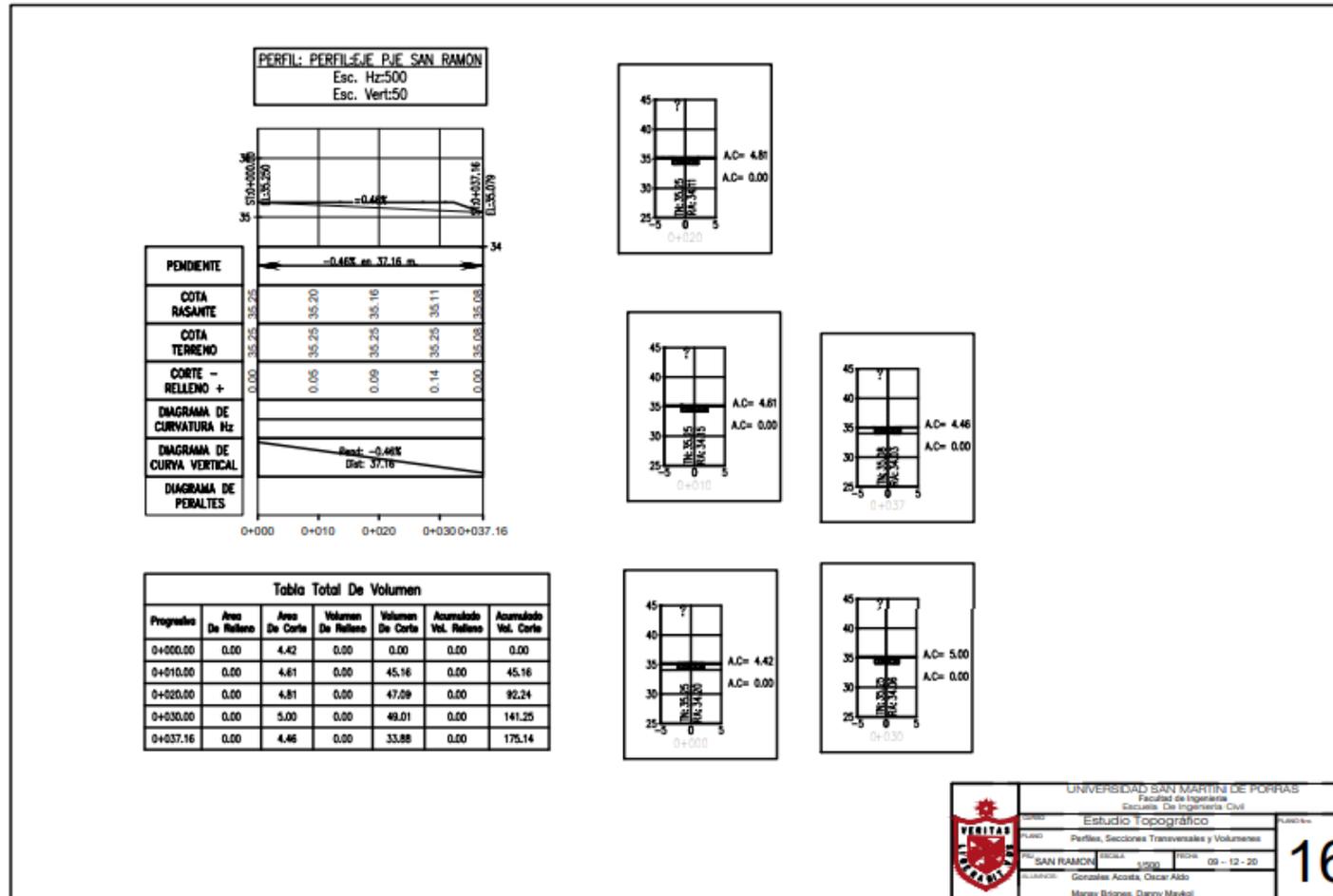
ANEXO 20

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE LORETO



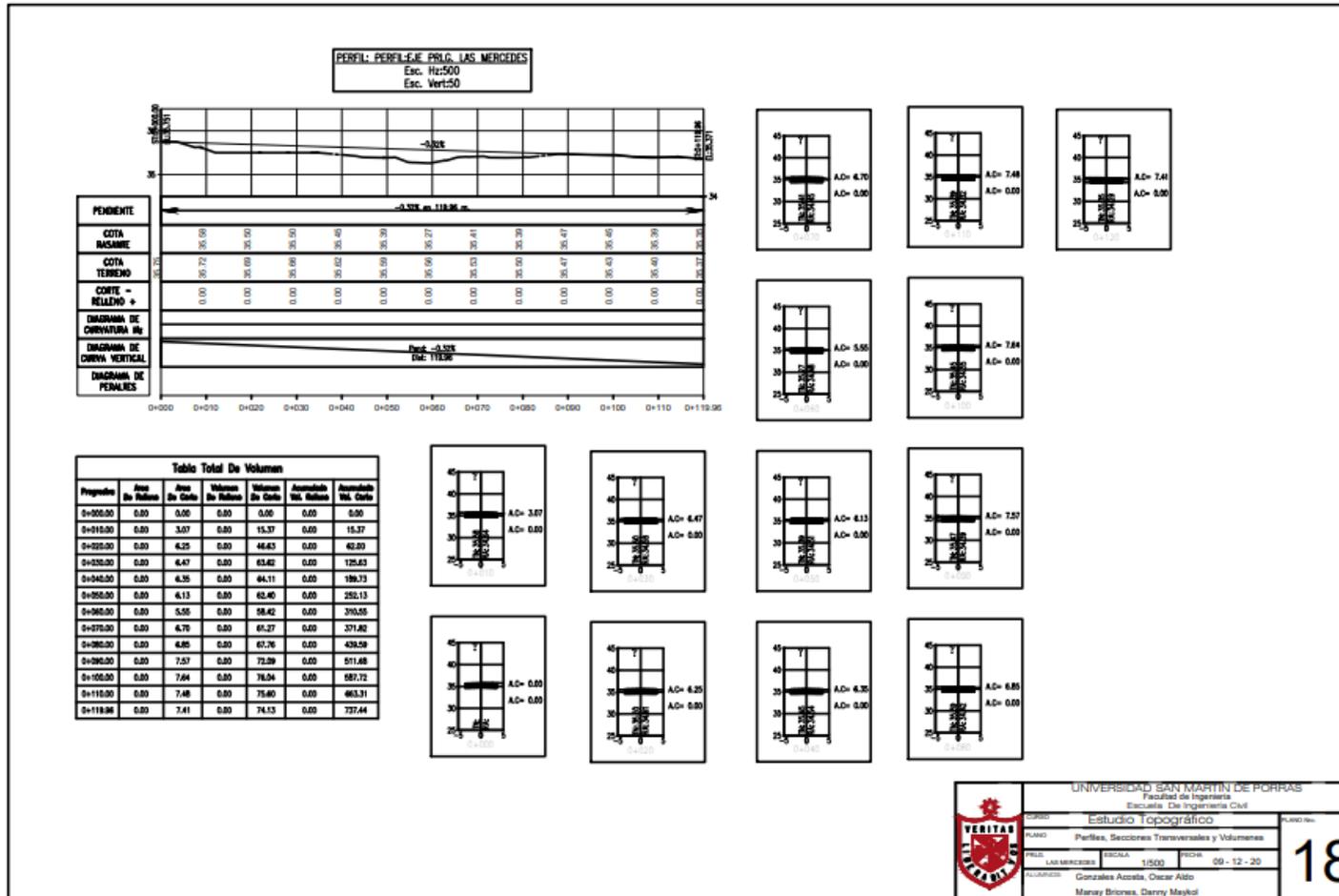
ANEXO 21

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE SAN RAMÓN



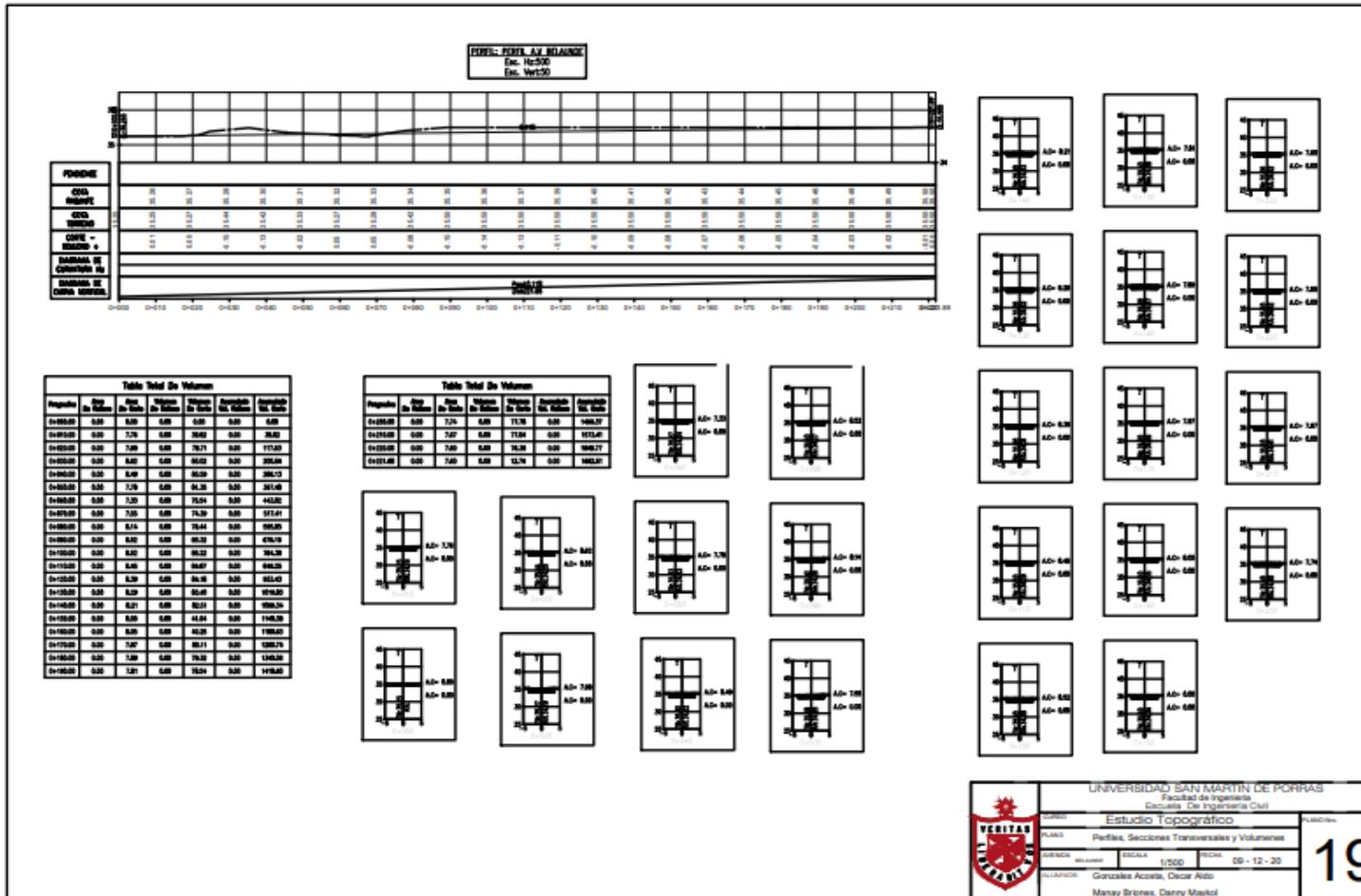
ANEXO 23

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA PROLONGACIÓN LAS MERCEDES



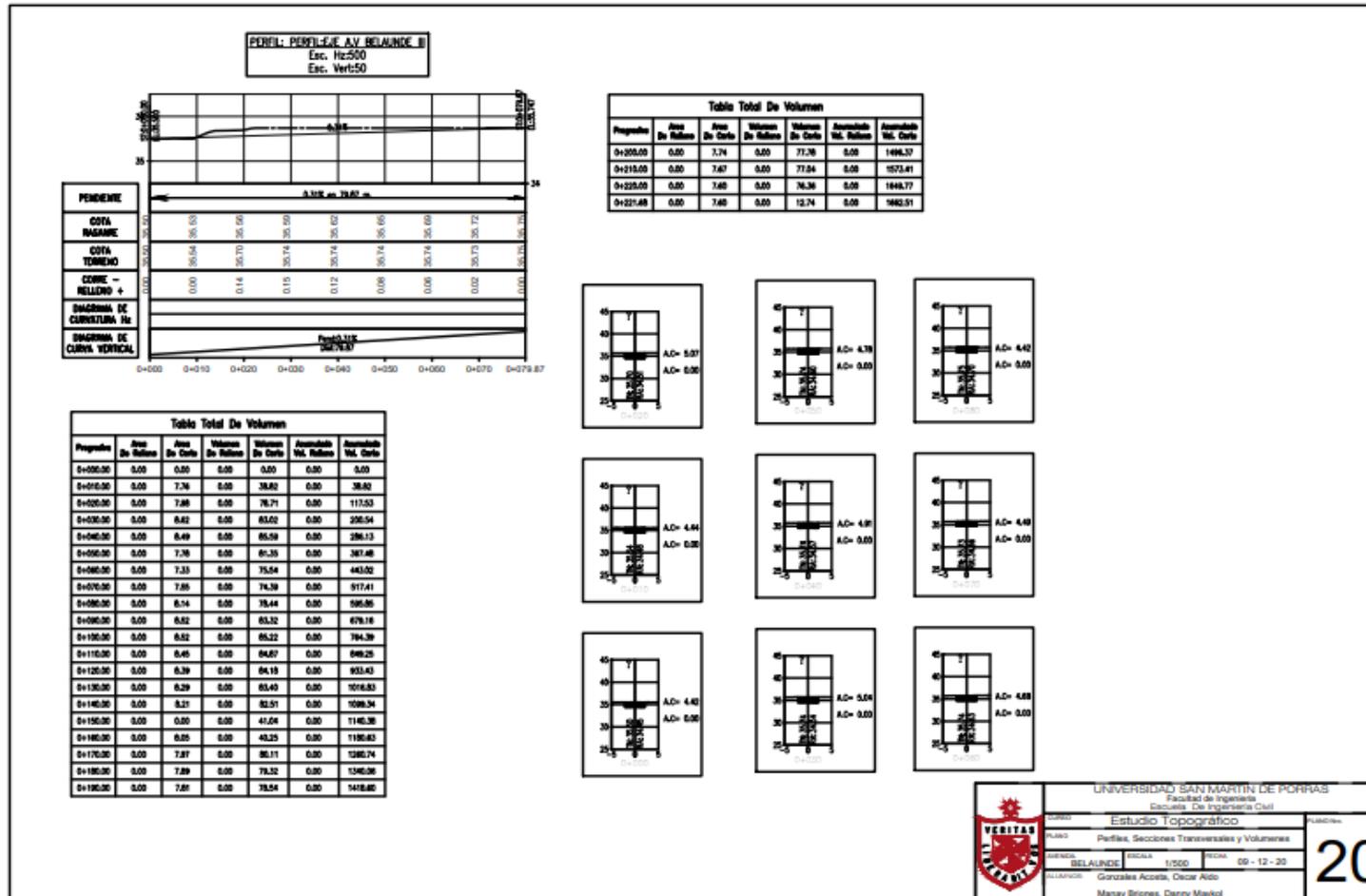
ANEXO 24

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA AVENIDA BELAUDE



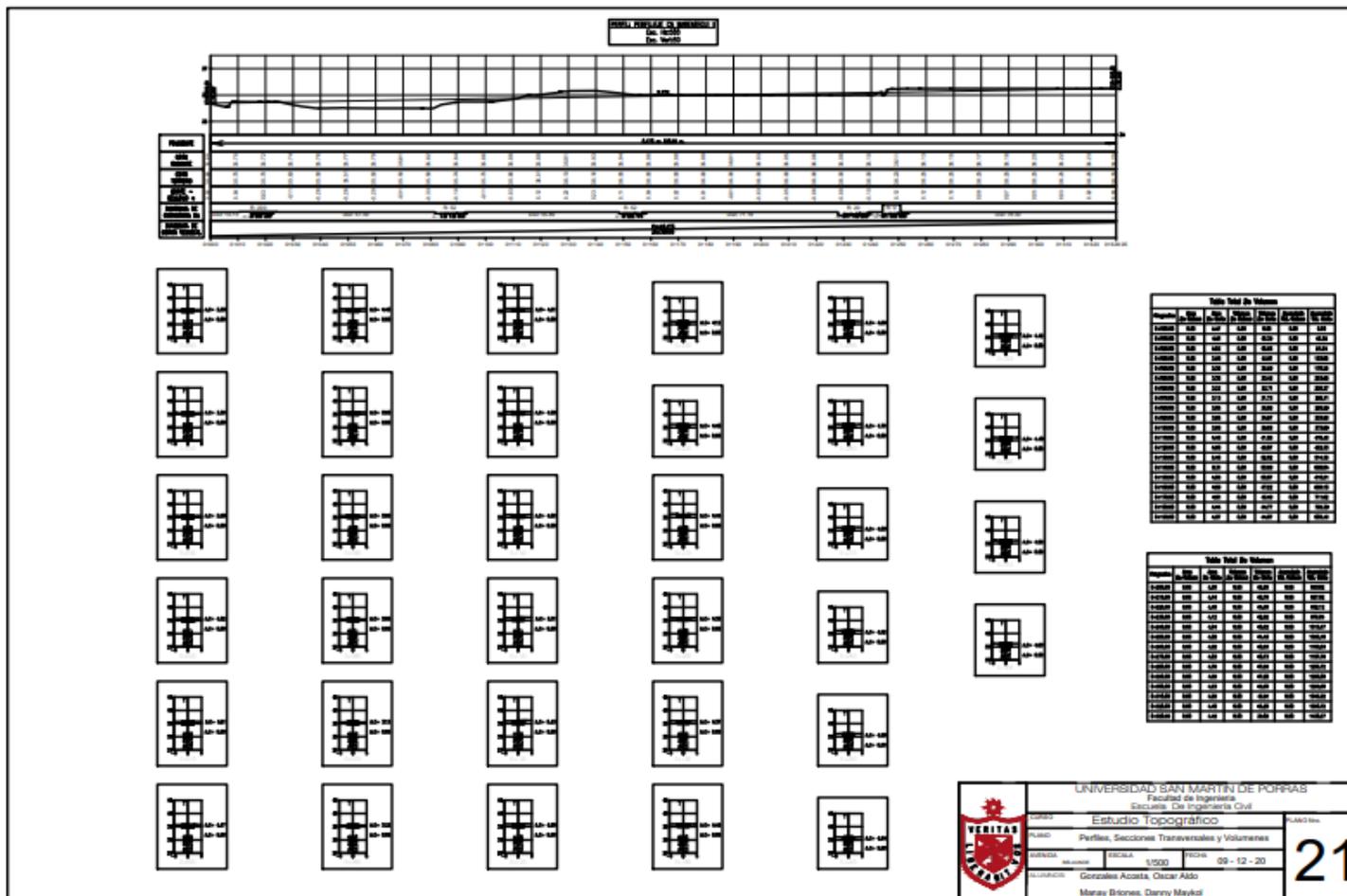
ANEXO 25

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA AVENIDA BELAUNDE III



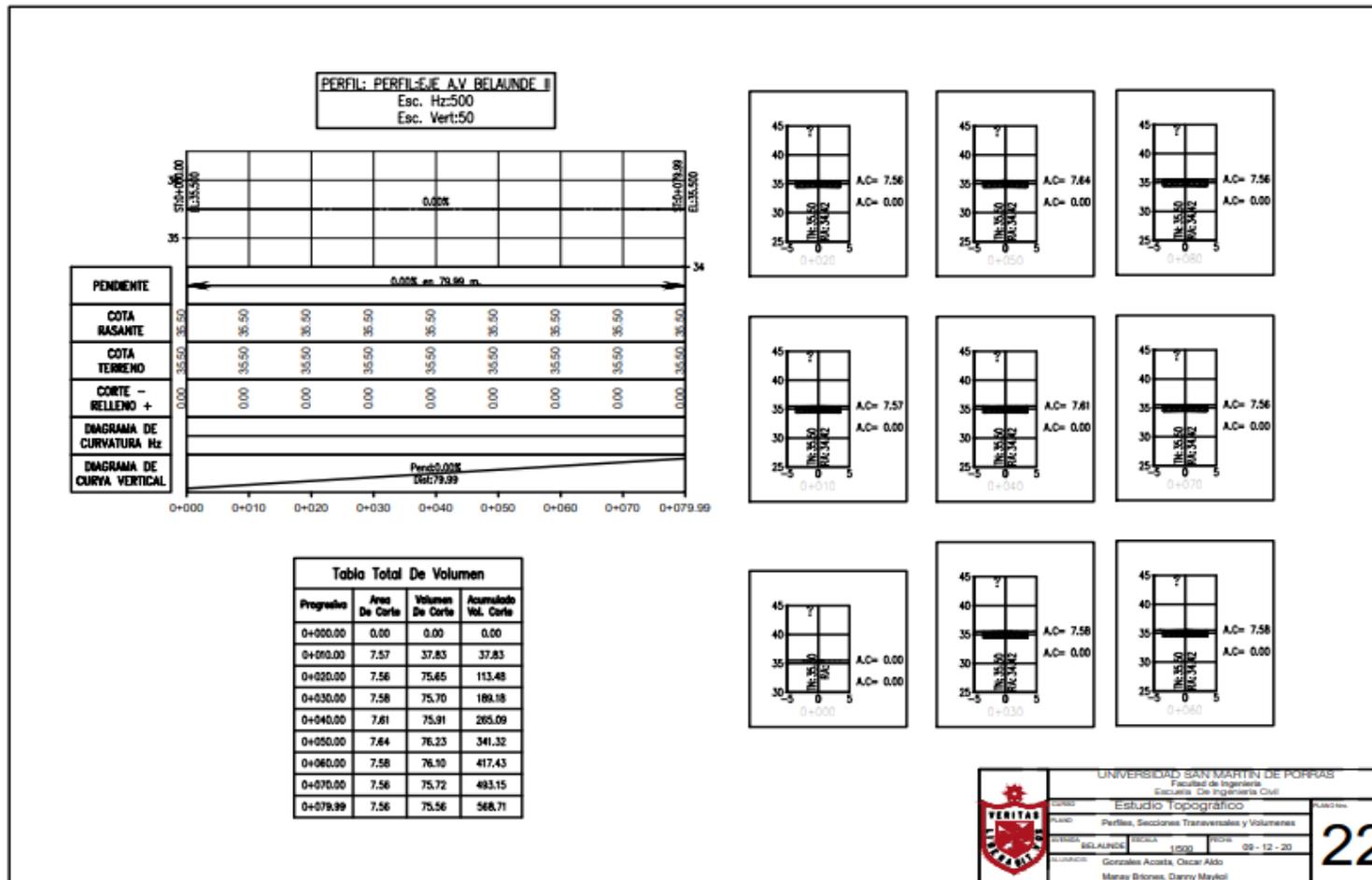
ANEXO 26

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE MAREATEGUI II



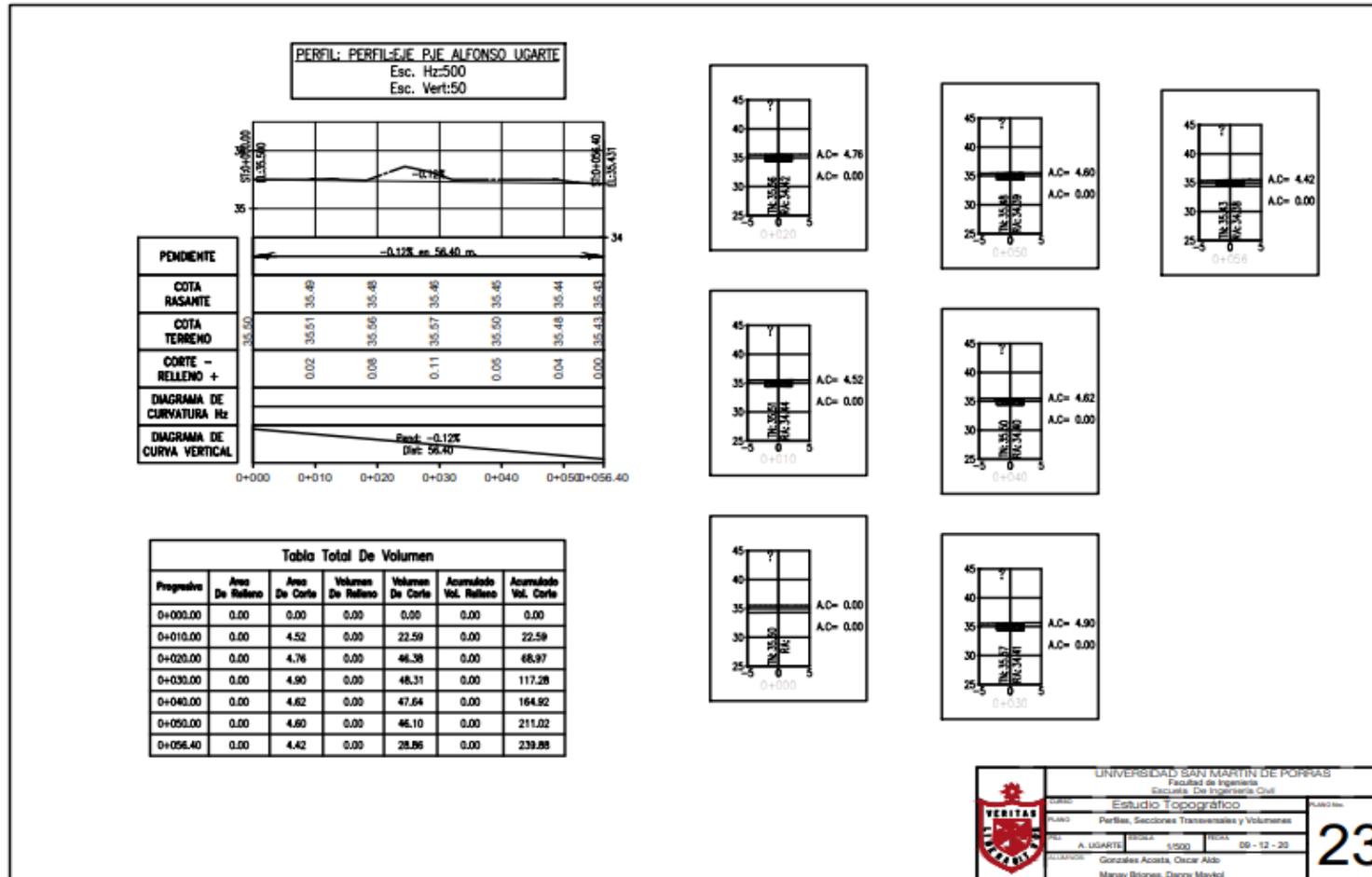
ANEXO 27

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA AVENIDA BELAUNDE II



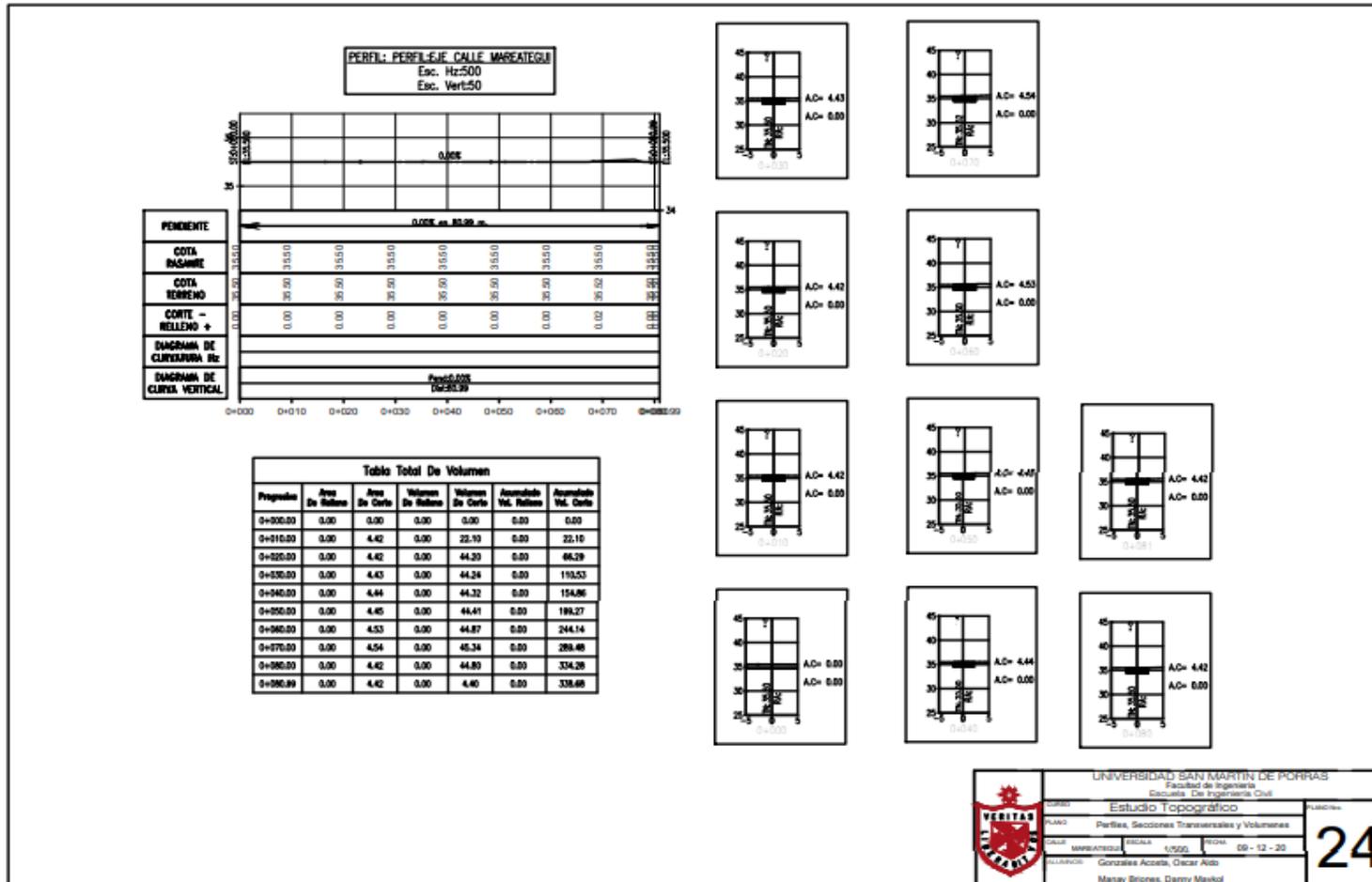
ANEXO 28

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE ALFONSO UGARTE



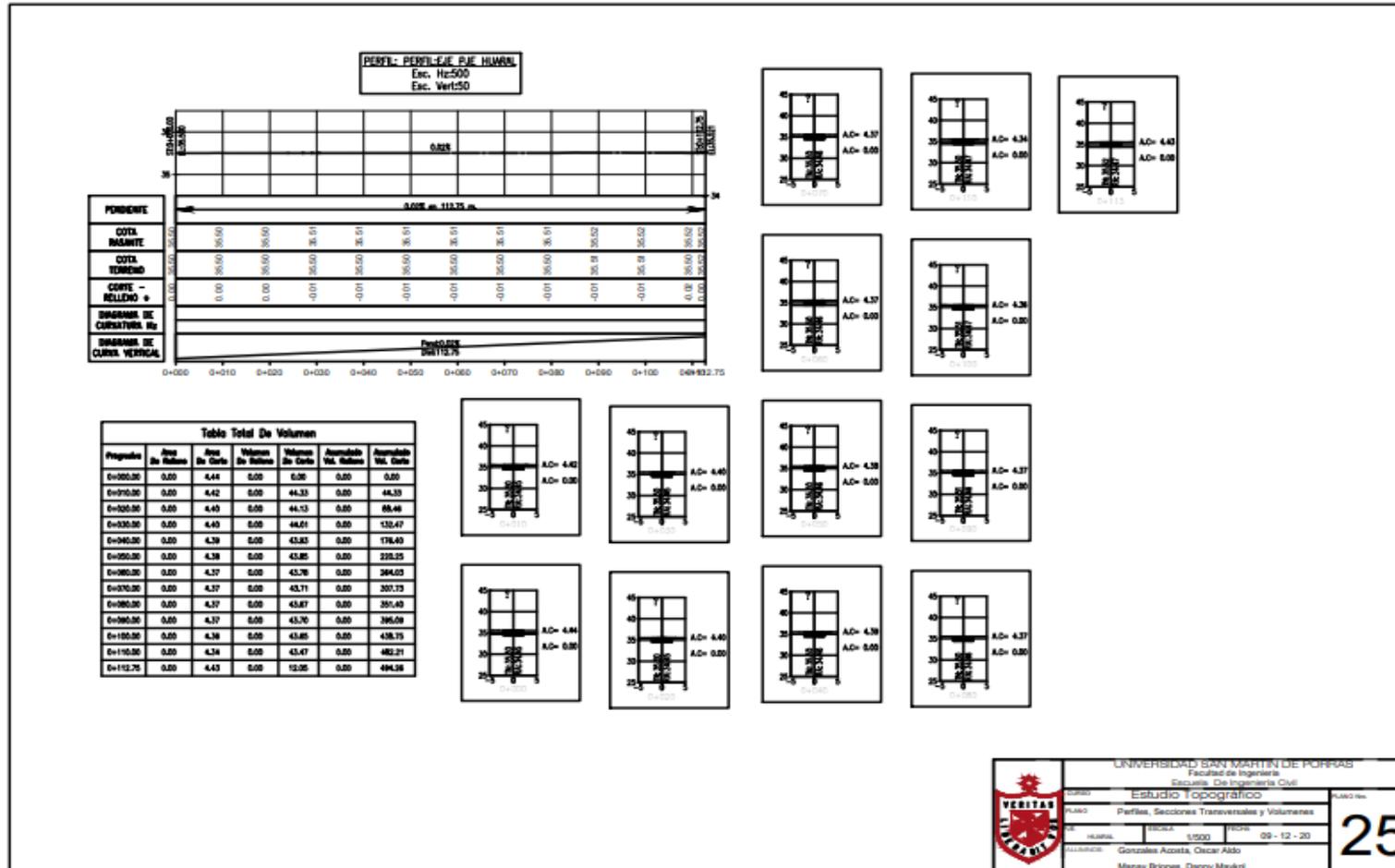
ANEXO 29

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA CALLE MAREATEGUI



ANEXO 30

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DEL PASAJE HUARAL

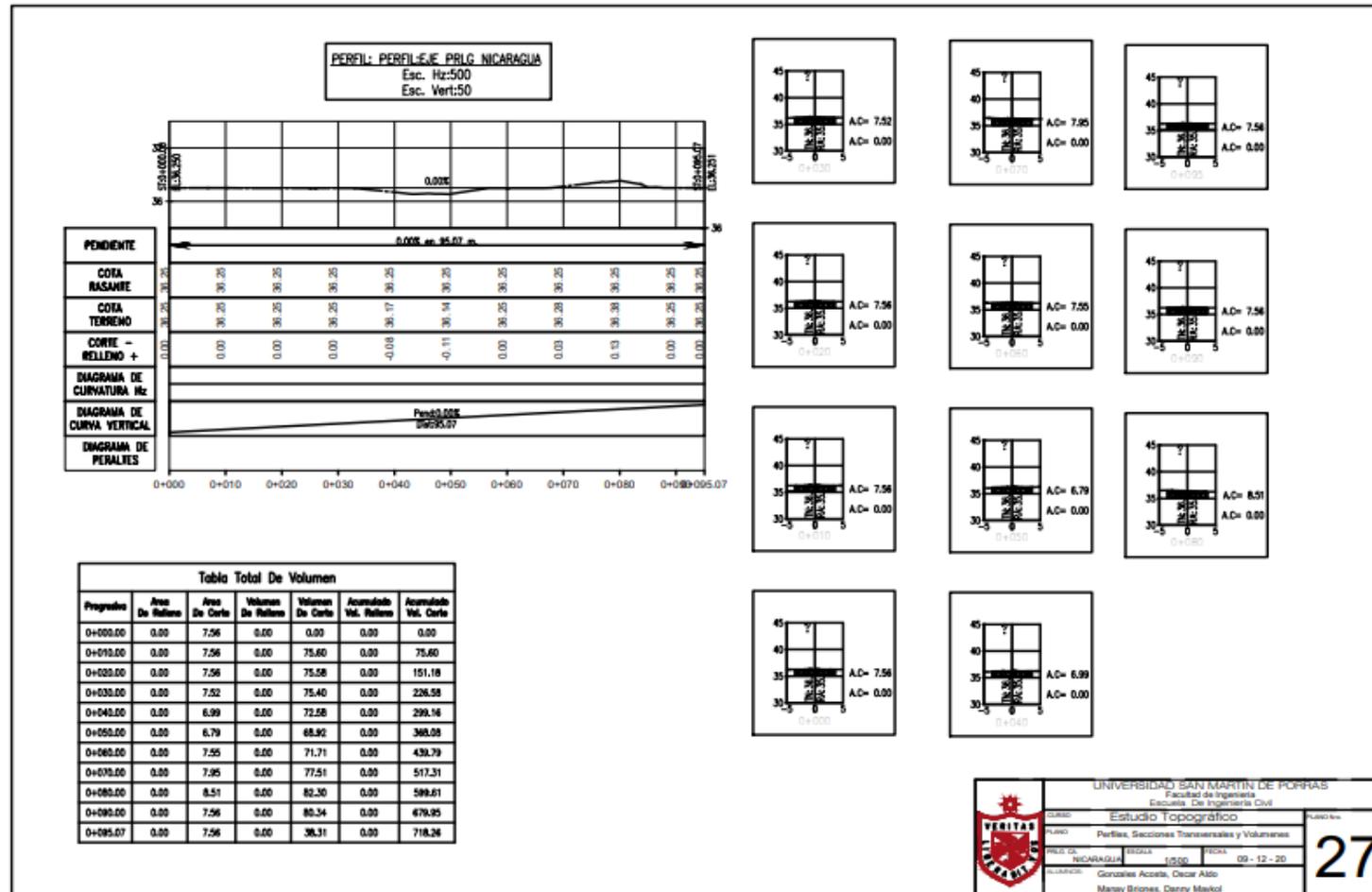


UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRAS		
Facultad de Ingeniería		
Escuela de Ingeniería Civil		
TÍTULO	Estudio Topográfico	
PLANO	Perfiles, Secciones Transversales y Volúmenes	
Lugar	Escala	Fecha
HUARAL	1:500	09 - 12 - 20
AUTORES	Gonzales Acosta, Oscar Aldo	
DISEÑADOR	Manay Briones, Darryl Maylot	

25

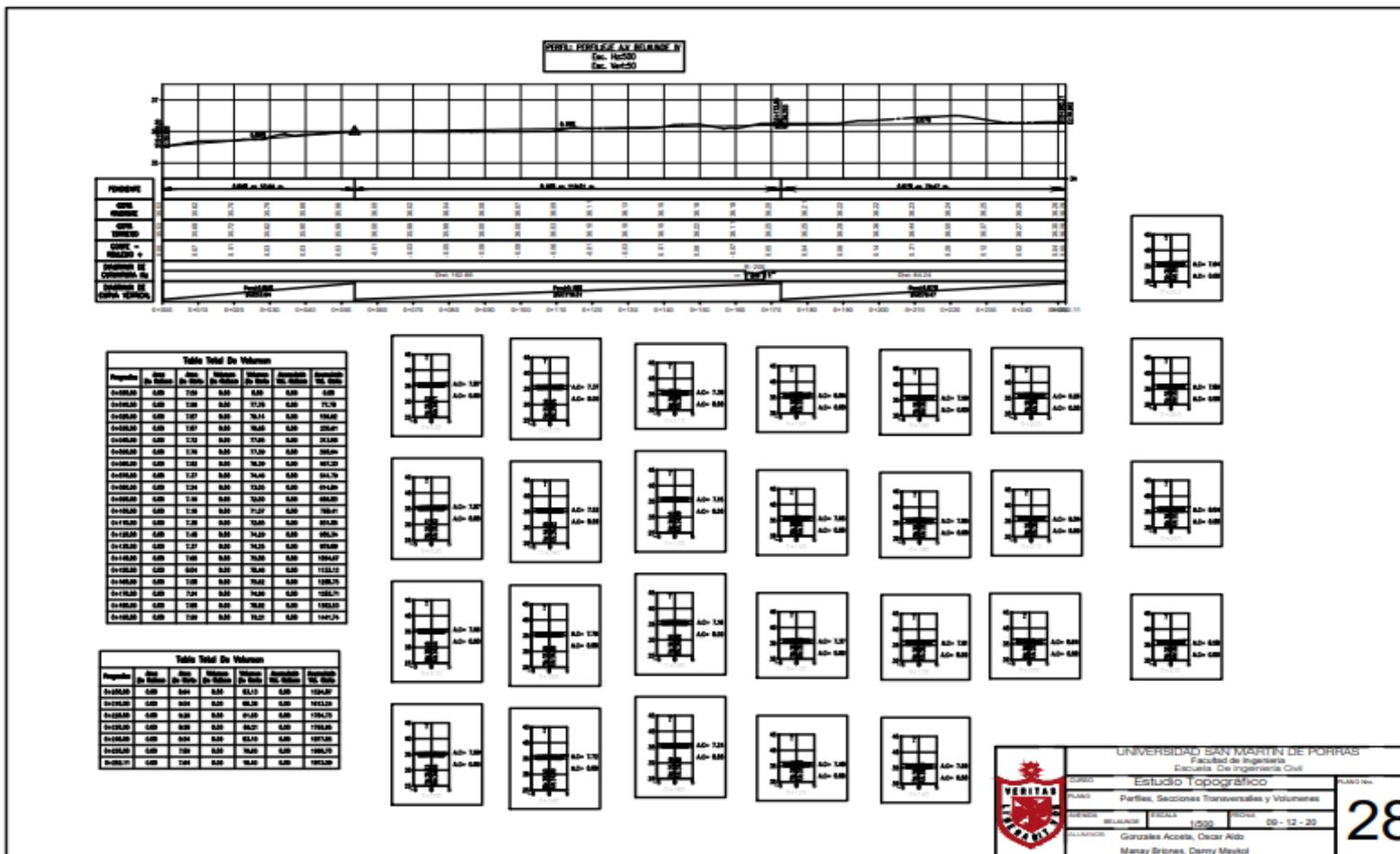
ANEXO 32

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA PROLONGACIÓN NICARAGUA



ANEXO 33

PLANO DE PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES DE LA AVENIDA BELAUNDE IV



ANEXO 34

OPINIÓN DE EXPERTOS, DE FLORES TRUJILLO



Universidad San Martín de Porres
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Flores Trujillo, Estefany Yasmin
 Grado Académico: Ingeniero
 Cargo e Institución: Residente de Obra de la Dirección Regional de Agricultura de Lima
 Nombre del Instrumento a validar: Proyecto de Tesis
 Autor del instrumento: Oscar Aldo Gonzales Acosta
 Danny Maykol Manay Briones
 Título del Proyecto de Tesis: Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método Aashto 93 para mejorar la Transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de JLO-Lambayeque

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				✓
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				✓
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				✓
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				✓
Viabilidad	Es viable su aplicación				✓

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 19
 Calificación (De deficiente a Muy bueno) Muy bueno

Observaciones

.....

Fecha: 12/12/2020

N. Colegiatur CIP N° 232735

ANEXO 35

OPINIÓN DE EXPERTOS, DE MEDRANO LIZARZABURU



Universidad San Martín de Porres
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto:
Medrano Lizarzaburu, Eithel Yvan

Grado Académico:
Ingeniero

Cargo e Institución:
Docente de la Universidad San Martín de Porres

Nombre del Instrumento a validar:
Proyecto de Tesis

Autor del instrumento:
Oscar Aldo Gonzales Acosta
Danny Maykol Manay Briones

Título del Proyecto de Tesis:
Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método Aashto 93 para mejorar la
Transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de JLO-Lambayeque

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				✓
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				✓
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				✓
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				✓
Viabilidad	Es viable su aplicación				✓

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 17
Calificación (De deficiente a Muy bueno) Muy bueno

Observaciones

.....

.....

Fecha: 12/12/2020

N. Colegiatura
CIP N° 53091

ANEXO 36

OPINIÓN DE EXPERTOS, DE FERNANDEZ ACOSTA



Universidad San Martín de Porres
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto:
Jorge Segundo Fernandez Acosta

Grado Académico:
Ingeniero

Cargo e Institución:
Sub Gerente de desarrollo Urbano y Rural - M.D Caujul Región de Lima

Nombre del Instrumento a validar:
Proyecto de Tesis

Autor del instrumento:
Oscar Aldo Gonzales Acosta
Danny Maykol Manay Briones

Título del Proyecto de Tesis:
Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método Aashto 93 para mejorar la
Transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de JLO-Lambayeque

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				✓
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				✓
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				✓
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				✓
Viabilidad	Es viable su aplicación				✓

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 18
Calificación (De deficiente a Muy bueno) Muy bueno

Observaciones

.....
.....

Fecha: 11/12/2020

N°. Colegiatura
CIP N° 204830

ANEXO 37

OPINIÓN DE EXPERTOS, DE VARILLAS TRELLES



Universidad San Martín de Porres
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto:
Francisco Javier Varillas Trelles

Grado Académico:
Ingeniero

Cargo e Institución:
Residente de Obra de la Dirección Regional de Agricultura de Lima

Nombre del Instrumento a validar:
Proyecto de Tesis

Autor del instrumento:
Oscar Aldo Gonzales Acosta
Danny Maykol Manay Briones

Título del Proyecto de Tesis:
Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método Aashto 93 para mejorar la
Transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de JLO-Lambayeque

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				✓
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				✓
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				✓
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				✓
Viabilidad	Es viable su aplicación				✓

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 18
Calificación (De deficiente a Muy bueno) Muy bueno

Observaciones

.....
.....

Fecha: 11/12/2020

N. Colegiatura
CIP N° 50820

ANEXO 38

ENCUESTA A POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RAMIRO PRIALÉ

ENCUESTA			
I. PRESENTACIÓN			
La presente encuesta forma parte del proyecto de investigación titulado: "Diseño del Pavimento Flexible aplicando el método AASHTO 93, para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de José Leonardo Otiz - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque			
II. INSTRUCCIONES			
La información que usted nos brinde es de carácter confidencial y reservado ya que los resultados obtenidos serán manejados solo en La investigación. Conteste las siguientes interrogantes con responsabilidad y honestidad con un aspa o encerrando en un círculo. Agradecemos sinceramente su apoyo en el éxito de esta encuesta			
Fecha:	Edad:	Sexo:	
1. ¿ Ha observado deficiencias o irregularidades en el estado de la via que usa normalmente?			
a) Si	<input type="checkbox"/>	b) No	<input type="checkbox"/>
2. ¿ Cómo califica usted el estado actual de las calles del Centro Poblado Ramiro Priale?			
a) Buena	<input type="checkbox"/>	b) Regular	<input type="checkbox"/>
c) Mala	<input type="checkbox"/>		
3.¿ El deterioro de las calles ha conllevado a accidentes de tránsito?			
a) Si	<input type="checkbox"/>	b) No	<input type="checkbox"/>
c) No circulo por estas vías	<input type="checkbox"/>		
4. ¿ Cuanto afecta el deterioro de las calles del Centro Poblado Ramiro Priale?			
a) Mucho	<input type="checkbox"/>	b) Poco	<input type="checkbox"/>
c) Nada	<input type="checkbox"/>		
5. ¿ Que efectos genera el mal estado de las calles del centro poblado?			
a) Accidentes	<input type="checkbox"/>	b) Pérdida de tiempo	<input type="checkbox"/>
c) Enfermedades respiratorias	<input type="checkbox"/>	d) T.A	<input type="checkbox"/>
6. ¿ Cuando fue la ultima vez que se se ha dado el mantenimiento necesario a las calles?			
a) Menos de 1 año	<input type="checkbox"/>	b) Entre 1 y 2 añ	<input type="checkbox"/>
c) Entre 2 y 5 años	<input type="checkbox"/>	d) Más de 5 años	<input type="checkbox"/>
e) No sabe/ No opina	<input type="checkbox"/>		
7. ¿ Crees que es suficiente el mantenimiento que se realiza actualmente en las calles que utiliza?			
a) Si	<input type="checkbox"/>	b) No	<input type="checkbox"/>
c) No sabe / No contesta	<input type="checkbox"/>		
8. ¿ Quién realizó el mejoramiento de la infraestructura vial del Centro Poblado Ramiro Priale			
a) La Comunidad	<input type="checkbox"/>	b) La Municipalidad	<input type="checkbox"/>
c) Una empresa	<input type="checkbox"/>		
Especifique.....			
9. ¿ Cómo calificaría usted un diseño de pavimento de las calles del Centro Poblado, para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal?			
a) En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	b) Indeciso	<input type="checkbox"/>
c) De acuerdo	<input type="checkbox"/>	d) Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>

ANEXO 39

PROCESAMIENTO DE LA ENCUESTA

Encuestados	PREGUNTAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	3	1	1	2	1	2	2	4
2	1	3	1	1	2	1	2	2	4
3	1	3	1	1	3	1	2	2	4
4	1	3	1	1	1	1	2	2	4
5	1	3	1	1	4	2	2	2	4
6	1	3	1	1	4	2	2	2	4
7	1	3	1	1	1	2	2	2	4
8	1	3	1	1	4	2	2	2	4
9	1	3	1	1	4	1	2	2	4
10	1	3	1	1	1	1	2	2	4
11	1	3	2	1	4	1	2	2	4
12	1	2	2	2	4	1	2	2	3
13	1	3	2	1	1	1	2	2	2
14	1	3	2	1	4	1	2	2	4
15	1	3	2	1	4	2	2	2	4
16	1	3	1	1	1	1	2	2	3
17	1	3	1	1	4	1	2	2	4
18	1	2	1	2	4	1	2	2	4
19	1	3	2	1	4	1	2	2	4
20	1	3	1	1	2	1	2	2	4
21	1	2	1	2	4	1	2	2	4
22	1	3	2	1	4	1	2	2	4
23	1	3	2	1	4	2	2	2	4
24	1	3	2	1	2	4	3	2	4
25	1	2	1	2	4	4	3	2	4
26	1	3	1	1	4	4	3	2	4
27	1	3	1	1	2	4	3	2	4
28	1	3	1	1	2	4	3	2	4
29	1	3	1	1	2	4	3	2	3
30	1	3	1	1	2	4	3	2	3
31	1	3	1	1	4	4	3	2	4
32	1	2	1	2	4	4	3	2	4
33	1	3	1	1	4	4	3	2	4
34	1	3	1	1	4	2	2	2	4
35	1	3	1	1	4	2	2	2	3
36	1	3	2	1	3	4	3	2	3
37	1	2	2	2	4	2	2	2	4
38	1	3	2	1	3	1	2	2	4
39	1	3	2	1	3	4	3	2	4
40	1	2	2	2	4	1	2	2	4
41	1	3	2	1	4	2	2	2	4
42	1	3	2	1	4	1	2	2	4
43	1	3	2	1	4	4	3	2	4
44	1	2	2	2	4	1	2	2	3
45	1	3	1	1	4	2	2	2	3
46	1	3	1	1	4	1	2	2	3
47	1	3	1	1	4	4	3	2	3
48	1	3	1	1	4	1	2	2	3
49	1	2	2	2	4	2	2	2	3
50	1	3	1	1	4	2	2	2	3

51	1	3	1	1	4	1	2	2	3
52	1	3	1	1	3	4	3	2	3
53	1	3	1	1	4	4	3	2	3
54	1	3	1	1	4	4	3	2	3
55	1	3	1	1	4	4	3	2	3
56	1	3	1	1	4	2	2	2	3
57	1	3	1	1	4	1	2	2	3
58	1	3	1	1	4	1	2	2	3
59	1	3	1	1	3	1	2	2	3
60	1	3	2	1	4	1	2	2	2
61	1	3	2	1	4	1	2	2	2
62	1	3	2	1	4	1	2	2	2
63	1	3	2	1	4	1	2	2	2
64	1	3	2	1	4	1	2	2	2
65	1	3	2	1	4	1	2	2	2
66	1	3	2	1	4	1	2	2	2
67	1	3	2	1	4	4	3	2	2
68	1	3	2	1	4	2	2	2	4
69	1	3	2	1	4	4	3	2	4
70	1	3	2	1	2	4	3	2	4
71	1	3	2	1	2	4	3	2	4
72	1	3	2	1	2	4	3	2	3
73	1	3	2	1	2	1	2	2	3
74	1	3	2	1	2	1	2	2	3
75	1	3	2	1	2	1	2	2	3
76	1	3	1	1	4	1	2	2	4
77	1	3	1	1	4	1	2	2	4
78	1	3	1	1	3	1	2	2	2
79	1	3	1	1	4	1	2	2	4
80	1	3	1	1	4	1	2	2	2
81	1	3	1	1	4	1	2	2	2
82	1	3	1	1	4	1	2	2	2
83	1	3	1	1	3	4	3	2	2
84	1	3	1	1	4	4	3	2	3
85	1	3	1	1	4	4	3	2	3
86	1	3	1	1	4	4	3	2	3
87	1	3	2	1	4	1	2	2	3
88	1	3	2	1	2	1	2	2	4
89	1	3	2	1	2	1	2	2	2
90	1	3	1	1	2	4	3	2	2
91	1	3	1	1	3	1	2	2	4
92	1	3	1	1	3	1	2	2	4
93	1	3	1	1	2	1	2	2	4

ANEXO 40

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO EL METODO AASHTO 93 PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO RAMIRO PRIALE, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA DE CHICLAYO- DEPARTAMENTO DE					
LUGAR	JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE					
Elab.Por	GONZALES ACOSTA, OSCAR ALDO MANAY BRIONES, DANNY MAYKOL					
FECHA	DICIEMBRE 2020					
0.1.01.01 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA						
Costo unitario directo por: UND	5815.51					1 UND/DIA
Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial	
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH		1	8.0000	22.70	181.60
PEON	HH		2	16.0000	16.22	259.52
						441.12
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS			1.4100	18.89	26.63
AGUA	M3			0.0080	7.99	0.06
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3 1/2"	KG			1.5000	3.93	5.90
PERNOS HEXAGONAL 3/4" X 3 1/2"	PZA			105.0000	35.66	3744.30
ARENA GRUESA	M3			0.2000	38.30	7.66
PIEDRA CHANCADADA DE 1/2"	M3			0.2000	63.90	12.78
BANNER 13 ONZ 3.60 m X 2.40 m RESOLUCION 600DPI	UND			1.0000	800.00	800.00
MADERA TORNILLO 3.60 m X 2" X 2"	PZA			11.0000	45.00	495.00
MADERA TORNILLO 6.00 m X 4" X 4"	PZA			4.0000	65.00	260.00
						5352.33
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	441.12	22.06
						22.06
01.02.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS						
Costo unitario directo por: GLB	6000					1 GLB/DIA
Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial	
MATERIALES						
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	GLB			1	6000	6000
						6000
01.02.02 DESVIO DE TRANSITO						
Costo unitario directo por: MES	1977.88					1 MES/DIA
Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial	
MANO DE OBRA						
PEON	HH		1	8.0000	16.22	129.76
						129.76
MATERIALES						
CINTA SEÑALIZADORA P/SEÑAL DE PELIGRO				3.0000	60.00	180.00
MALLA PLASTICA P/CERCA h=1.20	RLL			2.0000	25.26	50.52
CARTEL DE SEGURIDAD	UND			4.0000	75.00	300.00
SEÑAL VERTICAL PREVENTIVA	UND			9.0000	25.00	225.00
TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	UND			4.0000	65.00	260.00
TRANQUERA DE MADERA DE 2.40 X 1.20 m	UND			4.0000	95.00	380.00
CONOS DE SEGURIDAD	UND			10.0000	45.00	450.00
						1845.52
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			2.0000	129.76	2.60
						2.60

01.02.03 LIMPIEZA DE TERRENO

RENDIMIENTO	350	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

0.44

Insumos

MANO DE OBRA

OPERARIO

PEON

Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
		0.1	0.0023	22.7
HH		1	0.0229	16.22
HH				0.37
				0.42

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS MANUALES

%MO		5.0000	0.42	0.02
				0.02

01.03.01 SEÑALIZACIÓN TEMPORAL EN OBRA

RENDIMIENTO	1	GLB/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: GLB

2000.00

Insumos

MATERIALES

SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
GBL		1.0000	2000.00	2000.00
				2000.00

01.03.02 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

RENDIMIENTO	1	GLB/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: GLB

10000.00

Insumos

MATERIALES

CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD

GBL		1.0000	10000.00	10000.00
				10000.00

01.03.03 MITIGACIÓN AMBIENTAL

RENDIMIENTO	1	EST/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: EST

10000.00

Insumos

MATERIALES

MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

GLB		1.0000	10000.00	10000.00
				10000.00

02.01 CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCIÓN DE OBRA

RENDIMIENTO	250	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

3.21

Insumos

MANO DE OBRA

OFICIAL

PEON

TOPOGRAFO

Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HH		1	0.0320	17.96
HH		2	0.0640	16.22
HH		1	0.0320	22.70
				2.34

MATERIALES

ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 40

PINTURA ESMALTE SINTETICO

CAL HIDRATADA DE 30 KG

KG		0.0600	3.39	0.20
GAL		0.0010	32.20	0.03
BLS		0.0100	25.42	0.25
				0.49

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS MANUALES

MIRA TOPOGRÁFICA

NIVEL TOPOGRÁFICO CON TRIPODE

%MO		3.0000	2.34	0.07
HM		1	0.0320	1.75
HM		1	0.0320	8.00
				0.26
				0.38

02.02 CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTACION

RENDIMIENTO	250	M3/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M3

8.74

Insumos

MANO DE OBRA

OFICIAL

PEON

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS MANUALES

CARGADOR SOBRE LLANTAS 100 - 125 HP 2-2.25 yd 3

Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HH		1	0.0320	17.96
HH		4	0.1280	16.22
				2.08
				2.65
%MO		5.0000	2.65	0.13
HM		1	0.0320	186.20
				5.96
				6.09

02.03 RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO

RENDIMIENTO	300	M3/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M3

56.58

Insumos

MANO DE OBRA

OPERARIO

PEON

MATERIALES

A FIRMADO

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS MANUALES

CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178 - 210 HP 3000 gl

MOTONIVELADORA de 130 - 135 HP

RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton

Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HH		0.1	0.0027	22.70
HH		3	0.0800	16.22
				1.30
				1.36
M3		1.25	35.00	43.75
				43.75
%MO		3	1.36	0.04
HM		1	0.0267	173.50
HM		1	0.0267	115.20
HM		1	0.0267	140.00
				3.73
				11.47

02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA

RENDIMIENTO	500	M3/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M3

28.37

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OFICIAL	HH		1	0.0160	17.96
PEON	HH		2	0.0320	16.22
					0.81
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.8064	0.02
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd 3	HM		1	0.0160	176.9
CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	HM		8	0.1280	193.01
					27.56

03.01 CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE DE PAVIMENTACION

RENDIMIENTO	1500	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

3.15

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.0053	22.70
PEON	HH		4	0.0213	16.22
					0.47
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.47	0.01
CAMION CISTERNA 4 X2 (AGUA) 122 HP 2000 gl	HM		1	0.0053	144.05
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111 - 130 HP 9- 111	HM		1	0.0053	241.07
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM		1	0.0053	115.20
					2.68

03.02 SUB BASE GRANULAR e = 0.65 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACION

RENDIMIENTO	1500	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

18.75

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.0053	22.7
PEON	HH		4	0.0213	16.22
					0.47
MATERIALES					
MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE	M3		0.2600	60	15.60
					15.60
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.47	0.01
CAMION CISTERNA 4 X2 (AGUA) 122 HP 2000 gl	HM		1	0.0053	144.05
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111 - 130 HP 9- 111	HM		1	0.0053	241.07
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM		1	0.0053	115.2
					2.68

03.03 BASE GRANULAR e = 0.36 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACION

RENDIMIENTO	1500	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

20.05

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.0053	22.7
PEON	HH		4	0.0213	16.22
					0.47
MATERIALES					
MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE	M3		0.2600	65	16.90
					16.90
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.47	0.01
CAMION CISTERNA 4 X2 (AGUA) 122 HP 2000 gl	HM		1	0.0053	144.05
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111 - 130 HP 9- 111	HM		1	0.0053	241.07
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM		1	0.0053	115.2
					2.68

03.04 IMPRIMACION ASFALTICA

RENDIMIENTO	1600	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

2.87

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.0050	22.7
PEON	HH		3	0.0150	16.22
					0.36
MATERIALES					
EMULSION ASFALTICA O ASFALTO LIQUIDO MC - 30	GAL		0.1850	9.09	1.68
					1.68
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.3568	0.01
BARREDORA MECANICA 10 - 20 HP 7 p LONGITUD	HM		1	0.0050	49.53
CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	HM		1	0.0050	115.6
					0.84

03.05 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.06m

RENDIMIENTO	2500	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

54.68

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.0032	22.70
PEON	HH		8	0.0256	16.22
					0.49
MATERIALES					
ASFALTO EN CALIENTE	M3		0.0650	750.00	48.75
					48.75
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	0.49	0.01
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	HM		1	0.0032	140.00
CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	HM		4	0.0128	193.01
RODILLO TANDEM VIBRATORIO A UTOPROPULSADO 111 - 130 HP 9- 111	HM		1	0.0032	241.07
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10 -16	HM		1	0.0032	543.90
					5.45

04.01 SEÑAL PREVENTIVA

RENDIMIENTO	6	UND/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: UND

469.59

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	1.3333	30.27
OFICIAL	HH		1	1.3333	23.95
					54.21
MATERIALES					
PINTURA ESMALTE SINTETICO	GAL		0.0270	32.20	0.87
LUA PARA CONCRETO	HUA		1.0000	1.69	1.69
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	P2		10.7600	35.00	376.60
FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM ACABADO	M2		0.3750	42.00	15.75
PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	M2		0.4000	6.11	2.44
SOLVENTE XILOL	GAL		0.0280	18.00	0.50
PINTURA IMPRIMANTE	GAL		0.0675	3.36	0.23
SOLDADURA (AWS E6011)	KG		0.0710	22.00	1.56
TINTA XENOGRFICA NEGRA	GAL		0.0315	180.00	5.67
					405.32
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	54.21	2.71
SOLDADURA ELECTRICA TRIFASICA 400A	HM		0.25	0.3333	22.05
					10.06

04.02 SEÑAL REGLAMENTARIA

RENDIMIENTO	6	UND/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: UND

506.39

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	1.3333	30.27
OFICIAL	HH		1	1.3333	23.95
					54.21
MATERIALES					
PINTURA ESMALTE SINTETICO	GAL		0.0500	32.20	1.61
LUA PARA CONCRETO	HUA		1.0000	1.69	1.69
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	P2		10.6600	35.00	373.10
FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM ACABADO	M2		0.9900	42.00	41.58
PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	M2		2.0000	6.11	12.22
SOLVENTE XILOL	GAL		0.0480	18.00	0.86
PINTURA IMPRIMANTE	GAL		0.1200	3.36	0.40
SOLDADURA (AWS E6011)	KG		0.2000	22.00	4.40
TINTA XENOGRFICA NEGRA	GAL		0.0087	180.00	1.57
TINTA XENOGRFICA ROJA	GAL		0.0260	180.00	4.68
					442.11
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	54.21	2.71
SOLDADURA ELECTRICA TRIFASICA 400A	HM		0.25	0.3333	22.05
					10.06

04.03 POSTES PARA SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS

RENDIMIENTO	6	UND/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: UND

107.38

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MATERIALES					
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	BLS		1.5000	18.89	28.34
ARENA GRUESA	M3		0.1000	38.30	3.83
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.1500	63.90	9.59
TUBO DE FIERRO NEGRO 3" X 3.5 M	ML		1.0000	65.63	65.63
					107.38

04.04 MARCAS EN EL PAVIMENTO TIPO I

RENDIMIENTO	800	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

26.24

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.0100	0.23
PEON	HH		4	0.0400	0.65
					0.88
MATERIALES					
SOLVENTE XILOL	GAL		0.0096	18.00	0.17
PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	GAL		0.1200	100.00	12.00
MICROESFERAS DE VIDRIO	KG		0.5000	25.00	12.50
					24.67
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.88	0.04
MAQUINA PARA MINTAR EN PAVIMENTO	HM		1	0.0100	0.65
					0.69

04.05 PINTADO DE PAVIMENTOS - SIMBOLOS Y LETRAS

RENDIMIENTO	60	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

23.89

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	0.1333	3.03
OFICIAL	HH		1	0.1333	2.39
PEON	HH		0.5	0.0667	1.08
					6.50
MATERIALES					
DISOLVENTE XILOL	GAL		0.0667	18.00	1.20
PINTURA DE TRAFICO COLOR BLANCO	GAL		0.1333	120.00	16.00
					17.20
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.50	0.20
					0.20

05.01 NIVELACIÓN DE BUZONES AL NIVEL DE RASANTE EN PAVIMENTOS

RENDIMIENTO	4	UND/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: UND

282.54

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		1	2	45.40
OFICIAL	HH		1	2	35.92
PEON	HH		4	8	129.76
					211.08
MATERIALES					
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	BLS		2.1	18.89	39.67
AGUA	M3		0.029	7.99	0.23
ARENA GRUESA	M3		0.25	38.3	9.58
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.278	63.9	17.76
					67.24
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2	211.08	4.22
					4.22

05.02 REUBICACION DE POSTES DE LUZ

RENDIMIENTO	5	UND/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: UND

2000.00

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OTROS BIENES Y SERVICIOS					
REUBICACIÓN DE POSTES	GLB		1.0000	2000.00	2000.00
					2000.00

05.03 LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA

RENDIMIENTO	250	M2/DIA
JORNADA	8	h/d

Costo unitario directo por: M2

0.62

Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	HH		0.1	0.0032	0.07
PEON	HH		1	0.0320	0.52
					0.59
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.59	0.03
					0.03

ANEXO 41
METRADO DE CALLES

ACTIVIDADES				METRADO (m2)
LIMPIEZA DE TERRENO				
	Largo	Ancho	Alto	
CA PUNO	48.39	6.82		330.02
PJE VILLA REAL	44.87	5.98		268.32
PSJ YESQUEN	58.44	5.87		343.04
CA M.P. DE BELLIDO	155.40	12.28		1908.31
CA SAN MARTIN	133.45	11.62		1550.69
PRLG. SAN PEDRO	169.04	12.39		2094.41
PRLG. SANTA TERESITA	145.60	12.38		1802.53
AV. PRAIALE	807.43	9.83		7937.04
AV. PERU	165.08	17.24		2845.98
CALLE CUZCO	152.39	9.74		1484.28
AV. TACNA	72.34	13.70		991.06
PJE ÑAUPE	92.00	6.14		564.88
PJE PUNO	62.82	7.88		495.02
AV. MARIANO CORNEJO	160.32	10.63		1704.20
CALLE LORETO	190.00	7.21		1369.90
PJE SAN ROMAN	37.16	6.14		228.16
PRLG. JORGE CHAVEZ	97.79	9.83		961.28
PRLG. LAS MERCEDES	119.96	9.66		1158.81
AV BELAUNDE	190.00	10.04		1907.60
AV BELAUNDE III	190.00	10.04		1907.60
CA MAREATEGUI II	328.95	5.83		1917.78
AV BELAUNDE II	79.99	7.63		610.32
PJE ALFONSO UGARTE	56.40	5.36		302.30
CALLE MAREATEGUI	80.99	9.10		737.01
PJE HUARAL	112.75	5.93		668.61
CA EL CARMEN	162.60	13.17		2141.44
PRLG NICARAGUA	95.07	11.85		1126.58
AV. BELAUNDE IIII	252.11	10.04		2531.18
TOTAL				41888.36

ANEXO 42

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

6.1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO					
PROYECTO	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO EL METODO AASHTO 93 PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO RAMIRO PRIALE, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA DE CHICLAYO- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"				
LUGAR	JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		FECHA	01/12/2020	
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./)	Parcial (S./)
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.				74,160.51
01.01	OBRAS PROVISIONALES				5,815.51
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60 m x 8.50 m	u	1.00	5,815.51	5,815.51
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				46,345.00
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	est	1.00	6,000.00	6,000.00
01.02.02	DESVIO DE TRANSITO	mes	11.00	1,977.88	21,756.63
01.02.03	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	41,888.36	0.44	18,588.38
01.03	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL				12,000.00
01.03.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.03.02	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
01.04	MITIGACION AMBIENTAL				10,000.00
01.04.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	g	1.00	10,000.00	10,000.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				456,514.11
02.01	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA	m2	41,888.36	3.21	134,510.88
02.02	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTACION	m3	26,038.45	8.74	227,623.55
02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	232.00	56.58	13,126.76
02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	2,864.42	28.37	81,252.92
03	PAVIMENTO FLEXIBLE				4,168,150.40
03.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE DE PAVIMENTACION	m2	41,888.36	3.15	131,926.52
03.02	SUB BASE GRANULAR e = 0.60 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	41,888.36	18.75	785,384.87
03.03	BASE GRANULAR e = 0.36 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	41,888.36	20.05	839,839.73
03.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	41,888.36	2.87	120,420.81
03.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.06 m	m2	41,888.36	54.68	2,290,578.46
04	SEÑALIZACION				33,505.08
04.01	SEÑAL PREVENTIVA	u	20.00	469.59	9,391.80
04.02	SEÑAL REGLAMENTARIA	u	25.00	506.39	12,659.68
04.03	POSTES PARA SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS	u	45.00	107.38	4,832.10
04.04	MARCAS EN EL PAVIMENTO TIPO I	m2	234.36	26.24	6,149.58
04.05	PINTADO DE PAVIMENTOS - SIMBOLOS Y LETRAS	m2	19.75	23.89	471.91
05	VARIOS				32,810.83
05.01	NIVELACION DE BUZONES AL NIVEL DE RASANTE EN PAVIMENTOS	u	3.00	282.54	847.62
05.02	REUBICACION DE POSTES DE LUZ	u	3.00	2,000.00	6,000.00
05.04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	41,888.36	0.62	25,963.21
COSTO DIRECTO					S/. 4,765,140.93
GASTOS GENERALES 7.00%					S/. 333,559.87
UTILIDAD 7.00%					S/. 333,559.87
=====					
SUB TOTAL					S/. 5,432,260.66
IGV (Impuestos) 18.00%					S/. 977,806.92
=====					
PRESUPUESTO DE OBRA A CONTRATAR					S/. 6,410,067.59