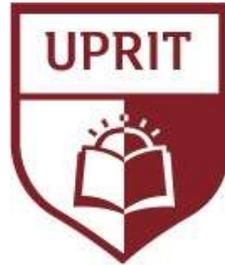


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y
SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL
CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

**Bach. Palomino Prado, Víctor Joel
Bach. Leon Vejarano Víctor Manuel
Bach. Choque Zavala Jesus**

ASESOR:

Ing. Elton Galarreta Malaver

TRUJILLO – PERÚ

2021

APROBACIÓN DE TESIS

El Asesor y los miembros del Jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la Tesis desarrollada por los Bachilleres **Palomino Prado, Víctor Joel, Leon Vejarano Víctor Manuel y Choque Zavala Jesus** denominada: **DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021.**

HOJA DE FIRMAS

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

DEDICATORIA

Esta Tesis está dedicada a Dios, por darnos la fuerza para continuar a pesar de las adversidades; a nuestros familiares que día a día nos apoyan incondicionalmente sin importar las circunstancias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado a una familia maravillosa, a quienes siempre han creído en mí. A todos los que fomentaron el deseo de superación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE FIRMAS.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.4. OBJETIVOS	16
1.4.1 Objetivo General:	16
1.4.2 Objetivos Específicos	16
1.5. ANTECEDENTES.....	17
1.6. BASES TEÓRICAS.....	20
1.7. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
1.8. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	33
II. MATERIALES Y MÉTODOS	34
2.1 MATERIAL	34
2.2 MÉTODO DE ESTUDIO	35
2.2.1 Población:.....	35
2.2.2 Muestra:	35
2.3 TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS	36
2.3.1 PARA RECOLECTAR DATOS.....	36
2.3.2 PARA PROCESAR DATOS	37
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	39
III. RESULTADOS	40
3.1 Nombre de la tesis y localización	40
3.2 Características climáticas	40
3.3 Población	40

3.4	Calidad de viviendas.....	40
3.5	Identificación de peligros	42
3.6	Actividades económicas.....	42
3.7	Educación	43
3.8	Salud	43
3.9	Características socioeconómicas.....	43
3.10	Determinación del periodo de diseño	43
3.11	Determinación de factores de distribución por dirección y carril.....	44
3.11.1.	Factor de distribución direccional.....	44
3.11.2.	Factor de distribución carril.....	44
3.11.3.	Serviciabilidad:.....	45
3.11.4.	Desviación estándar	45
3.11.5.	Nivel de confiabilidad.....	45
3.11.6.	Resistencia a flexo tracción del concreto (MR).....	46
3.11.7.	Drenaje (Cd).....	46
3.11.8.	Juntas.....	47
3.11.9.	Estudios Hidrológicos.....	47
3.12.	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	48
3.13	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	52
3.14	CORTE, RELLENO Y ELIMINACION DE MATERIAL DEL TRAMO	54
3.15	ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR CONTEO DE TRAFICO.....	56
3.16.	DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO.....	64
3.17	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO MÉTODO GUÍA AASHTO 93 DE DISEÑO.....	66
3.18	CBR DE DISEÑO	66
3.19	SUSTENTO DE CÁLCULO	73
3.20	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL DISEÑO. ..	81
IV.	DISCUSIÓN	107
V.	CONCLUSIONES.....	110
VI.	RECOMENDACIONES.....	111
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	113
VIII.	ANEXO: Planos	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	
<i>Detalle de gastos</i>	34
Tabla 2 y 3	
<i>Cuadro para el conteo vehicular</i>	37
Tabla 3	
<i>Tabla para el diseño de pavimento rígido</i>	38
Tabla 4	
<i>Operacionalización de la variable</i>	39
Tabla 5	
<i>Periodo de diseño según la clasificación de la vía.</i>	43
Tabla 6	
<i>Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño</i>	44
Tabla 7	
<i>Niveles de confiabilidad sugeridos para varias clasificaciones funcionales de pavimentos.</i>	45
Tabla 8	
<i>Materiales para la elaboración del concreto</i>	46
Tabla 9	
<i>Cantidad de Calicatas en la Exploración del Suelo</i>	48
Tabla 10	
<i>Número de Ensayos Mr y CBR</i>	49
Tabla 11	
<i>Cuadro de Características de las calicatas</i>	49

Tabla 12	
<i>Ensayos de laboratorio</i>	50
Tabla 13	
<i>Muestreo y clasificación del suelo</i>	51
Tabla 14	
<i>Proctor modificado y CBR</i>	51
Tabla 15	
<i>Categoría de la subrasante</i>	52
Tabla 16	
<i>Tabla de corte y relleno</i>	54
Tabla 17	
<i>Factor Carril y factor direccional</i>	64
Tabla 18	
<i>Ejes equivalentes</i>	65
Tabla 19	
<i>Configuración vehicular</i>	65
Tabla 20	
<i>Desviación estándar Normal (Zr)</i>	67
Tabla 21	
<i>Coefficientes de Drenaje de las Capas Granulares</i>	71
Tabla 22	
<i>Coefficiente de Transferencia de Carga (J)</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1

Ubicación nacional, provincial y local41

Figura 2 En la imagen se muestra los momentos previos a los ensayos de laboratorio.

Ensayos de laboratorio50

Figura 3

Levantamiento topográfico53

Figura 4

Estudio de tráfico56

Figura 5

Módulo de Reacción del Terreno69

RESUMEN

En esta presente investigación se realizó una propuesta para diseñar caminos con pavimento rígido y sistema de drenaje de agua de lluvia en el distrito Poroto de la provincia de Trujillo específicamente en el sector San Antonio del CP Shirán, departamento de La Libertad; con un terreno conformado por limo propenso a la erosión de la Calzada comprometiendo a su calidad, para determinar el espesor óptimo de losa de concreto hidráulico. Este estudio fue desarrollado para ésta área puntual donde fenómenos extremos han provocado que el suelo de la subrasante pierda la capacidad de carga hasta alcanzar un valor insuficiente de $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$, a insuficiente $\text{CBR} < 3\%$.

La metodología recomienda es considerar el uso de la guía de diseño AASHTO 1993, los resultados de las pruebas del Método de prueba estándar de relación de carga de California del Laboratorio de suelos compactados y los resultados de las pruebas de campo, es decir, la densidad del suelo obtenido por el método del cono de arena. Uno de los objetivos es determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante en condiciones de operación o naturales, y evaluar la medición de C.B.R. bajo la prueba de Proctor Modificado de densidad natural y el 95% de MDS como entrada en el diseño.

Los resultados se analizan y comparan con la pérdida de capacidad portante de la subrasante en condiciones extremas o críticas, y se comprueban si esta situación tiene un impacto significativo en el espesor de la losa de concreto hidráulico en aspectos técnicos y económicos.

Palabras Claves: Densidad del suelo, subrasante. pavimento rígido.

ABSTRACT

In this present investigation, a proposal was made to design roads with rigid pavement and rainwater drainage system in the Poroto district of the Trujillo province, specifically in the San Antonio sector of CP Shirán, department of La Libertad; with a land made up of silt prone to erosion of the road, compromising its quality, to determine the optimal thickness of the hydraulic concrete slab. This study was developed for this specific area where extreme phenomena have caused the subgrade soil to lose its bearing capacity until reaching an insufficient value of $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$, and insufficient $\text{CBR} < 3\%$.

The recommended methodology is to consider the use of the AASHTO 1993 design guide, the test results of the Compacted Soil Laboratory California Standard Test Method for Load Ratio, and the results of the field tests, i.e., density soil obtained by the sand cone method. One of the objectives is to determine the physical and mechanical properties of the subgrade soil under operating or natural conditions, and to evaluate the measurement of C.B.R. under the Modified Proctor test of natural density and 95% MDS as input in the design.

The results are analyzed and compared with the loss of bearing capacity of the subgrade in extreme or critical conditions, and it is verified whether this situation has a significant impact on the thickness of the hydraulic concrete slab in technical and economic aspects.

Keywords: Soil density, subgrade. rigid pavement

I. INTRODUCCIÓN

Según datos del INEI, el Instituto Nacional de Estadística e Información, la economía nacional del Perú ha crecido gradualmente en los últimos años, y el PIB en el primer trimestre de 2020 solo creció un 0,4%, esto se basa principalmente en desastres naturales en el país. Los desastres naturales son uno de los principales enemigos que dificultan el desarrollo de proyectos de inversión públicos y privados. Por ejemplo, el fenómeno de El Niño se manifiesta de manera cíclica inestable en el Océano Pacífico en Perú y golpea las zonas costeras del país a través de olas de calor produciendo fuertes lluvias, lo que provoca escorrentías e inundaciones de ríos. Estas tormentas ocurrieron en 1983, 1998, 2015 y 2017. Las áreas más severamente afectadas de esta última fueron Piura, La Libertad y otras ciudades del sur de Perú.

Las carreteras de nuestro distrito están gravemente dañadas y el 80% de las carreteras y las vías están afectadas. Los datos relacionados con el país reflejan pérdidas económicas de más de US \$ 3,1 mil millones (Bedoya, 2017).

El suelo en la parte alta de la provincia de La Libertad es principalmente suelo fino: arenoso, limoso y arcilloso; se caracteriza por un bajo esfuerzo cortante o poca capacidad de carga ($CBR < 7\%$) y es vulnerable a la erosión hídrica (Olarte, 2015). Por lo tanto, el tamaño del material utilizado debe ser lo suficientemente grande para evitar fallas prematuras debido a un tamaño de diseño demasiado pequeño. Evidentemente, esto afecta directamente al tamaño del pavimento, sea rígido o flexible.

Considerando el contenido descrito, en este trabajo de investigación se diseñan caminos con pavimento rígido y sistema de agua de lluvia en este caso para la presente investigación, en el sector San Antonio de CP Shirán, Poroto, Trujillo, La Libertad; donde se ha decidido evaluar el desempeño de la subrasante de arena limosa en el diseño

de pavimento rígido como medida de seguridad actual al asumir el valor CBR. El motivo de este análisis es que cuando el suelo se satura, perderá en gran medida la rigidez originalmente asumida, por lo que se recomienda evaluar el comportamiento real de la calzada a fin de asegurar el desempeño adecuado del pavimento durante el período de diseño.

1.1. Realidad problemática

Recientemente, la importancia de poseer infraestructura vial es de suma importancia, ya que permite moverse de un lugar a otro, además, se puede evitar la congestión del tráfico en ciudades donde no suele haber pavimento rígido en la vía. Un ejemplo obvio es la ciudad de Mazatlán (México), porque no cuenta con una estructura completa de aceras y un sistema de drenaje de aguas pluviales, por lo que la gente tiene grandes preocupaciones sobre las carreteras pavimentadas.

El diseño del pavimento, sea flexible o rígido, es indispensable para el desarrollo de cualquier ciudad, región o país, por lo que se debe prestar la correspondiente atención y atención, ya sea en planificación, construcción o mantenimiento. Sin embargo, en Mazatlán, como la mayoría de las ciudades de México, la red vial se planificó incorrectamente y brindó una solución a corto plazo.

Huamán (2011) comenta que, *en los últimos 17 años, el estado peruano ha rechazado una política que favorecía a la Construcción de Obras Viales a nivel Nacional, habiéndose construido más de 15,000 km de carreteras con pavimentos asfálticos y rígidos según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones* (p.2).

En Lima, los proyectos viales están en auge, hasta ahora, con el financiamiento del gobierno peruano y los estándares de supervisión del Ministerio de Transportes y

Comunicaciones, los distritos y las ciudades han trabajado arduamente para seguir construyendo aceras más flexibles en las carreteras. La vía es la vía principal y la rigidez de la urbanización de la comunidad, pero la desventaja es que no cuenta con un sistema de drenaje de aguas pluviales.

Los problemas de infraestructura vial de nuestro país y sus consecuencias son tan notorios, por lo que es necesario mejorar la situación que padecen desde hace más de 15 años. La gran urbanización del Perú o la falta de carreteras rígidas en los asentamientos humanos genera malestar en los residentes y daña su salud. Además, esto reduce el transporte público en estos lugares porque los vehículos no brindan seguridad. Como resultado, los costos operativos de los vehículos aumentan día a día, lo cual es una de las razones más importantes (Alvares, 2016, p.24).

Luego de la ocurrencia del fenómeno del Niño costero, la zona de La Libertad se vio severamente afectada, no solo en términos de infraestructura habitacional, sino también en términos de ingeniería vial; debido a la alta tasa de daños de carreteras en varias regiones y provincias vecinas que actualmente se encuentran en reparación y reconstrucción. Por lo tanto, el proceso se aceleró debido a que el canal no diseñó en su totalidad las obras de drenaje correspondientes.

En la actualidad, la ciudad está reconstruyendo más excelentes proyectos viales, dejando de lado los daños a la infraestructura vial provocados por el fenómeno de la niñez en los centros densamente poblados, regiones y población en general alejada de la ciudad. Por esta razón, ha llamado la atención la pavimentación de caminos en pequeños pueblos y departamentos como San Antonio en la zona de Porotto, ya que muchas zonas no cuentan con un sistema vial construido. Solo esta zona cuenta con un proyecto completo de pavimento rígido, pero otras localidades vecinas no tienen

pavimento, por lo que el tiempo de tráfico entre los diferentes pueblos de la zona es mayor. Un ejemplo obvio de este problema es el sector de San Antonio, del centro poblado de Shirán en el distrito de Porotto, que no tiene sistema de pavimentación vial. San Antonio es una zona ubicada en el CP Shirán, Distrito Poroto. Los problemas de naturaleza allí son graves y es muy preocupante cuando llueve. Las sustancias que se encuentran en la zona no son propicias para el movimiento de vehículos y peatones. Los materiales en la zona están embarrados, en ese momento bloqueará cualquier tipo de transporte en circulación en ese momento, y caminar allí se vuelve peligroso y peligroso, porque además del camino duro y el sistema de drenaje, no hay o no hay zona peatonal. La situación en la zona de San Antonio no se puede ignorar, pues la zona peatonal es muy importante para el tráfico; la falta de caminos rígidos producirá polvo y dañará directamente a los residentes, y la falta de sistemas de drenaje hará que la lluvia produzca humedad, que se encuentra en los caminos por donde circulan los vehículos y personas que habitan en la zona. Aparece una zanja de drenaje en el techo y daña la casa, provocando el derrumbe y el mismo deterioro. Por lo tanto, se debe considerar el diseño de pavimento rígido y su respectivo sistema de drenaje para evitar todo por encima de las consecuencias.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el diseño de una vía con pavimento rígido y sistema pluvial en el sector San Antonio del CP Shirán, Poroto - Trujillo - La Libertad, 2021?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto de investigación es técnicamente controvertido porque el Estándar de Diseño Peruano (MTC) y los estándares internacionales se utilizan como puntos de referencia para determinar la calidad de los proyectos de investigación vial con

pavimentos rígidos y sistemas de agua de lluvia a través de diferentes pruebas y cálculos. Antonio Departamento de CP Shirán.

Esto es económicamente razonable porque mejorará la conexión entre el núcleo poblacional de Shirán y la zona de San Antonio, y los residentes podrán comprar sus productos con menor costo y tiempo, por lo que cuando sean llevados a otros mercados de la zona, la familia podrá tener más ingresos económicos.

La importancia de la residencia social radica en que los residentes mejorarán sus niveles culturales, sanitarios y educativos mediante intercambios transculturales entre departamentos vecinos, promoviendo así una mayor presencia de turistas deseosos de conocer las costumbres y mejorar su calidad de vida.

El trabajo de investigación también considera la importancia del medio ambiente, ya que tiene planes para reducir el daño ambiental y los residentes que invertirán en el área de investigación.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General:

Diseñar de una vía con pavimento rígido y sistema pluvial en el sector San Antonio del CP Shirán, Poroto - Trujillo - La Libertad, 2021.

1.4.2 Objetivos Específicos

1.4.2.1 Realizar los estudios preliminares topográficos, estudio de tráfico y estudio de suelos para diseño de pavimento de la zona de estudio.

1.4.2.2 Calcular el espesor de la estructura del pavimento rígido utilizando el método AASHTO 93 en el sector San Antonio.

1.4.2.3 Determinar las dimensiones de la estructura del sistema de drenaje pluvial.

1.5. ANTECEDENTES

Mora y Arguelles (2015), en su tesis titulada *Diseño de Pavimento Rígido Para la Urbanización Caballero Góngora, Municipio de Honda - Tolima* en la universidad católica de Colombia, con el fin de determinar una estructura del pavimento rígido la cual garantice la resistencia a la acción de cargas generadas por el tránsito vehicular en las vías de urbanización ya mencionada anteriormente, el estudio utiliza el método ASSHTO 93 y PCA para el diseño de pavimentos. Los resultados obtenidos por el método ASSHTO-93 muestran que el espesor es de 8 "y la losa es de 5.3". Asimismo, el resultado del método PCA es de 8 "y la losa es de 7.5". Finalmente se obtiene el método PCA 84 para asegurar un análisis más detallado, que favorece el cumplimiento Parámetros de fatiga y erosión del espesor de la losa del pavimento, porque el análisis realizado por este método controla el diseño del pavimento de bajo tráfico independientemente del tipo de transferencia de carga en las juntas transversales (p. 80)

Tahuite (2015), desarrolla su tesis titulada *Diseño de pavimento rígido con sistema de drenaje pluvial en calles de zona 4 de Mixco, Guatemala*, con el fin de realizar un diseño del sistema de aguas pluviales y del pavimento de concreto rígido, para que los habitantes del área de zona 4 de Mixco, Guatemala, puedan tener vías de acceso en buenas condiciones, evitando la erosión e inundaciones en época de invierno, y aportando características para el desarrollo socioeconómico del lugar. Los resultados obtenidos son para carreteras de categoría 1 sin arcenes, con soporte de subrasante, base alta, módulo de ruptura de 600 psi y un valor de TPDC calculado de 24, y un espesor de pavimento de 6 pulgadas (15,24 cm), pero por razones de construcción, se determina el pavimento con espesor de 15 cm, el caudal de drenaje calculado artificialmente es 0.192 m³ / seg, el coeficiente de escorrentía ($C = 0.72$), el tiempo de concentración (12.69 min), la

intensidad de lluvia (148.05 mm / h), el diseño caudal (117,69 l / s), velocidad (1,96 m / s) En general, el diseño del pavimento rígido con el método AASHTO es fácil de aplicar y garantiza un buen funcionamiento fuera de la carretera sin control de tráfico local. El sistema de drenaje fue diseñado de acuerdo con la especificación y funcionó satisfactoriamente durante su período de diseño (p. 100).

Hun (2003), en su tesis *Diseño del pavimento rígido y drenaje pluvial para un sector de la aldea santa maría cauque, del municipio de Santiago Sacatepéquez*, su objetivo es cooperar con el Gobierno Municipal de San Diego de Zacatepeques y Santa María Cork para resolver problemas de infraestructura vial a través del diseño de pavimentación y drenaje de aguas pluviales, esta investigación se llevó a cabo utilizando el método ASSHTO-93, por lo que para el diseño del pavimento se utiliza un Capa base granular de 4 pulgadas de espesor. (10 cm) de capa base y el espesor de la losa de concreto es de 6,5 pulgadas (17 cm). Las juntas horizontales se utilizaron cada 4,50 metros, y las juntas longitudinales se instalan en el centro de la calle. Además del cálculo del drenaje, se obtienen los siguientes resultados: tiempo de concentración ($T_c = 13,26 \text{ min}$), intensidad de lluvia ($I = 93,94 \text{ mm / h}$), caudal de diseño ($Q_d = 1144211 \text{ l / s}$) y velocidad ($V = 2,97 \text{ m / s}$). Como conclusión, la vía a construir debe soportar y distribuir la carga bajo una unidad de presión, y la presión se reduce lo suficiente como para reducir la tendencia a formar fallas dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de soporte. El sistema de drenaje pluvial es diseñado de acuerdo con la especificación, que establece que el sistema debe tener un rendimiento satisfactorio durante todo el período de diseño (p. 98).

González (2011), desarrolla su tesis *Diseño de sistema de drenaje y pavimentos rígidos utilizando método AASHTO 93 en la avenida Antonio Raimondi de distrito de Huaraz*,

con el fin de determinar la estructura de los pavimentos rígidos de la avenida Antonio Raymond del distrito de Huaraz. El método utilizado es AASHTO-93. Como resultado, se obtuvo un espesor de placa hidráulica de 5,8 "y una capa base de 7". Además, también se estudió el suelo, y el tipo de arcilla y diseño de descarga de agua de lluvia de 6.3% CBR, tiempo de concentración ($T_c = 11.86 \text{ min}$), intensidad de lluvia ($I = 105.20 \text{ mm / h}$), diseño de flujo ($Q_d = 100.111 / \text{s}$) y velocidad ($V = 1,85 \text{ m / s}$). Se concluye que el tipo de suelo y la topografía según las pruebas CBR realizadas son aceptables y aptas para la subrasante, el sistema de drenaje se ha diseñado íntegramente y se han obtenido resultados muy importantes (p. 61).

Espinoza (2010), Elaboró una tesis *Determinación de la estructura del pavimento rígido en Avenida Cáceres provincia de Huanca Bambay diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial* con el fin de diseñarsistema de drenaje y la estructura de los pavimentos rígidos en la avenida ya mencionada de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. Previamente se estudió el clima, la temperatura, el tipo de suelo y otras características de la zona; es necesario determinar la estructura del pavimento de hormigón. El resultado obtenido es una losa de 4.3" y una subbase de 8.2". Además, el caudal de diseño ($Q_d = 2.859 \text{ m}^3 / \text{s}$), la velocidad ($V = 0.8 \text{ m / s}$) y como conclusión: se ha determinado el espesor de la calzada en base a la evaluación realizada Cumplir con la normativa (p. 45).

Quinde (2013), elabora su tesis *Diseño de pavimento rígido con método AASHTO 93 y sistemas de drenaje pluvial* con la finalidadde facilitar la transitabilidad y disminuir polvos que dañan a los jimbeños y diseñar drenaje pluvial. El estudio de diseño del pavimento rígido se realizó en las cuatro cuadras de la calle Ladislao Espinar, se realizó por el método AASHTO 93. Como resultado de la investigación, el tablero hidráulico de

6" y la subbase de 9" y el caudal de filtración caudal ($Q_{inf} = 0,014l / hab / s$), caudal medio ($Q_m = 0,0951 / hab / s$), caudal de diseño ($Q_d = 0,410l / s$) y velocidad ($V = 0,5m / s$) donde se concluye que el método utilizado para el diseño (AASHTO 93) asegura un análisis factible y conveniente del espesor del pavimento en cumplimiento de los parámetros de fatiga y erosión establecidos en el MP, y que los resultados del diseño de drenaje son suficientes y cumplen con las condiciones hidráulicas condicionales. tabla de relaciones (Página 32).

Tafur (2010), en su tesis *Diseño de un pavimento alternativo con método AASHTO para el Jr. Daniel Alcides Carrión – Jimbe*, su enfoquees diseñar la losa de concreto rígido del Jr. Daniel Alcides Carrión. El procedimiento consiste en obtener muestras en el laboratorio para el respectivo análisis físico-químico, y luego realizar un levantamiento topográfico para el respectivo diseño del pavimento rígido. Se obtiene como arcilla de la investigación de suelos, tiene un CBR del 5%, un espesor de losa de 4 pulgadas de espesor y 5 pulgadas de subbase. Con base en los resultados obtenidos se concluye que la calidad del suelo es mala, o al menos no cumple con los parámetros especificados en el manual de diseño de pavimentos rígidos, debido a que el valor de CBR es menor al 6%, lo cual no es apto para subrasante (p. 54).

1.6. BASES TEÓRICAS

Pavimento Rígido

Un conjunto de capas de material seleccionadas que reciben directamente las cargas de tráfico y las transmiten de forma disipativa a la capa inferior. (ARQHYS. 2012, 12).

Elementos de Pavimento Rígido

Subrasante:

Es una capa de suelo debidamente preparado y compactado sobre la que se ubica la placa

hidráulica (pavimento rígido). Su finalidad es brindar un soporte uniforme. Lo más importante es que el elemento actúa como un coadyuvante estable para obtener una alta capacidad portante. la carga. Por esta razón, se debe prestar la atención necesaria a la expansión del suelo (Manual de suelos y pavimentos, 2013, p.23).

Sub Base:

Forma parte de la estructura del pavimento entre la calzada y la losa de hormigón, también conocida como losa hidráulica, su función es transmitir y drenar cuando sea necesario y dispersar la carga superpuesta sobre la superficie rígida de hormigón. La carretera rueda. La función de la subbase es controlar los cambios de volumen y elasticidad que son perjudiciales para la superficie de la carretera (Torres, 2013,p.24).

Losa de Concreto:

Es la parte de cemento Portland que se encuentra sobre el pavimento. Por su dureza y alto módulo elástico, estas características contribuyen a la capacidad portante de la losa hidráulica. Generalmente, el hormigón es una estructura unitaria que comparte simétricamente la estructura del pavimento (blog de pavimentos, 2009, mayo 16).

Tipos de Pavimento Rígido:

Pavimentos de Concreto Simple:

Este tipo de pavimento es el más utilizado porque requiere un menor costo y es más fácil de implementar, se divide en placas rectangulares y cuadradas.

Sin pasadores: Este tipo de pavimento no cuenta con barras de acero que puedan transmitir la carga del vehículo que pasará por la estructura, esto se logra mediante el enclavamiento de agregados entre las superficies de fisura debajo de la junta conformada, por lo que este proceso de transferencia de carga es factible. por esta razón, se debe reducir el espacio entre las juntas.

Este tipo de pavimento es adecuado para situaciones de menor tránsito, ya que transmitirá una menor carga debido a la cantidad de vehículos que circulan por la carretera, por lo que no se requiere estructura de refuerzo, y la placa hidráulica suele apoyarse directamente en la calzada (Miranda, 2010, p.18).

Con pasadores: Estas barras de acero están compuestas por barras de acero liso de menor tamaño, que se ubican en la sección perpendicular a la sección de la estructura rígida del pavimento y la junta de contracción. La función de estos elementos de refuerzo es transferir la carga de un piso al piso adyacente, mejorando así el estado de deformación en los nodos estructurales y evitando diferentes descomposiciones verticales.

Según la Portland Cement Association (PCA), en este tipo de pavimento, se recomienda que el volumen de tráfico diario no supere los 500 ESAL (eje simple equivalente) y el espesor no supere los 15 cm. Extraído del Anuncio No. 81 (p. 6) emitido por la Asociación Peruana de Productos de Cemento ASOCEM.

Pavimentos de Concreto Reforzado con Juntas:

Este tipo de piso articulado contiene no solo barras de acero, sino también barras para transmitir cargas de tráfico pesado en las juntas de contracción. Por lo general, se construyen en forma de cuadrícula de barras. Tu objetivo es mantener las grietas bien juntas y *permitir una transmisión adecuada de cargas y de esta manera se logrará que el pavimento se comporte como una unidad estructural* Fue tomada del boletín N° 81 de la asociación de productos de cemento del Perú publicado por ASOCEM (p.7).

Pavimentos de concreto con refuerzo continuo:

Este tipo de pavimento no tiene juntas de retracción, porque el acero puede soportar todas las posibles fallas, principalmente fallas de temperatura. El acero longitudinal se ubica

en toda la longitud de la estructura. De acuerdo con el Manual de suelos y pavimentos, este tipo de pavimento puede no requerir refuerzo lateral (tomada del boletín N° 81 de la asociación de productos de cemento del Perú publicado por ASOCEM, p.7).

Periodo de Diseño:

Según el manual AASHTO-93, el ciclo de diseño para pavimentos rígidos es de al menos 20 años. El ingeniero a cargo del diseño del pavimento puede ajustar el período de construcción de acuerdo con la situación del proyecto y los requisitos de la unidad.

Criterios para el Diseño:

El diseño del pavimento se realizará mediante el método AASHTO – 93 y la ecuación general para el diseño de pavimentos rígidos está basada en los resultados de los ensayos realizados por AASHTO – 93 (Manual de suelos y pavimentos, 2013, p.267).

El procedimiento de diseño es mediante un desarrollo iterativo, se asume los espesores de losa hidráulica hasta que la ecuación de AASHTO – 93 llegue al equilibrio. El espesor de la losa calculado debe poder soportar el peso de la carga determinada sin causar deterioro por debajo del nivel de servicio recomendado (Manual de carreteras “suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2013, p.261).

Confiabilidad “R” y Desviación Estándar (So):

La confiabilidad es la probabilidad de que la superficie de la carretera pueda responder satisfactoriamente en las condiciones de operación más favorables durante su vida útil. Es la probabilidad de que la deformación y la resistencia estén por debajo de los parámetros establecidos durante la vida de diseño del pavimento (método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos, s.f., 1993, p.15)

La confiabilidad está relacionada con el factor de seguridad y está relacionada con la desviación estándar (So), que representa el número de ejes que soportan la superficie de

la carretera hasta que su índice de idoneidad cae y está en el borde más bajo que el índice final (P_t). El rango típico sugerido por AASHTO está comprendida entre $0.30 < S_o < 0.40$. En el **manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos** se recomienda un $S_o = 0.35$ para el diseño de la estructura del pavimento rígido (2013, p.266).

Serviciabilidad:

La facilidad de servicio es la capacidad del pavimento para actuar sobre el tipo de tráfico (automóviles y camiones) que circula en la carretera diseñada. Esto se puede medir en el rango de 0 a 5, donde 0 (cero) se define como no pavimento. y (5) indica una carretera muy común. La norma AASHTO 93 utiliza el valor de índice deserviciabilidad terminal del concreto un 1.5 para el diseño del pavimento (Diseño mecanicista de pavimentos de hormigón método AASHTO, s.f., párr. 35).

La diferencia entre índice de serviciabilidad inicial y final es:

$$\Delta PSI = P_o - P_t.$$

Donde:

P_o = índice de serviciabilidad inicial P_t = índice de serviciabilidad final.

El Índice de Serviciabilidad Inicial (P_o):

Es la condición de la superficie de la carretera que se produce después de la ejecución, porque la condición de la superficie de la carretera depende del método de construcción. Usando el proceso de construcción adecuado, AASHTO alcanzó el valor de $P_o = 4.5$ para el pavimento de concreto (Hernández, 2013, p.271).

El Índice de Serviciabilidad Final (P_t):

Es el grado de usabilidad que se espera que aparezca un pavimento rígido al final de su

vida útil o el valor más bajo que se puede permitir antes de la reparación (Manual Centroamericano para diseño de pavimentos, 2002, noviembre).

Resistencia de Flexo Tracción del Concreto (M_r)

Dado que el pavimento rígido funciona cuando está doblado, este parámetro se coloca en la fórmula de diseño AASHTO 93. El módulo de ruptura (M_R) está relacionado con el módulo de compresión ($f'c$) del concreto (Manual de carreteras “suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2013, p.268-269).

Transferencia de Cargas (J):

También conocido como coeficiente de transferencia de carga (J), se define como la capacidad de transmitir la fuerza cortante de la losa del pavimento, y su propósito es reducir la deformación y tensión en la rigidez de la estructura del pavimento. Si tiene suficiente transferencia de carga del vehículo, entonces el panel de pavimento funcionará de manera beneficiosa, cuyos parámetros dependen del tipo de pavimento rígido a implementar, la construcción de la berma y su tipo (Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.271).

Módulo Elástico de Concreto:

Este es un parámetro muy importante a la hora de determinar el tamaño estructural de un pavimento rígido. El estándar AASHTO 93 establece que, en términos de su estimación, el módulo puede usar una relación y especificar lo mismo que recomienda ACI (ACI, 2013, p.275).

$$E = 57,000 * (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

Drenaje:

En todos los pavimentos, el drenaje es un factor importante en el desempeño de la

estructura del pavimento durante su vida útil. Se determina con base en el coeficiente de drenaje (C_d), que depende de todos los tipos de zanjas de drenaje de diseño mencionados en el manual de suelos y pavimentos, el tipo y absorción de la subbase, el tipo de subrasante, el estado climático, el nivel de precipitación. etc.

Según las condiciones anteriores, el coeficiente de drenaje C_d varía de 0,70 a 1,25. Alto C_d significa buen drenaje, lo cual es beneficioso para la estructura al reducir el espesor de la placa hidráulica a calcular, asumiendo que el coeficiente de drenaje de la capa de partículas es 1 (Manual de carreteras, suelos y pavimento, 2013, p. 269-270).

El Suelo y Efecto de las Capas de Apoyo (K_c):

El parámetro que define el tipo de sub rasante es el módulo de reacción de la sub rasante (K).

AASHTO utiliza correlaciones que nos permiten obtener el coeficiente de reacción (K) en función de clasificación de suelos y el CBR. Según el manual de suelos y pavimentos se consideran como materiales aptos para las capas de sub rasante suelos con CBR igual o mayor a 6%, en caso de ser menor la sub rasante será pobre inadecuada y por lo tanto se estabilizará el suelo dando una solución a las propiedades del suelo con materiales o productos aprobados por MTC (Manual de carreteras, suelos y pavimento, 2013, p.268).

Tránsito (ESALs):

El tráfico de vehículos es un factor muy importante en el diseño del pavimento, porque debido a la cantidad de vehículos, se calculará el espesor de la capa del pavimento. Para el diseño de la calzada, lo que siempre se debe considerar es el Índice Anual Promedio Diario (IMDA), que está compuesto por el valor estimado del tráfico de vehículos en un determinado tramo de la red vial durante el año.

Levantamiento Topográfico:

Es un estudio que se utiliza para obtener la configuración del terreno, determinando así la pendiente y sus características. El área de estudio puede presentar diferentes tipos de terreno, los cuales son planos, ondulados, accidentados y muy accidentados. Además, los niveles horizontal y vertical se obtienen como el tamaño del terreno y luego se capturan en AutoCAD para crear un mapa topográfico por separado.

Estudio de Mecánica de Suelos

El EMS implica la excavación de pozos de 1 m de ancho x 1 m de largo, generalmente con diferentes profundidades según el tipo de estructura a proyectar. Las muestras obtenidas a cielo abierto se llevan al laboratorio para las correspondientes pruebas y análisis de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo (ARQHYS, 2012, marzo 3).

El estudio de suelos de la zona de investigación se realizará mediante las calicatas definidas posteriormente.

Calicata:

Un pozo de prueba es un hoyo o excavación que nos permite inspeccionar directamente el suelo a estudiar, suele ser el método de exploración de información más confiable y completo (Geoseismic, 2017, septiembre 20).

Luego de tomar muestras de los pozos excavados en el lugar, se realizarán diferentes pruebas de laboratorio, las cuales son las siguientes.

Análisis Granulométrico de Suelo por Tamizado

Para Reyes (2013, octubre 11), el análisis Granulométrico es la determinación de los tamaños de las partículas de una cantidad de muestra de suelo.

Este ensayo nos permite determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de

partículas del suelo.

Coefficiente de Uniformidad:

Según Whitman (2013, febrero 19), el coeficiente de uniformidad se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo.

Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 % = Tamaño tal, que el 60% en peso del suelo, que pasa sea igual o menor.

D10 % = Tamaño igual o menor que el 10% en peso del suelo que pasa.

Coefficiente de Curvatura:

Para Lambe (2016, marzo 26), el coeficiente de curvatura es un indicador del equilibrio relativo que existe entre los diferentes intervalos de tamaño de partículas del suelo.

Cuantitativamente se expresa como:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

Donde:

D30 % = Tamaño igual o menor al 30% en peso del suelo que pasa.

D10 %, D60 % = Tamaño igual o menor que el 10% y 60% en peso del suelo que pasa.

Límites de Atterberg 1.3.1.6.3.1. Limite Líquido

Según el manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, el limite líquido es cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse (p.36).

Limite Plástico

Según el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, el limite plástico es cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe (p.36).

Índice de Plasticidad (I.P)

Es la diferencia entre el límite líquido y plástico de un suelo. Se expresa de la siguiente manera:

$$IP = LL - LP$$

Dónde:

L.L = Limite Liquido

L.P = LimitePlástico.

Ensayo de Resistencia

Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Este ensayo consiste en determinar o medir las fuerzas cortantes del suelo y además nos permite evaluar la calidad del suelo para la sub rasante de un pavimento.

Sistema de Drenaje Pluvial

De acuerdo con a la ingeniería civil, esto se debe a que el agua contenida en un área fluye a través de la superficie o se filtra al suelo (ARQHYS, 2012, octubre 12).

Es una estructura utilizada para descargar el agua de lluvia (agua de lluvia) acumulada por el tipo o forma irregular de la superficie del terreno y para evitar la acumulación de sal en el suelo, ya que esto provoca una disminución de la productividad. La evacuación también tiene como objetivo evitar daños a las personas o la infraestructura de la ciudad.

Tipos de Sistema de Drenaje

Drenaje Superficial

Drenaje transversal de la carretera

Este tipo de drenaje tiene como finalidad la evacuación e interceptación

permanente o temporal de las aguas superficiales de su infraestructura, que fluyen por cauces naturales o artificiales para asegurar su estabilidad y durabilidad. Las estructuras que componen el sistema de drenaje lateral son pistas de carreras y puentes. El objetivo principal del diseño hidráulico del proyecto de drenaje lateral es determinar la sección transversal hidráulica más adecuada para que el flujo de agua finalmente transportado por el canal de flujo natural pueda pasar libremente y guiarlos correctamente sin causar daños a la carretera y propiedades vecinas.

Drenaje longitudinal de la carretera

El agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, incluida la carretera en sí y el agua que proporcionan las pendientes ascendentes adyacentes, debe evacuarse de manera que no dañe la carretera ni afecte su transitabilidad. En este apartado se considerarán los diferentes tipos de obras requeridas para recolectar y eliminar el agua acumulada en la plataforma vial, que puede provenir de lluvias y / o terrenos adyacentes. Este tipo de sistema de drenaje constituye zanjas de drenaje, que se encuentran a lo largo de la estructura del pavimento y pueden tener diferentes secciones según el tipo de suelo.

Drenaje Subterráneo

Está diseñado para guiar y / o desviar los flujos de agua (subterráneos) que se encuentran en la topografía natural de la carretera y / o de las pendientes adyacentes.

El agua de la carretera es dañina, por lo que debe evacuarse a través de sistemas de drenaje superficiales y subterráneos. Para ello, es importante conocer su origen y flujo, así como el entorno geográfico en el que se ubica. El peligro o riesgo es multifacético: la erosión interna del polvo fino, el arrastre y la descarga del polvo

fino, aceleran el daño estructural de la carretera y reducen su vida útil. Para que el sistema funcione correctamente se requiere una pendiente adecuada y una buena red de drenaje. Finalmente, si es compatible y funcional con el tipo de suelo a drenar (tipo de suelo, permeabilidad, gradación, etc.), considere utilizar materiales geotextiles porque su durabilidad evita que la capa de drenaje se amortigüe y pierda su rendimiento. Características.

1.7. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Caudal (Q):

Es el volumen de agua que pasará por la sección del sistema de drenaje pluvial.

Caudal de Diseño:

$$Q = A * V$$

Es el mayor caudal de escurrimiento que se produce en una zona en un período de retorno dado, el cual representa a las aguas que serán evacuadas. Estos caudales son calificados por el período de retorno de la lluvia que las forman de acuerdo a la zona.

Velocidad (V):

Es una magnitud o la rapidez con la que fluirá el agua en una unidad de tiempo y se mide en (m/s).

Área (A):

Es el espacio vacío por donde recorrerá el agua pluvial.

Precipitación:

Para Villón (2002, p. 27) la precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo.

Coefficiente de Escorrentía (C):

Para Anaya (1998) en su Manual técnico de sistemas de captación de agua de lluvia en

América Latina y el Caribe (1998), el coeficiente de escorrentía “es la proporción de agua de lluvia que fluye a lo largo de la tierra, porque la escorrentía superficial depende del tipo de suelo, la cobertura vegetal y otros factores, Humedad, intensidad y duración de la lluvia (p.35).

Periodo de Retorno:

Para Tortosa (2005) en su libro *Cálculo Hidráulico de Tuberías Libres y Tuberías Forzadas*, el período de retorno lo define, por lo que al período de retorno de un determinado caudal mínimo se le denomina promedio de años que deben transcurrir antes del caudal. se produce la tasa. Solo una vez que el caudal mínimo anual sea igual o menor que el anterior (p.231).

Intensidad de Lluvia:

Para Paulet (1982, p. A-1), en el libro *Intensidades de máximas yerosividad de las lluvias en la republica dominicana* definen a la intensidad de lluvia como la cantidad de agua precipitada por unidad de tiempo y se expresa en cm/hora o mm/hora.

Áreas Tributarias

El área tributaria es una porción de la zona que al momento de laprecipitación conducirá el agua al sistema de drenaje, el área tributaria se calcula en hectáreas.

Tiempo de Concentración

Según Briere (2005) en libro *Distribución de agua potable y colectiva de desagües y de agua de lluvia* el tiempo de concentración es el mayor tiempo que tomará una gota de aguade lluvia de una cuenca para llegar al punto de descarga(p.179).

Se divide en tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro deldrenaje. Se determinará con la fórmula de Giandotti.

Veredas

Las veredas son las partes laterales de una calle o vía pública destinada para la circulación de las personas.

1.8. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

¿Beneficiará al sector San Antonio el Diseño de una vía con pavimento rígido y sistema pluvial en sector San Antonio del CP Shirán, Poroto - Trujillo - La Libertad, 2021?

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIAL

a) Humanos.

Participa el Tesista: **Palomino Prado Víctor Joel**

Participa el Tesista: **Leon Vejarano Víctor Manuel**

Participa el Tesista: **Choque Zavala Jesus**

Participa el Asesor: **Ing. Enrique Durand Bazán.**

b) Materiales.

Se emplearán los materiales que se indican en el detalle de gastos de la Tabla 1.

c) Servicios.

Se emplearán los servicios que se indican en el detalle de gastos de la Tabla 1.

Tabla 1

Detalle de gastos

DESCRIPCIÓN DEL GASTO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
1. Papelería en general y útiles y materiales de oficina	Papel bond (A4)	millar	1	23	23
	Lápices	unidad	2	0.5	1
	Lapiceros	unidad	3	0.5	1.5
	USB	unidad	1	35	35
	Grapas	caja	0.5	10	5
	Grapadora	unidad	1	25	25
	Archivador	unidad	1	6.5	6.5
SUB TOTAL					97
2. Adquisición de Equipos Informáticos	Tinta impresora	unidad	1	200	200
SUB TOTAL					200
3. Servicios de Impresiones, encuadernados y empastados	Digitación e impresión del proyecto	unidad	50	0.5	25
	Fotocopias Proyecto	unidad	50	0.1	5
	Digitación e impresión informe Proyecto	unidad	150	0.5	75

	Fotocopias Informe	unidad	300	0.1	30
	Empastados	unidad	2	50	100
SUB TOTAL					235
4. servicio de asesoría	Asesor externo		1	1500	1500
SUB TOTAL					1500
5. Servicios Básicos, Comunicaciones, Publicidad y Difusión	Servicio de energía eléctrica				50
	Servicio de telefonía celular				100
	Servicio de internet				100
SUB TOTAL					250
6. Pasajes y gastos de transporte	Movilidad a zonas de estudio		10	30	300
7. Movilidad local			20	15	300
SUB TOTAL					600
8. Servicios de terceros	Muestreo de campo				300
	Estudios de laboratorio				500
	Estudio hidrológico				400
	Registros hidrométricos				200
SUB TOTAL					1400
TOTAL					4,282.00

2.2 MÉTODO DE ESTUDIO

2.2.1 Población:

La población de la presente investigación está conformada por el pavimento rígido con sistema de drenaje pluvial en el sector San Antonio CP de Shirán, distrito de Poroto, Trujillo – La Libertad.

2.2.2 Muestra:

La muestra o muestreo de la investigación coincide en este caso con la población siendo, el pavimento rígido con sistema de drenaje pluvial como las únicas variables a estudiar.

2.3 TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS

2.3.1 PARA RECOLECTAR DATOS

La técnica o instrumento de recolección de datos con la cual se desarrolló el estudio se indica en el siguiente cuadro.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	TIPO DE INVESTIGACION
Observación.	Protocolos	descriptiva

La presente investigación se llevó a cabo con el uso de protocolo de ensayos de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, entre otros, de la siguiente manera.

- Levantamiento topográfico en la zona con el fin de obtener las cotas del terreno y la pendiente de la misma, estos datos son de suma importancia para el diseño tanto del pavimento rígido como sistema de drenaje pluvial.
- Estudio de vehículos con el fin de determinar el volumen del tránsito vehicular diario, mediante el conteo vehicular realizado durante 7 días respectivamente en el sector San Antonio.
- Estudio de mecánica de suelos para obtener las características físicas y mecánicas del terreno, siendo como lo más principal el ensayo de CBR con la cual se determinará la calidad del suelo para la sub rasante del pavimento y además para el sistema de drenaje pluvial.
- Valores de las máximas avenidas de la precipitación para el diseño del sistema de drenaje pluvial, brindado por Autoridad Nacional del Agua (ANA).

2.3.2 PARA PROCESAR DATOS

El método presenta procedimientos y cálculos matemáticos para poder obtener los resultados de la investigación como el estudio de tránsito vehicular en el sector San Antonio que determinó los ejes equivalentes de diseño.

Tabla 2 y 3

Cuadro para el conteo vehicular

SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	TOTAL	%
			PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi			
DIAGRA. VEH.									
E									
S									
TOTAL									
%									
IMD									

Tabla 3

Tabla para el diseño de pavimento rígido

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO			
Método AASHTO 1993			
PROYECTO :			
SECCION :		FECHA:	
1. REQUISITOS DEL DISEÑO			
a. PERIODO DE DISEÑO (Años)			
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)			
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)			
2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES			
a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f _c (kg/cm ²)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f _c (psi)			
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO E _c (psi)			
c. MODULO DE ROTURA S _c (psi)			
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (pci)			
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)			
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)			
3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = 18 Calculo)			
D (pulg)	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO			
A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D _f), pulgadas			Pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D _f), centímetros			cm

2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 4
Operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	dimensiones	indicadores	Escala de medición
Pavimento rígido con sistema de drenaje pluvial	<p>Conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada” (ARQHYS, 2012, 12).</p> <p>Sistema de drenaje es todo medio por el cual fluye el agua que está contenida en una zona, por medio de la superficie o de infiltraciones en el terreno (ARQHYS, 2012, octubre 12).</p>	<p>Mediante una inspección in situ, haciendo uso de un equipo topográfico, protocolos, bibliografía referencial y calicatas, se realizará los estudios preliminares de topografía, mecánica de suelo y tráfico, con el cual se diseñará el pavimento rígido (espesor de capas) y para el diseño de sistema de drenaje pluvial se tuvo en cuenta los datos de precipitación mínima de 25 años, donde se tomará la precipitación máxima para el dicho diseño. El presente estudio, se llevó a cabo desde marzo del 2021 a junio del 2021, en el sector San Antonio.</p>	Pavimento rígido	Capacidad de soporte de la subrasante	Intervalo
				Espesor de la subbase	Intervalo
				Espesor de la losa de concreto	Intervalo
					Sistema de drenaje pluvial
			profundidad	nominal	

III. RESULTADOS

3.1 Nombre de la tesis y localización

El Nombre de la Tesis ha sido definido como:

Diseño de una vía con pavimento rígido y sistema pluvial en el sector San Antonio del CP Shirán, Trujillo, La libertad, 2021.

Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en:

- Localidad : C.P. Shirán
- Distrito : Poroto.
- Provincia : Trujillo.
- Departamento/Región : La Libertad.

3.2 Características climáticas

El clima en Poroto es del tipo desértico sub-tropical, templado durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano. Presenta temperaturas máximas promedio anuales de 25.8°C y mínimas anuales de 17.9°C. Las temperaturas máximas se presentan en el mes de febrero con registros de hasta 29.9°C y las temperaturas mínimas alcanzan los 15°C en el mes de agosto.

3.3 Población

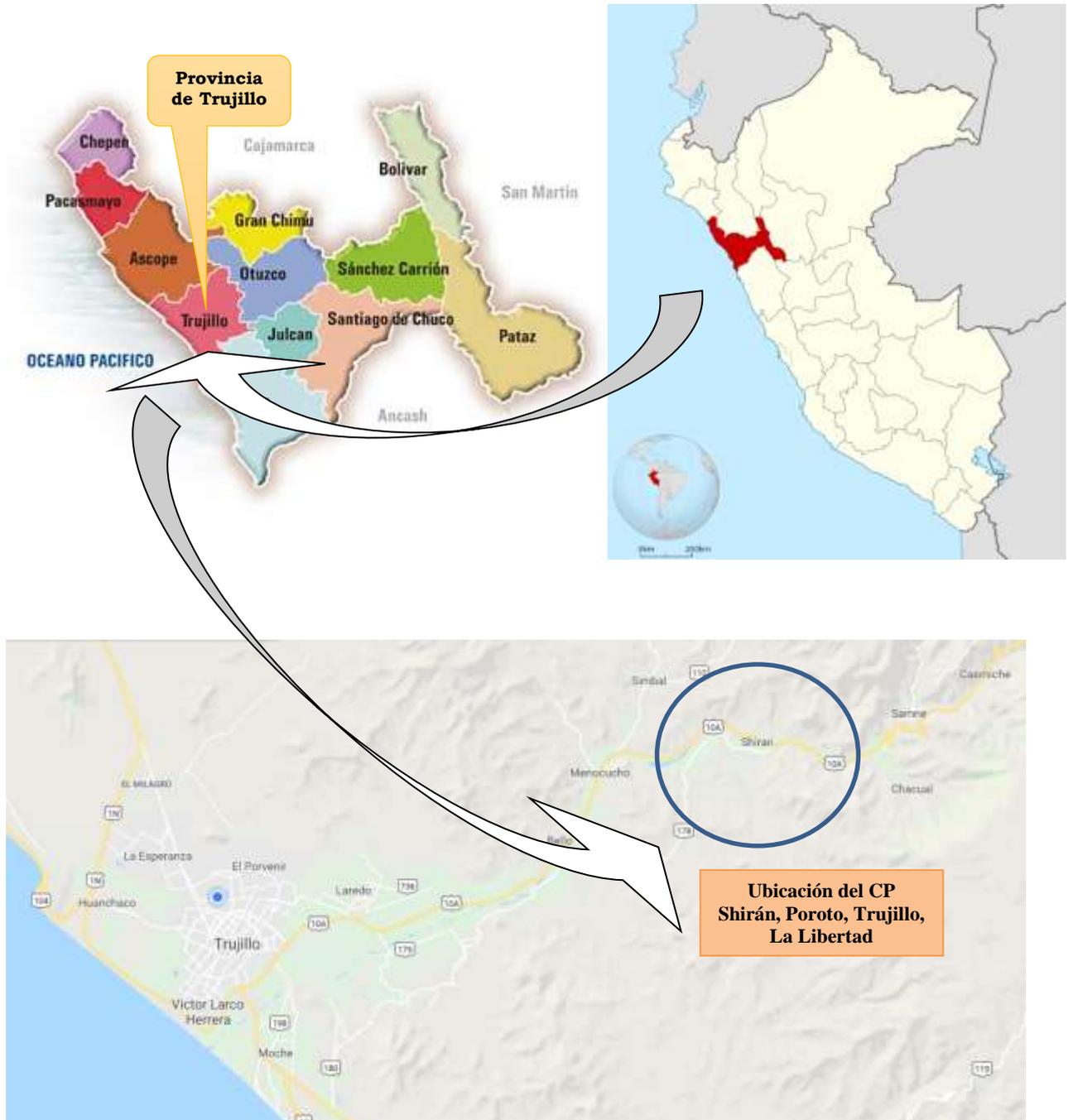
De acuerdo al censo Nacional 2007 proyectada al 2018 el Distrito de Poroto cuenta con una población de 3,601 habitantes siendo uno de los distritos regularmente poblados.

3.4 Calidad de viviendas

Los servicios básicos con los que cuenta el C. P. de Shirán son redes de agua potable, redes de desagüe y servicio de suministro y alumbrado eléctrico.

Figura 1

Ubicación nacional, provincial y local



Fuente: Google Maps, Wikipedia

3.5 Identificación de peligros

Sobre la ocurrencia de peligros en la zona en el proyecto, se presenta fuertes lluvias en la zona, que ocurren en los meses de Diciembre - Marzo, sobre todo cuando hay presencia similar al fenómeno de El Niño. El conocimiento de los peligros dentro del proceso de elaboración de la presente Tesis, permite tomar en cuenta el potencial impacto del medio ambiente y el entorno sobre el diseño, de tal manera que sea posible implementar medidas para no afectar la operación futura y para reducir los riesgos y potenciales daños. Para identificar las condiciones de peligro a las cuales puede estar expuesto el presente estudio se ha recopilado información de carácter primario y secundario principalmente de dos tipos de fuentes: Estudios - Documentos Técnicos y Conocimiento Local, así mismo se ha utilizado como herramienta de apoyo para este análisis.

3.6 Actividades económicas

Tipos de producción y actividad económica predominante

Las Actividades Económicas que se realizan en el distrito y los porcentajes promedio de la población económicamente activa (P.E.A.) que se dedica a las actividades primarias, secundarias y terciarias son las siguientes:

- Actividades Primarias

La actividad primaria está representada por todas las actividades extractivas que son realizadas por el hombre, la agricultura. Representa el 85% promedio de la población económicamente activa del ámbito del proyecto.

- Actividades Secundarias

La actividad secundaria está representada por otras, a esta actividad actividades en 15% promedio de la población económicamente activa del ámbito del proyecto.

3.7 Educación

El C.P. de Shirán cuenta con un total de 01 centro educativo Primario, sin embargo, la extensión del servicio educativo no necesariamente esta aparejado a la cantidad de la educación, pues existe instituciones educativas que no reúnen las condiciones básicas para brindar este servicio, tanto en los aspectos relacionados a la infraestructura educativa como en el nivel de capacitación docente.

3.8 Salud

El C.P. de Shirán no cuenta con un centro de Salud, la población se atiende en el centro de Salud de Poroto y los centros de Salud de Trujillo.

3.9 Características socioeconómicas

En cuanto a las características socio económicas en la zona del proyecto se tiene que la principal actividad generadora de empleo es la agricultura, esta actividad genera ingresos mensuales de hasta S/ 1,500.00 Soles y poco a poco ha ido mejorando la calidad de vida de las personas y familias asentadas en la zona.

3.10 Determinación del periodo de diseño

El periodo de diseño será de 20 años ya que la zona es de tránsito vehicular de baja volumen, además AASHTO 93 lo indica en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5

Periodo de diseño según la clasificación de la vía.

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de trafico	30 – 50
Rural de alto volumen de trafico	20 – 50
Pavimentada de baja volumen de trafico	15 – 25
No pavimentada de baja volumen detrafico	10 – 20

Fuente: Guía ASSHTO para el Diseño de estructuras de Pavimentos 1993

3.11 Determinación de factores de distribución por dirección y carril

3.11.1. Factor de distribución direccional

Representa a la cantidad de vehículos que pasan en la dirección de tráfico. Normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra.

Según el Manual de pavimentos y suelos, el factor direccional para estudio de vehículos en ambas direcciones es: $F_d = 0.5$

3.11.2. Factor de distribución carril

Es una relación que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. Según el cuadro se observa que $F_c = 1.00$ Según el manual de pavimentos y suelos.

Tabla 6

Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00
	2 sentidos	2	0.50	0.80

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimento

3.11.3. Serviabilidad:

Según la norma CE.010 y AASHTO 93 el índice de serviabilidad inicial para pavimentos de concreto hidráulico es $P_o=4.5$.

Y el índice de serviabilidad final o terminal es $P_t=2$.

Por lo tanto, la diferencia del índice de serviabilidad inicial y final (ΔPSI) es:

$$\Delta PSI = 4.5 - 2 = 2.5$$

3.11.4. Desviación estándar

El valor de desviación estándar según AASHTO 93 es:

$$S_o = 0.35$$

3.11.5. Nivel de confiabilidad.

Tabla 7

Niveles de confiabilidad sugeridos para varias clasificaciones funcionales de pavimentos.

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía ASSHTO para el Diseño de estructuras de Pavimentos 1993.

Según guía AASHTO 93 los niveles de confiabilidad para clasificación local varían de 50% a 80%, además indica que para diseños o estudios que se realizan en una zona urbana (local) el nivel de confiabilidad mínima es 50%. Para el presente diseño se usó un valor de confiabilidad de 60%, ya que se cuenta con una vía de uso importante, además se requiere minimizar el riesgo de que los pavimentos no se comporten adecuadamente a lo largo de su periodo de diseño.

3.11.6. Resistencia a flexo tracción del concreto (MR)

El ensayo de flexión se realizará a los tercios de la viga y se tomó la resistencia a los 28 días según lo indica la norma CE. 010 Pavimentos urbanos y ASSHTO 93.

Previa a la realización del ensayo se determinará el diseño de la mezcla.

Tabla 8

Materiales para la elaboración del concreto.

Cemento	6.23	Kg
Agua	3.15	lt
Agregado Fino	10.80	Kg
Agregado Grueso	10.41	Kg

Una vez determinada los materiales se realizó la mezcla adecuada para el ensayo a la flexión de la viga, donde se obtuvo los siguientes resultados.

3.11.7. Drenaje (Cd).

El valor de Coeficiente de drenaje se obtiene mediante la observación experimental en zona de estudio y además se tuvo en cuenta la temporada(días) de lluvia por año según el diagnóstico realizado por ministerio de defensa donde nos indica que la precipitación más crítica se produce durante los meses de enero, febrero y marzo.

Entonces tendríamos:

365 días ----- 100%

90 días _____ x

$$X = \frac{90 \text{ dias} * 100\%}{365 \text{ dias}}$$

$$X = 24.66\%$$

$$X = 24.66\%$$

Entonces:

$$Cd = 1.00 \text{ (bueno)}$$

3.11.8. Juntas

Juntas longitudinales.

Se consideran juntas de contracción para controlar el agrietamiento y fisuración longitudinal. La profundidad de la junta será de $D/4 - D/3$ del espesor de la losa de concreto. Esto se logra mediante cortes con disco de 3 mm.

Juntas transversales

Se consideran juntas transversales de contracción para controlar el agrietamiento transversal y fisuración.

Las juntas de contracción alivian los esfuerzos que ocurren cuando la losa se contrae, los esfuerzos de torsión y alabeo causados por diferenciales de temperatura y humedad dentro de la losa.

3.11.9. Estudios Hidrológicos

El estudio hidrológico consiste en determinar las precipitaciones, tiempo de concentración, intensidad de la precipitación, caudal, etc. Las precipitaciones deberán ser proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI). En lugares en que no se cuenta con la información del SENAMHI, y de ser el caso se recabará información de entidades encargadas de la administración.

De los recursos hídricos del lugar, previa verificación de la calidad de la información. Se cuenta con un mínimo de 25 años de registro que permitirá mediante esta información histórica predecir eventos futuros con el objetivo que los resultados de los diseños que se realicen sean confiables (manual de hidrología, hidráulica y drenaje)

Datos de precipitaciones

Se cuenta con los datos de precipitaciones de 40 años registrados según Ministerio de Agricultura y Autoridad Nacional del Agua.

3.12. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

De acuerdo con los estándares de suelo, geología y pavimento del MANUAL DE CARRETERAS y con el fin de realizar una buena investigación de suelos, se realizaron dos calicatas, ya que la especificación menciona que al menos se debe realizar uno.

Tabla 9

Cantidad de Calicatas en la Exploración del Suelo

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS (Suelos, Geología y Pavimentos)

Números de calicatas para determinar el CBR

Según la Norma de suelo, geología y pavimento del MANUAL DE CARRETERAS Se hicieron dos calicatas para CBR, uno al comienzo de la vía y otro al final del tramo, pero la especificación de la Norma menciona que se debe hacer una cada 500 metros.

Tabla 10

Número de Ensayos Mr y CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS Suelos, Geología y Pavimentos

Calicatas

Se realizaron las calicatas con el fin de definir las características del sub suelo. Se realizaron 2 exploraciones distribuidas convenientemente en el área en estudio con las siguientes características.

Tabla 11

Cuadro de Características de las calicatas

Calicatas N°	Progresiva	Lado	Profundidad (m)
C - 1	Km 0+000	Derecha	0.00 - 1.50
C - 2	Km 0+800	Izquierda	0.00 - 1.50

Tabla 12

Ensayos de laboratorio

Ensayos	Normas	Norma ASTM/AASHTO
	MTC	
Análisis Granulométrico por tamizado	MTC E 107	ASTM D 422
Límite Líquido	MTC E 110	ASTM D 4318
Límite Plástico	MTC E 111	ASTM D 4318
Contenido de Humedad	MTC E 108	ASTM D 2216
clasificación de AASHTO	-	AASHTO M 145
Clasificación de SUCS	-	ASTM D 2487
CBR (California Bearing)Ratio	MTC E 132	ASTM D 1883
Proctor Modificado	MTC E 115	ASTM D 1557

Figura 2



Nota. En la imagen se muestra los momentos previos a los ensayos de laboratorio.

Ensayos de laboratorio

Tabla 13

Muestreo y *clasificación* del suelo

Punto Investigación	C - 1	C - 2
Progresiva	Km 0+000)	(Km 0+800)
Lado	Derecho	Izquierda
Profundidad	1.50	1.50
Limite liquido (LL) %	24.88%	24.48%
Limite Plástico (LP) %	20.32%	21.48%
Índice Plástico (IP) %	5%	3%
% Grava	59.64%	62.70%
% Arena	31.59%	33.90
SUCS	GW	GW
AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a

Tabla 14

Proctor modificado y CBR

1. Punto	Progresiva	Profundidad (m)	CBR %
C - 1	Km 0+000)	1.50	9.40%
C - 2	(Km 0+800)	1.50	9.80%

Tabla 15

Categoría de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS Suelo, Geología y Pavimento

El CBR de diseño de pavimento flexible y pavimento rígido es del 9,40%, que pertenece a la categoría de calzada ordinaria, lo que significa que no se requiere un mejor terreno.

3.13 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Primero, bajo la supervisión de expertos en topografía y carreteras, se investigó el tramo de la carretera y se pudieron identificar las farolas, buzones de correo, etc.

Metodología del trabajo realizado

Se realizó el trabajo con el siguiente personal.

01 Técnico Topográfico

02 Ayudantes de topografía

Figura 3

Levantamiento topográfico



Nota. La imagen muestra el levantamiento topográfico en la vía para el diseño del pavimento rígido.

Equipos empleados en el levantamiento topográfico

01 GPS marca Garmin 01

Estación Total Leica

03 equipos celulares

01 Cámara Fotográfica

01 Wincha de 50m

Trabajo de campo

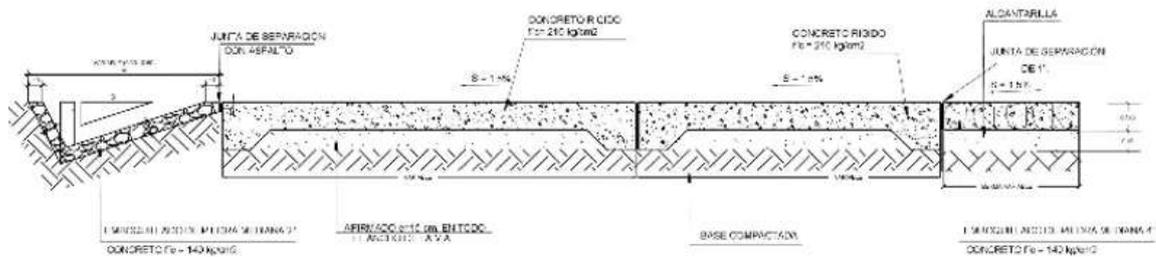
El levantamiento topográfico se llevó a cabo por la de la mañana desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm

Trabajo de gabinete

Los datos obtenidos in situ se llevan al programa Auto Cad Civil 3D, donde se pueden realizar matrices de interpolación. En este programa, presentamos en detalle los buzones, alcantarillas y postes de luz pública que existían en la investigación.

SECCION TRANSVERSAL

La sección se debe adecuar para garantizar un adecuado drenaje pluvial de la zona, se tendrá una pendiente hacia un lado, y una cuneta lateral.



3.14 CORTE, RELLENO Y ELIMINACION DE MATERIAL DEL TRAMO

Tabla 16

Tabla de corte y relleno

RELLENO AREA (m2)	PUNTOS	CORTE AREA (m2)	RELLENO VOLUMEN(m3)	CORTE VOLUMEN(m3)
0.00	KM 00+000	0.16	0.00	0.00
0.98	KM 00+020	0.00	9.83	1.58
0.47	KM 00+040	1.59	14.19	16.03
1.96	KM 00+060	0.26	24.26	18.54
0.45	KM 00+080	2.07	24.35	23.66
1.91	KM 00+100	2.77	23.6	48.43
1.16	KM 00+120	2.35	30.12	50.9
0.18	KM 00+140	11.84	13.25	141.81
0.08	KM 00+160	19.78	2.55	317.23
0.87	KM 00+180	5.59	7.97	249.43
0.36	KM 00+200	1.99	11.52	76.36



0.12	KM 00+220	0.92	4.78	29.09
0.96	KM 00+240	4.68	10.88	45.78
2.68	KM 00+260	1.48	36.51	59.46
6.3	KM 00+280	2.38	91.22	36.18
7.2	KM 00+300	0.9	136.08	30.96
7.03	KM 00+320	0.02	140.87	10.2
6.99	KM 00+340	0.00	139.11	0.21
7.43	KM 00+360	0.00	146.89	0.01
5.18	KM 00+380	0.61	127.27	6.21
2.22	KM 00+400	1.1	74.35	15.71
1.41	KM 00+420	1.35	36.32	24.49
1.9	KM 00+440	1.62	33.08	30.38
3.08	KM 00+460	0.68	49.74	22.98
4.41	KM 00+480	0.66	74.89	13.35
3.44	KM 00+500	0.27	78.47	9.45
1.21	KM 00+520	0.17	46.48	4.4
0.11	KM 00+540	2.65	12.93	27.6
0.6	KM 00+560	2.6	4.09	54.83
0.54	KM 00+580	2.41	11.48	52.7
0.00	KM 00+600	3.7	3.8	65.81
0.38	KM 00+620	2.47	3.86	61.67
0.15	KM 00+640	5.26	5.3	77.2
0.06	KM 00+660	3.28	2.09	85.35
0.14	KM 00+680	2.36	1.99	56.96
0.05	KM 00+700	1.66	1.88	40.16
0.05	KM 00+720	2.06	1.04	37.22
0.00	KM 00+740	2.41	0.53	41.73
0.00	KM 00+760	5.38	0.00	75.49
0.00	KM 00+780	13.3	0.00	183.73
0.00	KM 00+800	11.05	0.00	243.58
TOTAL	AREA DE CORTE: 79.34 m2	AREA DE RELLENO: 151.01m2	VOL DE CORTE: 1555.63 m3	VOLUMEN DE RELLENO:3002.45 m3
	ELIMINACIONDE MATERIAL		1,446.82 m3	

3.15 ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR CONTEO DE TRAFICO

Para determinar el volumen del tráfico nos ubicamos en un punto estratégico, al comienzo de la zona de estudio. El registro de recuento de vehículos se realizó manualmente en el formato de del MTC. Se realizó durante 12 horas desde 7.00 am hasta 7.00 pm. Ver anexo.

Figura 4

Estudio de tráfico



Nota. Imagen que refleja el conteo de los vehículos para determinar el volumen de tráfico.



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 24/04/2021 UBICACION: CP SHIRÁN
 TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMIRTRALER				TRALER				TOTAL	%
		Autos	Pickup	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	=>2S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	3																	3	0.2%
	S	3																	3	0.2%
1-2	E	2																	2	0.1%
	S	2																	2	0.1%
2-3	E	2																	2	0.1%
	S	2																	2	0.1%
3-4	E	1																	1	0.1%
	S	1																	1	0.1%
4-5	E	3																	3	0.2%
	S	3																	3	0.2%
5-6	E	8	1																7	0.4%
	S	5																	5	0.3%
6-7	E	20		1					1										22	1.4%
	S	15	1																16	1.0%
7-8	E	162	8	2		1	2				1								174	11.1%
	S	158	7	1					3		1								170	10.6%
8-9	E	83	3																86	5.5%
	S	76	2				2												80	5.1%
9-10	E	112	3						1	1									117	7.5%
	S	115	1	2					1										119	7.6%
10-11	E	92	2						2										96	6.1%
	S	96	2																98	6.3%
11-12	E	88	3																88	6.3%
	S	95							1										96	6.1%
12-13	E	112																	112	7.1%
	S	111	3			1													115	7.3%
13-14	E	111	2																113	7.2%
	S	117	2																119	7.6%
14-15	E	85	1																86	5.5%
	S	86	2																90	5.7%
15-16	E	114	1					1											116	7.4%
	S	109	2																111	7.1%
16-17	E	96	3						1										100	6.4%
	S	98	3						1										102	6.5%
17-18	E	108	4																112	7.1%
	S	111	3					1											115	7.3%
18-19	E	117	4																121	7.7%
	S	123	3																126	8.0%
19-20	E	78	2	1															81	5.2%
	S	78	3	1															82	5.2%
20-21	E	53	2																55	3.5%
	S	51	1																52	3.3%
21-22	E	34																	34	2.2%
	S	32	2																34	2.2%
22-23	E	19																	19	1.2%
	S	21																	21	1.3%
23-24	E	8																	8	0.5%
	S	8																	8	0.4%
Parcial	E	1518	37	4		1	2	1	5	1	1								1568	100.0%
	S	1516	37	4		1	2	1	5	1	1								1568	100.0%
TOTAL AMBOS SENT		3032	74	8		2	4	2	10	2	2								3136	
		96.6%	2.35%	0.25%		0.06%	0.13%	0.06%	0.32%	0.06%	0.06%								100.0%	



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 25/09/2021 UBICACION: CP SHIRÁN
 PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMITRALER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	m	3																	3	0.2%	
	s	3																	3	0.2%	
1-2	m	2																	2	0.1%	
	s	2																	2	0.1%	
2-3	m	2																	2	0.1%	
	s	2																	2	0.1%	
3-4	m	1																	1	0.1%	
	s	1																	1	0.1%	
4-5	m	3																	3	0.2%	
	s	3																	3	0.2%	
5-6	m	6	1																7	0.4%	
	s	5																	5	0.3%	
6-7	m	20		1						1									22	1.4%	
	s	15	1																16	1.0%	
7-8	m	162	6	2		1	2						1						174	11.1%	
	s	158	7	1					3				1						170	10.8%	
8-9	m	83	3																86	5.5%	
	s	76	2						2										80	5.1%	
9-10	m	112	3							1	1								117	7.5%	
	s	115	1	2						1									119	7.8%	
10-11	m	92	2							2									96	6.1%	
	s	86	2																88	5.3%	
11-12	m	85	3																88	5.3%	
	s	85								1									86	5.1%	
12-13	m	112																	112	7.1%	
	s	111	3			1													115	7.3%	
13-14	m	111	2																113	7.2%	
	s	117	2																119	7.8%	
14-15	m	85	1																86	5.5%	
	s	88	2																90	5.7%	
15-16	m	114	1							1									116	7.4%	
	s	109	2																111	7.1%	
16-17	m	86	3							1									100	6.4%	
	s	88	3							1									102	6.5%	
17-18	m	108	4																112	7.1%	
	s	111	3							1									115	7.3%	
18-19	m	117	4																121	7.7%	
	s	123	3																126	8.0%	
19-20	m	78	2	1															81	5.2%	
	s	78	3	1															82	5.2%	
20-21	m	53	2																55	3.5%	
	s	51	1																52	3.3%	
21-22	m	34																	34	2.2%	
	s	32	2																34	2.2%	
22-23	m	19																	19	1.2%	
	s	21																	21	1.3%	
23-24	m	8																	8	0.5%	
	s	6																	6	0.4%	
Parcial	m	1518	37	4		1	2	1	5	1			1						1568	100.0%	
	s	1518	37	4		1	2	1	5	1			1						1568	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT		3032	74	8		2	4	2	10	2			2						3136		
		96.68%	2.30%	0.25%		0.06%	0.13%	0.06%	0.32%	0.06%			0.06%						100.0%		



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 20/04/2021 UBICACION: CP SHIRÁN
 PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMITRALER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pickup	C. Rural	Micrus	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	4-3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	E	4	2																6	0.3%	
	S	7	1																8	0.4%	
1-2	E	3																	3	0.2%	
	S	4																	4	0.2%	
2-3	E	6																	6	0.3%	
	S	4	1																5	0.3%	
3-4	E	3																	3	0.2%	
	S	2																	2	0.1%	
4-5	E	3																	3	0.2%	
	S	2							1										3	0.2%	
5-6	E	7	1																8	0.4%	
	S	8	2																8	0.4%	
6-7	E	51	1																52	2.7%	
	S	47	1	1															49	2.5%	
7-8	E	166	5		1	1			3									1	177	9.1%	
	S	144	3	1		2			1										151	7.8%	
8-9	E	153	2																155	7.9%	
	S	150	1						1										152	7.8%	
9-10	E	122	1																123	6.3%	
	S	120	4						1	1									126	7.0%	
10-11	E	127	5			1			1										134	6.9%	
	S	133	3										1						137	7.1%	
11-12	E	85	4			1													100	5.1%	
	S	88	5	1					1										95	4.9%	
12-13	E	101	5						3										109	5.6%	
	S	102	4						3										109	5.6%	
13-14	E	150	10			1													161	8.3%	
	S	150	12						3										165	8.6%	
14-15	E	166	3																169	8.7%	
	S	167	5			1													173	8.9%	
15-16	E	141	7						1										149	7.6%	
	S	134	8			1													143	7.4%	
16-17	E	132	6			1													139	7.1%	
	S	132	3						2										137	7.1%	
17-18	E	137	3							4									144	7.4%	
	S	133	4																137	7.1%	
18-19	E	102	6	1					2										113	5.8%	
	S	106	8						1										117	6.0%	
19-20	E	74	2	1		1													78	4.0%	
	S	84	3	1		1			1										90	4.6%	
20-21	E	48	8	1															57	2.9%	
	S	55	5	1															61	3.1%	
21-22	E	31	1	1															33	1.7%	
	S	30	3	1															34	1.8%	
22-23	E	14	1	3															18	0.9%	
	S	15	2	2															19	1.0%	
23-24	E	8	1	1															10	0.5%	
	S	7	1																8	0.4%	
Parcial	E	1844	76	8	1	6			14	0								1	1900	100.0%	
	S	1833	79	8	0	5			15	1								1	1942	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT		3677	155	16	1	11			29	1								2	3802		
		94.8%	3.98%	0.41%	0.03%	0.28%			0.75%	0.03%								0.05%		100.0%	



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 27/04/2021 UBICACION: CP SHIRÁN
PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Auto	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≠3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	4	2																6	0.3%
	S	7	1																8	0.4%
1-2	E	3																	3	0.2%
	S	4																	4	0.2%
2-3	E	6																	6	0.3%
	S	4	1																5	0.3%
3-4	E	3																	3	0.2%
	S	2																	2	0.1%
4-5	E	3																	3	0.2%
	S	2						1											3	0.2%
5-6	E	7	1																8	0.4%
	S	8	2																8	0.4%
6-7	E	51	1																52	2.7%
	S	47	1	1															49	2.5%
7-8	E	186	5		1	1		3									1		177	9.1%
	S	144	3	1		2		1											151	7.8%
8-9	E	153	2																155	7.9%
	S	150	1					1											152	7.8%
9-10	E	122	1																123	6.3%
	S	128	4					1	1										135	7.0%
10-11	E	127	5			1		1											134	6.9%
	S	133	3										1						137	7.1%
11-12	E	85	4			1													90	5.1%
	S	88	5	1				1											95	4.9%
12-13	E	101	5					3											109	5.6%
	S	102	4					3											109	5.6%
13-14	E	150	10			1													161	8.3%
	S	150	12					3											165	8.5%
14-15	E	158	3																169	8.7%
	S	157	5			1													173	8.9%
15-16	E	141	7					1											149	7.6%
	S	134	8			1													143	7.4%
16-17	E	132	6			1													139	7.1%
	S	132	3							2									137	7.1%
17-18	E	157	3					4											144	7.4%
	S	133	4																137	7.1%
18-19	E	102	8	1				2											113	5.8%
	S	108	8					1											117	6.0%
19-20	E	74	2	1		1													78	4.0%
	S	84	3	1		1		1											90	4.6%
20-21	E	48	8	1															57	2.9%
	S	55	5	1															61	3.1%
21-22	E	31	1	1															33	1.7%
	S	30	3	1															34	1.8%
22-23	E	14	1	3															18	0.9%
	S	15	2	2															19	1.0%
23-24	E	8	1	1															10	0.5%
	S	7	1																8	0.4%
Parcial	E	1844	75	8	1	8		14	0								1		1950	100.0%
	S	1833	75	8	0	5		15	1								1		1942	100.0%
TOTAL AMBOS SENT		3677	155	16	1	11		29	1								2		3692	
		94.8%	3.96%	0.41%	0.03%	0.29%		0.76%	0.03%								0.05%		100.0%	



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 20/04/2021 UBICACION: CP SHIRÁN
 PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMIRTRAILER				TRAILER				TOTAL	%	
		Autos	Pickup	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S10S2	2S3	2S10S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	E	4	2																6	0.3%	
	S	7	1																	8	0.4%
1-2	E	3																		3	0.2%
	S	4																		4	0.2%
2-3	E	6																		6	0.3%
	S	4	1																	5	0.3%
3-4	E	3																		3	0.2%
	S	2																		2	0.1%
4-5	E	3																		3	0.2%
	S	2																		3	0.2%
5-6	E	7	1																	8	0.4%
	S	6	2																	8	0.4%
6-7	E	51	1																	52	2.7%
	S	47	1	1																49	2.5%
7-8	E	166	5		1	1			3								1			177	9.1%
	S	144	3	1		2			1											151	7.8%
8-9	E	153	2																	155	7.9%
	S	130	1																	131	6.9%
9-10	E	122	1																	123	6.3%
	S	129	4						1	1										135	7.0%
10-11	E	127	5					1		1										134	6.9%
	S	133	3																1	137	7.1%
11-12	E	90	4					1												100	5.1%
	S	88	5	1					1											95	4.9%
12-13	E	101	5							3										109	5.6%
	S	102	4							3										109	5.6%
13-14	E	150	10					1												161	8.3%
	S	150	12							3										165	8.5%
14-15	E	168	3																	169	8.7%
	S	167	5					1												173	8.9%
15-16	E	141	7							1										149	7.6%
	S	134	8					1												143	7.4%
16-17	E	132	6					1												139	7.1%
	S	132	3							2										137	7.1%
17-18	E	137	3																	144	7.4%
	S	133	4							4										137	7.1%
18-19	E	102	6	1						2										113	5.8%
	S	106	8							1										117	6.0%
19-20	E	74	2	1				1												78	4.0%
	S	84	3	1				1		1										90	4.6%
20-21	E	48	8	1																57	2.9%
	S	55	5	1																61	3.1%
21-22	E	31	1	1																33	1.7%
	S	30	3	1																34	1.8%
22-23	E	14	1	3																18	0.9%
	S	15	2	2																19	1.0%
23-24	E	8	1	1																10	0.5%
	S	7	1																	8	0.4%
Parcial	E	1644	76	8	1	6			14	0									1	1990	100.0%
	S	1833	79	8	0	5			15	1									1	1942	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		3677	155	16	1	11			29	1									2	3892	
		94.48%	3.96%	0.41%	0.03%	0.28%			0.75%	0.03%									0.05%		100.0%

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 29/04/2021 UBICACION: CP SHRÁN
PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRALER				TRALER				TOTAL	%
		Autos	Pickup	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1Q52	2S3	3S1Q52	=>3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	3																	3	0.5%
	S	2																	2	0.3%
1-2	E	2																	2	0.3%
	S	2																	2	0.3%
2-3	E	1		2															3	0.5%
	S	1		1															2	0.3%
3-4	E	3		2															5	0.8%
	S	3																	3	0.5%
4-5	E	3	1	2															6	1.0%
	S	2			1														3	0.5%
5-6	E	4		2	1														7	1.2%
	S	5																	5	0.9%
6-7	E	10	2	2															14	2.4%
	S	11	1	1	2														15	2.5%
7-8	E	28		1								1							30	5.1%
	S	27		3															30	5.0%
8-9	E	49		4	2														55	9.3%
	S	51	1	5		1													58	9.7%
9-10	E	43		1															44	7.4%
	S	45	1	1				1											48	8.1%
10-11	E	56		2	1				1										60	10.1%
	S	60	3	1															64	10.8%
11-12	E	77																	77	13.0%
	S	73																	73	12.3%
12-13	E	66	1																67	11.3%
	S	68	1																69	11.6%
13-14	E	38		1						1									40	6.7%
	S	35	1	1															37	6.2%
14-15	E	42		3															45	7.6%
	S	42	1			1		1				1							46	7.7%
15-16	E	31																	31	5.2%
	S	29	1																30	5.0%
16-17	E	29	2																31	5.2%
	S	28	1	2															31	5.2%
17-18	E	30		2	1														35	5.9%
	S	31		4															35	5.9%
18-19	E	15										1							16	2.7%
	S	15	3																18	3.0%
19-20	E	10	1						1										12	2.0%
	S	11		1															12	2.0%
20-21	E	3	1																4	0.7%
	S	2	1			1													4	0.7%
21-22	E	3	1																4	0.7%
	S	2	1						1										4	0.7%
22-23	E	1			1														2	0.3%
	S	3				1													4	0.7%
23-24	E	1																	1	0.2%
	S	0																	0	0.0%
Parcial	E	550	9	24	6	0		3				2							594	100.0%
	S	548	16	20	3	4		3				1							595	100.0%
TOTAL AMBOS SENT		1098	25	44	9	4		6				3							1189	
		92.35%	2.10%	3.70%	0.76%	0.34%		0.50%				0.25%								100.0%



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1 FECHA: 30/04/2021 UBICACION: CP SHIRÁN
 PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMIRTRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	20/202	203	30/002	>=303	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	3																	3	0.5%
	S	2																	2	0.3%
1-2	E	2																	2	0.3%
	S	2																	2	0.3%
2-3	E	1		2															3	0.5%
	S	1		1															2	0.3%
3-4	E	3		2															5	0.8%
	S	3																	3	0.5%
4-5	E	3	1	2															6	1.0%
	S	2			1														3	0.5%
5-6	E	4		2	1														7	1.2%
	S	3																	5	0.8%
6-7	E	10	2	2															14	2.4%
	S	11	1	1	2														15	2.5%
7-8	E	26		1							1								30	5.1%
	S	27		3															30	5.0%
8-9	E	48		4	2														55	9.3%
	S	51	1	5		1													58	9.7%
9-10	E	43		1															44	7.4%
	S	45	1	1					1										48	8.1%
10-11	E	56		2	1				1										60	10.1%
	S	60	3	1															64	10.8%
11-12	E	77																	77	13.0%
	S	73																	73	12.3%
12-13	E	66	1																67	11.3%
	S	66	1																69	11.6%
13-14	E	38		1					1										40	6.7%
	S	35	1	1															37	6.2%
14-15	E	42		3															45	7.6%
	S	42	1			1			1			1							46	7.7%
15-16	E	51																	51	8.6%
	S	29	1																30	5.0%
16-17	E	29	2																31	5.2%
	S	28	1	2															31	5.2%
17-18	E	32		2	1														35	5.9%
	S	31		4															35	5.9%
18-19	E	15									1								16	2.7%
	S	15	2																18	3.0%
19-20	E	10	1						1										12	2.0%
	S	11		1															12	2.0%
20-21	E	3	1																4	0.7%
	S	2	1				1												4	0.7%
21-22	E	3	1																4	0.7%
	S	2	1						1										4	0.7%
22-23	E	1			1														2	0.3%
	S	3				1													4	0.7%
23-24	E	1																	1	0.2%
	S	0																	0	0.0%
Period	E	850	8	24	6	0			3										864	100.0%
	S	948	16	20	3	4			3										964	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		1598	24	44	9	4			6										1189	
		92.35%	3.10%	3.70%	0.76%	0.34%			0.50%										100.0%	

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1
 PROYECTO: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021
 K= 1 UBICACION: CP SHIRÁN

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMIRAILER			TRAILER			TOTAL	%	
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S/2S2	2S3	2S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
E	8664	320	60	15	20	4	50	10	2	4	2		3					10174	50.1%
S	9027	343	72	6	25	4	53	13	2	2	2		3					10152	49.9%
TOTAL	19291	663	152	21	45	8	103	23	4	6	4		6					20326	
%	94.91%	3.26%	0.75%	0.10%	0.22%	0.04%	0.51%	0.11%	0.02%	0.03%	0.02%		0.03%					100.0%	
IMD	2755.86	94.7143	21.7143	3	6.42857	1.14286	14.7143	3.28571	0.57143	0.85714	0.57143		0.85714					2903.71	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1					2903.71	
IMD	2755.86	94.7143	21.7143	3	6.42857	1.14286	14.7143	3.28571	0.57143	0.85714	0.57143		0.85714					2903.71	
IMD	2756	95	22	3	7	2	15	4	1	1	1		1					2908	

3.16. DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO

Calculo del factor direccional y factor carril.

Tabla 17

Factor Carril y factor direccional

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

Calculo de ejes equivalentes

Tabla 18

Ejes equivalentes

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{S,2 \text{ tn}}$)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Tabla 19

Configuración vehicular

Tasa de crecimiento r%	2
Periodo de diseño	20 Años
Días del año	365
Factor de dirección	1 Dirección
Factor carril	1 Carril

Cálculo ESAL

Según la fórmula: $ESAL = (EF \times IMDA) \times 365 \times DD \times DL \times (((1 + r)^n / r) - 1)$

Donde:

IMDA: Índice Medio Diario Anual
DD: Factor Direccional

DL: Factor Carril

$ESAL = 744,310.58 \text{ EE}$

3.17 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO MÉTODO GUÍA AASHTO 93 DE DISEÑO.

Periodo de Diseño. Variables de Diseño.

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

Para encontrar las ecuaciones básicas del diseño de estructuras de pavimentos rígidos, se analizó la definición del manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en base a los resultados del ESAL y el CBR.

$$(ESAL)W18 = 744,310.58$$

De acuerdo al MTC - Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos el tipo de tráfico pesado es de Tp7.

3.18 CBR DE DISEÑO

CBR= 9.40%

Confiabilidad (%R)

De acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, para Tp2 la confiabilidad es de: R= 85%

Tabla 20

Desviación estándar Normal (Zr)

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Con el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, para un Tp2el coeficiente Estadístico de Desviación Estándar (Zr) es de (-0.674).

$$Zr = - 1.036$$

Desviación Estándar combinado (So)

Para pavimentos rígidos, las pautas de AASHTO recomiendan usar valores de (So) entre 0,30 y 0,40. Según el manual de suelos, geología, geotécnica y pavimentos de carreteras, nos proporciona datos más precisos 0,35.

$$So = 0.35$$

Índice de serviciabilidad Presente (Δ PSI).

De acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, La comodidad de circulación ofrecida al usuario (Δ PSI), se halla restando entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal, por lo tanto el (Δ psi) es de 1.80.

$$(\Delta\text{psi}) = \text{PI} - \text{PT}$$

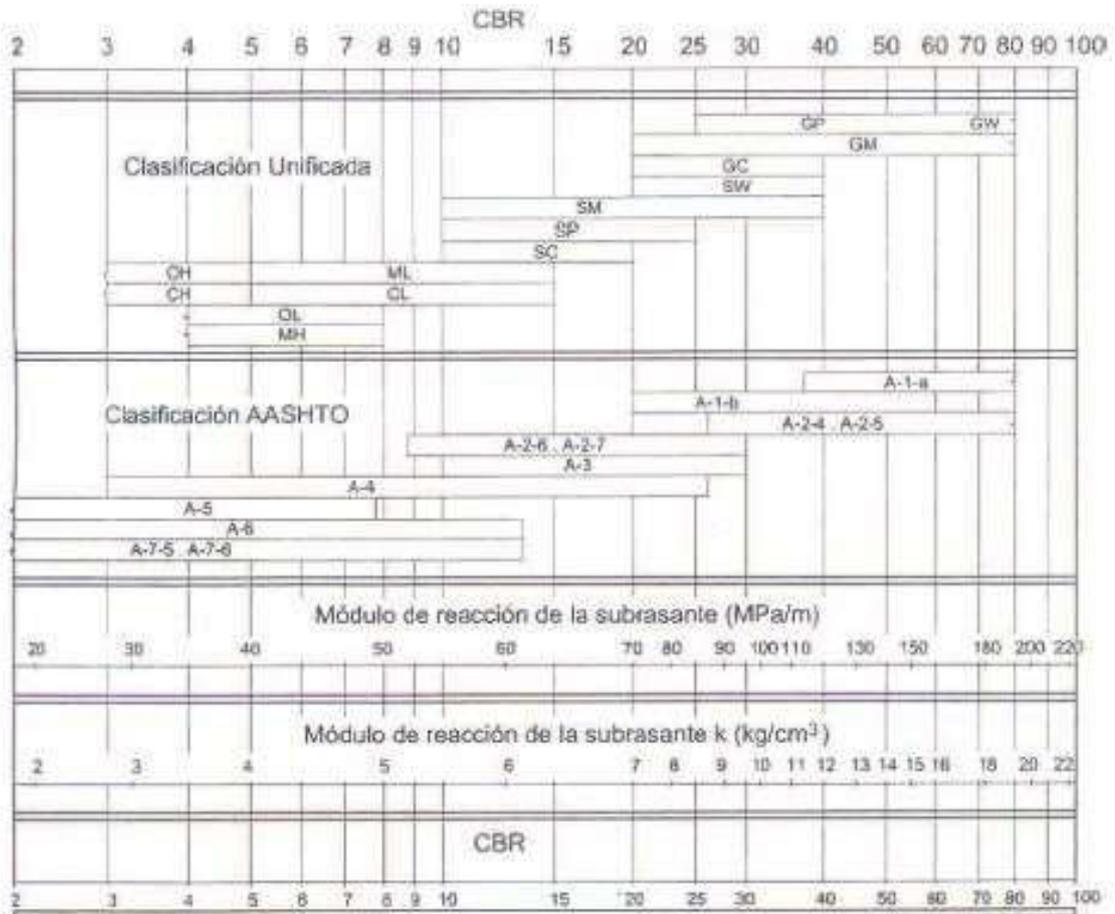
$$\text{PI} = 4.30 \text{ (Índice de Serviciabilidad Inicial)} \quad \text{PT} = 2.50 \text{ (Índice de Serviciabilidad Final)}$$
$$(\Delta\text{psi}) = 4.30 - 2.50$$

$$(\Delta\text{psi}) = 1.80$$

Módulo de Reacción del Terreno (K_c)

Usamos el esquema alternativo dado por AASHTO y usamos correlación directa para obtener el coeficiente de reacción de K_c . Porque es difícil y costoso determinar K directamente a través de una prueba de placa.

Figura 5
Módulo de Reacción del Terreno



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skolke, PCA 1971

$$K_c = 65 \text{ Mpa/m} \quad K_c = 239.46 \text{ Psi}$$

El Modulo de Rotura del Concreto se correlacionan mediante la siguiente expresión.

$$Mr = a \sqrt{f'c} \quad (\text{Valores en kg/cm}^2), \text{ según el ACI 363}$$

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

$$Sc = 3.18 (280)^{0.5}$$

$$Sc = 53.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Sc = 756.91 \text{ PSI}$$

Módulo Elástico del Concreto (Ec)

AASHTO 93 Indica que el Modulo Elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI:

$$Ec = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$Ec = 57,000 \times (f'c) \text{ g/cm}^2 = \text{PSI } 3\,982.94$$

$$Ec = 280 \text{ kg/cm}^2 = \text{PSI } 3\,982.94$$

$$Ec = 57\,000 * (3982.94)^{0.5}$$

$$Ec = 3\,597\,300.66 \text{ PSI}$$

Coefficiente de Drenaje (Cd)

En este caso, el coeficiente de drenaje Cd utilizado puede variar entre 0,70 y 1,25, dependiendo de la calidad del drenaje, cuanto mayor sea el Cd, mejor será el drenaje.

Tabla 21
Coefficientes de Drenaje de las Capas Granulares

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Para el presente proyecto se está considerando un coeficiente de drenaje de:

$$Cd = 0.85$$

Coefficiente de Transferencia de Carga (J)

Este parámetro se utiliza en el diseño de pavimentos de hormigón, representa la capacidad de la estructura para actuar como transmisor de carga entre juntas y fisuras, luego tomaremos el valor:

Tabla 22
Coefficiente de Transferencia de Carga (J)

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

El Coeficiente de Transferencia de Carga (J) será: J= 3.80

Cálculo analítico del Espesor de la Losa de Diseño, D(plgs)

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

Datos:

W18	297,445.89
K	239.46 Psi
Ec	3 597 300.66 PSI
S'c	756.91 PSI
J	3.80
Cd	0.85
R(%)	85
Zr	- 1.036
So	0.35
Pt	2.50
Δ PSI	1.80

Resolviendo la Ecuación

D= 7.89 Plgs Se Diseñará con el **D= 8"**

Para el diseño de pavimento se tomará el D analítico porque es mucho más exacto dicho valor.

El espesor para la losa de concreto será de 8".

Y para la base (afirmado) 4" como mínimo así lo especifica

AAHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

LOSA DE CONCRETO	8" = 20cm
SUB BASE	4" = 10cm

3.19 SUSTENTO DE CÁLCULO

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-1
 TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

DATOS:

1) PERIODO DE DISEÑO

T = 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2) ESPESOR DE PAVIMENTO

esp = 200 mm asumido

3) INDICES DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

4) FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION

D = 0.5

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

factor de direccion ida y vuelta

5) FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL

L = 1 un carril en cada sentido =>

W18 = 100%

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem

DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

ESTACION: C-1

TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

1) CONFIABILIDAD

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

R = 80 %

2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL

DESVIACION ESTANDAR NORMAL , VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

ZR = -0.841

3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

So = 0.32

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-1
 TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021
 UBICACIÓN: CP SHIRÁN

DATOS: T= 20 años
 esp = 200 mm
 Pt = 2 servicioabilidad final
 D = 0.5 factor de direccion ida y vuelta
 L = 1 un carril en cada sentido => W18 = 100%

FORMULA DEL ESAL PARA
 PAVIMENTO RIGIDO
 METODO DEL AASHTO

$$Fec = - \frac{W_{18}}{W_{18}}$$

$$\log \frac{W_{18}}{W_{18}} = 4.82 \log (18+1) - 4.82 \log (L_n + L_p) + 3.28 \log (L_p) + \frac{G_1}{P_s} - \frac{G_2}{P_{18}}$$

$$G_1 = \log \frac{4.5 \cdot Pt}{4.5 - 1.5} \quad P_s = 1 + \frac{3.83 (L_n + L_p)^{0.06}}{(D + 1)^{0.06} (L_p)^{0.06}}$$

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

ESAL = ni = (no) (G) (D) (L) (365) (Y)

En Donde:
 W₁₈ = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t
 W₁₈ = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER												
	Autos		Pickup		C. Rural		Micros		2E		3E		4E		201253		263		301353		>=353										
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.								
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	2	3	7	11	7	11	16	7	11	18	7	11	18	7	11	25	7	18	18	25				
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	
no	2756	2756	95	95	22	22	3	3	7	7	2	2	15	15	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Gt	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079		
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
log(Wbx/Wt)	3.5704	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	
G = Wt/Wtx	0.0003	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	
G Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	
ESAL	4243.5	2141.2	251.9	544.24	113.73	325.95	44.448	215.7	17596	128063	5027.5	22769	37706	274421	11739	89118	2785.8	18037	2513.7	18295	19083	2513.7	18295	23435	0	0	0	2513.7	19083	23435	
PARCIAL	7880.689404								173455.6028				433807.27						129167.0236												
TOTAL	744310.5858																														

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

ESTACION: C-1
TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

1) METODO EMPIRICO O MECANISTICO

DATOS DE LA SUBBASE : CBR = **20.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

$$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$$

$$MR = 17380.013 \quad \text{psi} = 119.92 \quad \text{Mpa}$$

Ecuación de Kentucky

(regresión exponencial)

$$MR = 1910 (CBR)^{0.68}$$

$$MR = 14646.497 \quad \text{psi} = 101.06 \quad \text{Mpa}$$

(regresión polinómica 2º) Solo para CBR < 55 %

$$MR = -7.5 CBR^2 + 800 CBR + 1820$$

$$MR = 15220 \quad \text{psi} = 105.02 \quad \text{Mpa}$$

Mínimo: ME = 101.06 Mpa

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **5.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

$$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$$

$$MR = 7157.0114 \quad \text{psi} = 49.38 \quad \text{Mpa}$$

Ecuación de After Van Til et al

(regresión exponencial)

$$MR = 5490 (CBR)^{0.30}$$

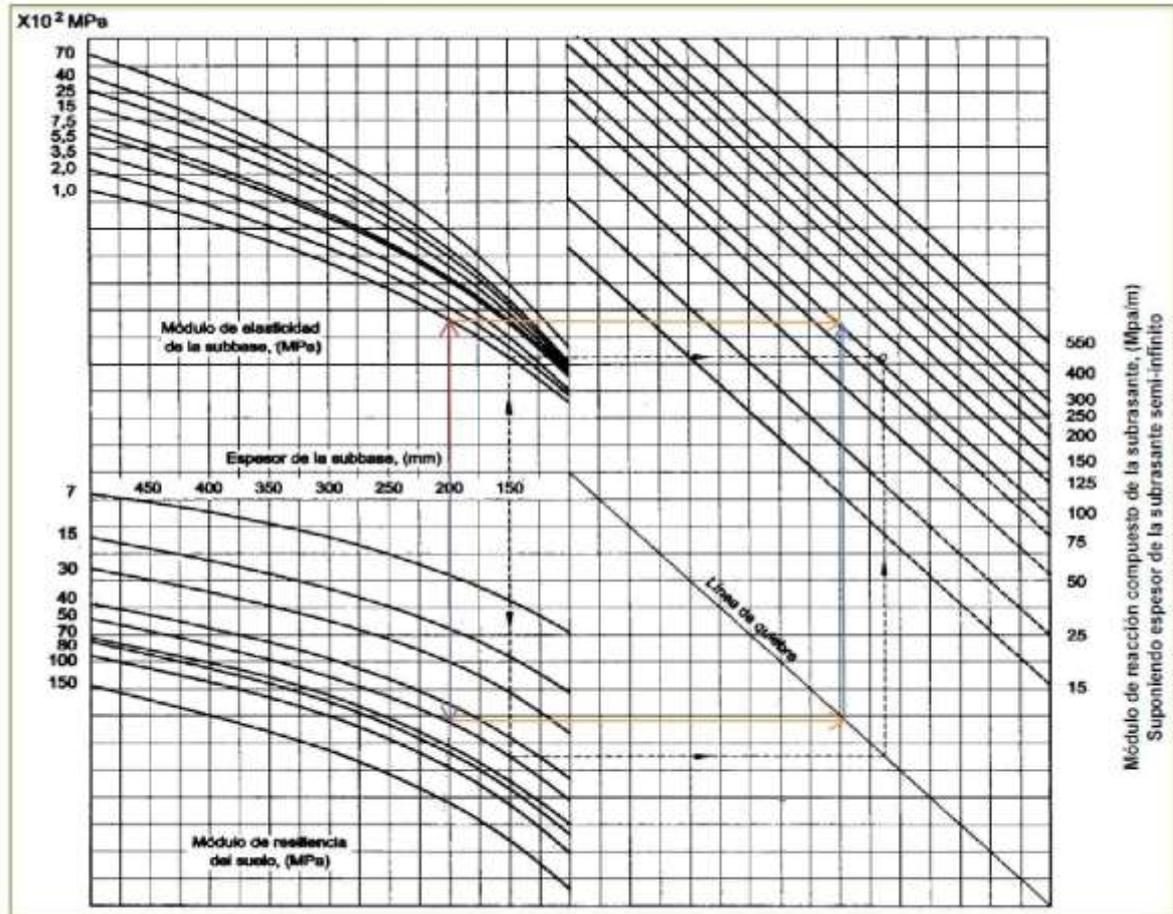
$$MR = 8897.4047 \quad \text{psi} = 61.39 \quad \text{Mpa}$$

Mínimo: MR = 49.38 Mpa

En el monograma

1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar
2. Obtenemos el módulo resiliente y módulo de lasticidad del suelo de fundación y de la sub base respectivamente
3. Proyectamos con las flechas y obtenemos el módulo de reacción compuesto

MONOGRAMA PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE, SUPONIENDO UNA PROFUNDIDAD INFINITA



MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE (K) = 100.00 Mpa/m

2) METODO AASHTO

DATOS DE LASUB BASE:

CBR = 20.00 %

Espesor: 20.00 cm

Si CBR <= 10

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

Si CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

K = 74.45 Mpa/m

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION:

CBR = 5.00 %

Si CBR <= 10

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

Si CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

K = 39.25 Mpa/m

MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE (K) = 46.84 Mpa/m

DETERMINACION DE LA PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

ESTACION: C-1
TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

1) PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

2) DRENAJE

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = 0.90

3) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

J = 3.00

4) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 210.00$ kg/cm²
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$
 $E_c = 3115170$ psi = 21494.7 Mpa

5) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 210.00$ kg/cm²
 $S'_c = 8 - 10 (f_c)^{0.5}$
 $S'_c = 546.5$ psi = 3.77 Mpa

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO

ESTACION: C-1
TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

Para el método de diseño AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.36}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

En donde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁸, a lo largo del período de diseño,
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_i = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_{dr} = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

DATOS:

K =	46.84	Mpa/m	So =	0.32	
Ec =	21495	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
S'c = Mr =	3.77	Mpa	Pt =	2	
J =	3.00		ΔPSI =	2.5	
Cd =	0.90		W80 =	7.44×10^6	
			D =	??? mm	por tanteo
			D =	245.00 mm	

RESOLVIENDO:

POR LO TANTO EL ESPESOR SERA DE 25 CM

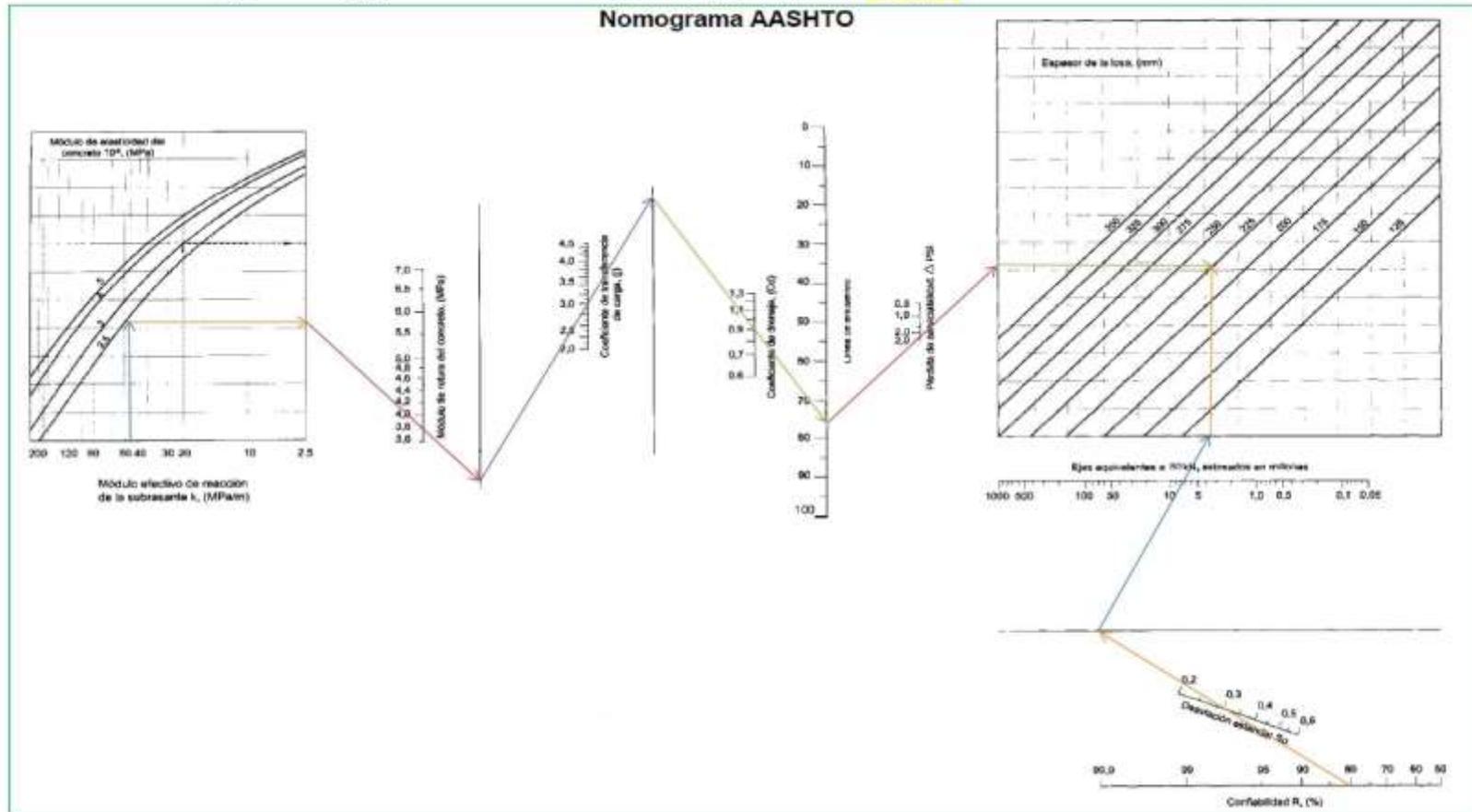
1er miembro	=	Segundo miembro			
6.87	=	-0.26912	+	7.485249151	+
6.87	=	6.862			+
					-0.277952024

OK

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL ABACO AASHTO

ESTACION: C-1
 TESIS: DISEÑO DE UNA VÍA CON PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA PLUVIAL EN EL SECTOR SAN ANTONIO DEL CP SHIRÁN, POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2021

DATOS:	K =	46.84	Mpa/m	So =	0.32	
	Ec =	21495	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
	S'c =	3.77	Mpa	ΔPSI =	2.5	
	J =	3.00		W80 =	7.44 x 10 ⁶	
	Cd =	0.90		D =	225	mm 25CM



3.20 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL DISEÑO.

Los trabajos posteriores a considerar como resultado de del diseño de la vía con pavimento rígido en su consolidación serán de la siguiente manera.

01.00 TRABAJO PRELIMINARES

01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

El Residente dentro de esta partida, deberá considerar todo el trabajo de suministrar, reunir, y transportar el equipo mecánico necesario para instalar e iniciar el proceso constructivo, así como el oportuno cumplimiento del cronograma de avance. La partida incluye además al final el retiro de los equipos.

El sistema de movilización debe ser tal que no cause daños a los pavimentos ni a las propiedades de terceros.

La Inspección deberá aprobar el equipo a ser llevado a la obra tanto en condición como cantidad pudiendo rechazar el que no encuentre satisfactorio para la función por cumplir.

01.02 CARTEL DE OBRA DE 3.60 x 2.40 m.

En consideración a esta partida, se deberá colocar en un lugar adecuado, estratégico y visible los carteles de obra, que servirá para publicar el nombre de la obra, valor referencial, ubicación y plazo respectivo, así como otros datos que la entidad considere necesarios.

Se colocará un cartel de obra de acuerdo al modelo y dimensiones dadas por la entidad encargada de realizar los trabajos.

Procedimiento de ejecución:

La elaboración del cartel considerado en esta partida, deberá ser de 3.60m de ancho por 2.40m de altura; con madera tornillo de 2"x2". Para su colocación se empleará madera

tornillo de 3"x3" bien seca en forma vertical para darle una estabilidad adecuada a una altura de 2.50m medido desde la parte inferior de la base hasta el borde inferior del cartel.

En su base llevará dados de 0.40x0.40x0.60 de concreto 10+30%PG de, con refuerzo de alambre N° 08 en forma de espiral. No se aceptará madera que tenga grado de humedad mayor a 16%. Las dimensiones características se detallan en el plano. El Residente se obliga a colocar el cartel en obra antes de iniciar los trabajos. La ubicación del cartel será indicada por el Ingeniero Supervisor.

01.03 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Se considera en esta partida todos los trabajos topográficos, planimétricos y altimétricos que son necesarios para hacer el replanteo de la red de alcantarillado, así como eventuales ajustes del mismo apoyo técnico permanente y control de resultados. El mantenimiento de los "Bench Marks"(BM), plantillas de cotas, estacas auxiliares, etc., será cuidadosamente observados a fin de asegurar que las indicaciones de los planos sean llevadas fielmente al terreno y que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del Proyecto, esta debe quedar de acuerdo con los planos.

01.04 DEMOLICION DE VEREDAS, E=0.10M

Comprende el suministro de mano de obra y herramientas todo lo necesario para su correcta y completa ejecución. La demolición se ejecutará en forma manual complementado las demoliciones que se harán en el corte de terreno con maquinaria, ya que en alguna zona no intervendrá la maquinaria por las características del terreno. Se deberá tener especial cuidado de ejecutar los trabajos de demolición sin causar daño o debilitar a la fachada de las viviendas en cualquier caso.

El material demolido será eliminado, transportándolo hacia los botaderos predeterminados fuera de los límites de la obra. Se deberán tomar todas las precauciones de seguridad con el fin de que no se produzcan accidentes de trabajo.

02.00 OBRAS PROVISIONALES

Comprende la ejecución de construcciones e instalaciones de carácter temporal, que tiene por finalidad brindar servicios al personal técnico, administrativo y obrero, las mismas que serán retiradas una vez que haya concluido la obra.

02.01 CASETA P/OFICINA Y/O ALMACEN

Esta partida comprende todos los trabajos necesarios para habilitar todas las instalaciones necesarias para la adecuada iniciación de la obra, incluyendo campamento, almacén, oficinas, depósitos, servicios higiénicos y en general todas las facilidades requeridas para la correcta ejecución de los trabajos

La oficina provisional deberá cumplir con los requisitos mínimos establecidas por las reglamentaciones municipales y sanitarias respectivamente y deberán ser ejecutadas dentro de los plazos que aseguren su utilización oportuna de la obra.

Se incluye así mismo dentro de este rubro, el costo del retiro, demolición o desarme de las instalaciones mencionadas al término de la obra, debiendo retirarse los elementos transportados, así mismo los materiales utilizados, incluyendo el desmonte o material inservible que pudieran haberse acumulado, de tal manera que el área utilizada quede libre de todo obstáculo deshecho y/o basura.

03.00 OBRAS DE SEGURIDAD

03.01 TRANQUERA DE MADERA 1.20*1.10M P/DESVIO TRÁNSITO VEHICULAR

03.02 CONOS DE SEGURIDAD Y CINTA SEÑALIZADORA

03.03 SEÑALIZACIÓN NOCTURNA

Se construirán durante toda la construcción barreras y aviso de precaución que alerten al público sobre los trabajos que se están efectuando y los peligros si los hubiere. Se incluyen la debida señalización para indicar desvíos.

Las barreras a utilizar serán gabinetes de madera tornillo con avisos (según diseño del constructor y aprobado por la entidad) y señales de precaución que identifiquen las zonas de peligro con el fin de garantizar la seguridad y comodidad ciudadana.

04.00 OBRA DE CIRCULACIÓN VIAL

04.01 TRAZO Y REPLANTEO DE NIVELES

Se considera en esta partida todos los trabajos topográficos, planimétricos y altimétricos que son necesarios para hacer el replanteo de la red de alcantarillado, así como eventuales ajustes del mismo apoyo técnico permanente y control de resultados. El mantenimiento de los "Bench Marks"(BM), plantillas de cotas, estacas auxiliares, etc., será cuidadosamente observados a fin de asegurar que las indicaciones de los planos sean llevadas fielmente al terreno y que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del Proyecto, esta debe quedar de acuerdo con los planos.

04.02 CORTE DE TERRENO NATURAL C/EQUIPO A NIVEL DE SUB RASANTE

Consiste en el corte y extracción de todo el material impropio, en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas. Incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía, según necesidades del trabajo.

El corte se efectuará con equipo mecánico (tractor) hasta la cota del nivel de sub

rasante. En las zonas donde se hace imposible el uso de equipo mecánico para realizar la excavación, ésta se hará manualmente utilizando pico y lampa, teniéndose cuidado de no causar daños en las instalaciones de servicio público.

En caso de producirse daños, el Residente deberá realizar las reparaciones por su cuenta y de acuerdo con las entidades propietarias o administrativas de los servicios en referencia. Los trabajos de reparación que hubiera necesidad de efectuar se realizarán en el lapso más breve posible.

El material proveniente de los cortes se usará parte como relleno para llegar al nivel de sub rasante, el resto deberá ser retirado para seguridad y limpieza del trabajo

04.03 TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SUB BASE - GRANULAR ZARANDEADO

Comprende los trabajos de carguío con maquinaria, y su transporte con volquetes, para suministrar el volumen del material necesario, hasta una distancia máxima de 5 Km.

La existencia de esta partida, complementa la necesidad de mantener la obra en forma ordenada y limpia de desperdicios. El destino final de los materiales excedentes, será elegido de acuerdo con las disposiciones y necesidades municipales.

Se prestará particular atención al hecho que, tratándose que los trabajos se realizan en zona urbana, no deberá apilarse los excedentes en forma tal que ocasionen innecesarias interrupciones a los tránsitos peatonal o vehicular, así como molestias con el polvo que generen las tareas de apilamiento, carguío y transporte que forman parte de la partida.

El material excedente será retirado del área de trabajo dejando las zonas aledañas libres de escombros a fin de permitir un control continuo del proyecto.

La eliminación de desmonte, deberá ser periódica, no permitiendo que permanezca en la obra salvo que se vaya a usar en los rellenos.

04.04 EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION SUB BASE E=0.20m

Esta partida consistirá de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, en forma natural construida sobre la sub-rasante preparada de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

Materiales:

El material para la capa de base será grava o piedra triturada, el cuál consistirá por partículas duras y durables o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N° 4, será llamado fino, material de tamaño excesivo que se haya encontrado en depósitos de los cuales se obtiene el material para la capa de base de grava, será retirado por tamizado hasta obtener el tamaño requerido, según elija el Inspector. No menos del 50% en peso de las partículas del agregado grueso deben por lo menos una cara de fractura.

El material compuesto para la capa de base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra.

Compactación:

Todas las partes de la base deberán ser compactadas rodillando la misma con cualquier tipo de equipo que produzca la compactación deseada. Donde sea requerida para obtener una compactación adecuada, el constructor deberá ajustar el contenido de humedad del material de la base, antes de la compactación ya sea secando o añadiendo agua.

La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la base tenga una densidad determinada por pruebas hechas por un laboratorio de prestigio en cada capa,

de no menos del 100% de la máxima densidad determinada por el método PROCTOR MODIFICADO de compactación AASHO T-180 (Pisón de 10 las y 18 de caída).

Graduación:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en a tabla N° 1, empleando los métodos T-11 y T-87 de la AASHO.

Requisitos de granulometría				
Tamaño de malla	Porcentaje en peso que pasa las siguientes mallas			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
2 pulg	100	100	-	-
1 pulg	-	75-95	100	100
3/8 pulg	30-65	40-75	50-85	60-100
N° 4 (4.76 mm)	25-55	30-60	55-65	50-85
N° 10 (2.00 mm)	15-40	20-45	25-50	40-70
N° 40 (0.42 mm)	8-20	15-30	15-30	25-45
N° 200 (0.074 mm)	2-8	5-15	5-15	8-15

Aquella porción del fino que pase por la malla N° 40, deberá tener un índice de plasticidad de no más de 6, determinado según el método T91 AASHO. El límite determinado según AASHO T-89 no deberá ser mayor de 25.

Si la base no va a ser cubierta con una superficie bituminosa estos límites suben a 35 para el límite líquido, debiendo estar el índice de plasticidad entre 4 y 9.

Ensayos de Densidad de campo

Para la sub base se efectuará una prueba de densidad de campo por cada 200 m², y por cada capa, cuidando de distribuirlas convenientemente y de acuerdo a las indicaciones

impartidas por el Inspector.

04.05 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE C/MATERIAL GRANULAR, H=0.20M

Luego de haberse procedido a terminar los cortes del pavimento existente se dará inicio el uso del escarificador, que servirá para darle forma a la sub rasante con la cuchilla de la Motoniveladora, regándose uniformemente para que con el paso de los rodillos quede una superficie uniforme y lisa para recibir las capas siguientes.

La capa de sub rasante deberá ser compactada hasta una Densidad igual o superior al 95% de la Máxima Densidad (Próctor Modificado). El contenido de humedad verificado en campo no deberá escapar del rango de +/-3% de la Optima Humedad de Laboratorio.

La sub-rasante comprende el material que formará la capa inmediata entre el fondo y la base, debiendo tener una altura mínima compactada de 20 cm y estará conformada por grava arenosa y limpia, cuya granulometría debe cumplir los siguientes límites al ser probados de acuerdo a:

AASHO T-89, deberá tener un límite líquido menor de 25%

AASHO T-91, deberá tener un índice plástico menor de 6%

AASHO T-176, deberá tener un equivalente de arena mayor de 25%

AASHO D-1883, deberá tener un C.B.R. mayor que 10%.

No se permitirá presencia de basuras o materia orgánica dentro de los materiales para la sub-rasante y todos los que no tengan buenas características serán rechazadas por el Inspector.

Métodos de construcción:

Se extenderán por medio de la motoniveladora, de tal manera que formen una capa

suelta, de mayor espesor que al que debe tener la capa compactada.

Esta capa de materiales sueltos, se regará con agua por medio de tanques regadores provistos de barras especiales para que el riego sea uniforme. La cantidad de agua se determinará en el laboratorio.

Para facilitar la mezcla del agua con el material y para conformar la capa, se pasará la cuchilla de la motoniveladora.

Se compactará por medio de rodillos vibratorios autopropulsados que pesen por lo menos 9 toneladas previamente aprobado por el Inspector.

La compactación se comenzará en los bordes y se terminará en el centro, hasta conseguir una capa densa y uniforme.

Todas las irregularidades que se presenten, se corregirán pasando nuevamente la motoniveladora, así como también las secciones que no se compacten debidamente.

Finalmente, se alisará, la superficie con pasadas sucesivas de la motoniveladora y del rodillo hasta obtener una superficie uniforme y resistente.

Terminadas estas operaciones en la sub-rasante se considerará lista para recibir la capa de over y base, debiendo ser aprobada por la Inspección de la obra, previo control de densidades por medio de los ensayos respectivos con equipo de laboratorio.

Compactación:

Todas las partes de la sub-base deberán ser compactadas rodillando la misma con cualquier tipo de equipo que produzca la densidad deseada.

Donde sea requerida para obtener una compactación adecuada, el constructor deberá ajustar el contenido de humedad del material de la base, antes de la compactación, ya sea secando o añadiendo agua.

La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la sub-base tenga

una densidad determinada por pruebas hechas por un laboratorio de prestigio en cada capa, de no menos del 95% de la máxima densidad determinada por el método PROCTOR MODIFICADO de compactación AASHO T-180 (Pisón de 10 lbs y 18 de caída).

Ensayos de Densidad de campo:

Para la sub base se efectuará una prueba de densidad de campo por cada 200 m², y por cada capa, cuidando de distribuir las convenientemente y de acuerdo a las indicaciones impartidas por el Inspector.

04.06 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, D = 4.3 Km

Esta partida comprende los trabajos de carguío con maquinaria, y su transporte con volquetes, para eliminar el volumen excedente del material proveniente de los cortes y demoliciones, hasta una distancia máxima de 4.3 Km.

Contempla la evacuación de todos los sobrantes de excavaciones, nivelaciones y materiales inutilizados, que deberán ser arrojados en lugares permitidos por las autoridades, bajo exclusiva responsabilidad del ingeniero Contratista

La existencia de esta partida, complementa la necesidad de mantener la obra en forma ordenada y limpia de desperdicios. El destino final de los materiales excedentes, será elegido de acuerdo con las disposiciones y necesidades municipales.

Se prestará particular atención al hecho que, tratándose que los trabajos se realizan en zona urbana, no deberá apilarse los excedentes en forma tal que ocasionen innecesarias interrupciones a los tránsitos peatonal o vehicular, así como molestias con el polvo que generen las tareas de apilamiento, carguío y transporte que forman parte de la partida.

El material excedente será retirado del área de trabajo dejando las zonas aledañas libres de escombros a fin de permitir un control continuo del proyecto.

La eliminación de desmonte, deberá ser periódica, no permitiendo que permanezca en la obra salvo que se vaya a usar en los rellenos.

Donde se estipule los planos y cuadros del Proyecto el Contratista deberá colocar una sub base en la parte superior que esté de acuerdo con las dimensiones físicas y propiedades requeridas por los planos o disposiciones especiales.

Materiales:

Los materiales más adecuados en los cortes de la carretera o áreas de préstamo deberán ser guardados y totalmente utilizados para construir la sub base. En general el material deberá consistir de suelo granular que, en opinión del Ingeniero llene los requisitos especificados en los planos o en las disposiciones especiales. Las piedras mayores de 10 cm o de 2/3 de espesor de la capa que será colocada deberán ser eliminadas en el lugar de origen a mano: excepto si las piedras son de tal naturaleza que se rompan durante el mezclado, rodillado o nivelado y el Ingeniero Supervisor pueda autorizar su uso. Terrones de arcillas plástica o de material orgánico no se permitirán en la sub base.

Fuentes de Materiales:

Dentro de lo posible, el material de la sub base deberá ser obtenido de las canteras recomendadas en la mecánica de suelos, esto es Material proveniente de la cantera de Jíbito, ubicado a 8 Km. De la ciudad de Sullana, el Contratista deberá de obtener de los propietarios los derechos del uso del material y pagar todas las regalías relacionadas con su uso.

Todo lo descrito anteriormente es válido también para la partida de Base.

El material para la sub base deberá ser de una cantidad tal que puedan compactarse rápidamente y de acuerdo con los requisitos y especificaciones son de tipo A. B. C. D.

Al ser aprobada de acuerdo a:

- | | |
|-------------------|---|
| A.A.S.H.O. T-89. | Deberá tener un límite líquido menor de 25%. |
| A.A.S.H.O. T-91. | Deberá tener un índice plástico menor de 6%. |
| A.A.S.H.O. T-176. | Deberá tener un equivalente de arena mayor a 25%. |
| A.A.S.H.O. D-89. | Deberá tener un C.B.R mayor de 30%. |

No se permitirá la presencia de basura y de material orgánico dentro de los materiales para sub base y todos los que no tengan buenas características se rechazarán.

Método de construcción:

Sobre la sub rasante preparada se colocarán los materiales que se transportarán por medio de volquetes u otras máquinas similares. Se extenderán por medio de la motoniveladora, de tal manera que forme una capa suelta, de mayor espesor que debe tener la capa compactada. Esta capa de materiales sueltos, se regará con agua por medio de camiones cisternas de 2,000 gln, provistas de barras especiales para que el riego sea uniforme. La cantidad de agua se determinará en el laboratorio.

Para facilitar la mezcla del agua con el material y para conformar la capa. Se pasará la cuchilla de la motoniveladora. Se compactará por medio de rodillo liso vibratorio autopropulsado de 10-12 Tn. la compactación se comenzará en los bordes y se terminará en el centro, hasta conseguir una capa densa y uniforme. Todas las irregularidades que se presenten se corregirán pasando nuevamente la motoniveladora, así como también las secciones que no se compacten debidamente.

Finalmente, se alisará la superficie por pasadas sucesivas de la motoniveladora y del rodillo hasta obtener la superficie uniforme y resistente. La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la sub base tenga una densidad determinada por pruebas hechas por el Ingeniero Supervisor de cada capa, de no menos del 100%

de la máxima densidad determinada por el método “Proctor Modificado” de compactación AASHO T 180 (pisón de 10 libras y 18” de caída). Donde sea requerido para obtener una compactación adecuada, el Contratista deberá ajustar el contenido de humedad de material de la sub base antes de la compactación, ya sea sacando o añadiendo agua.

Terminadas estas operaciones la sub base se considerará lista para recibir la capa de base debiendo ser aprobada por La Supervisión de la Obra.

04.08 SUB BASE CON AFIRMADO, E=0.20

Esta partida consistirá de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, en forma natural construida sobre la sub-rasante preparada de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

Materiales:

El material para la capa de base será grava o piedra triturada, el cuál consistirá por partículas duras y durables o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N° 4, será llamado fino, material de tamaño excesivo que se haya encontrado en depósitos de los cuales se obtiene el material para la capa de base de grava, será retirado por tamizado hasta obtener el tamaño requerido, según elija el Supervisor. No menos del 50% en peso de las partículas del agregado grueso deben por lo menos una cara de fractura.

El material compuesto para la capa de base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra.

Compactación:

Todas las partes de la base deberán ser compactadas rodillando la misma con cualquier tipo de equipo que produzca la compactación deseada. Donde sea requerida para obtener una compactación adecuada, el constructor deberá ajustar el contenido de humedad del material de la base, antes de la compactación ya sea secando o añadiendo agua.

La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la base tenga una densidad determinada por pruebas hechas por un laboratorio de prestigio en cada capa, de no menos del 100% de la máxima densidad determinada por el método PROCTOR MODIFICADO de compactación AASHO T-180 (Pisón de 10 las y 18 de caída).

Graduación:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en a tabla N° 1, empleando los métodos T-11 y T-87 de la AASHO.

Requisitos de granulometría				
Tamaño de malla	Porcentaje en peso que pasa las siguientes mallas			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
2 pulg	100	100	-	-
1 pulg	-	75-95	100	100
3/8 pulg	30-65	40-75	50-85	60-100
N° 4 (4.76 mm)	25-55	30-60	55-65	50-85
N° 10 (2.00 mm)	15-40	20-45	25-50	40-70
N° 40 (0.42 mm)	8-20	15-30	15-30	25-45
N° 200 (0.074 mm)	2-8	5-15	5-15	8-15

Aquella porción del fino que pase por la malla N° 40, deberá tener un índice de plasticidad de no más de 6, determinado según el método T91 AASHO. El límite determinado según AASHO T-89 no deberá ser mayor de 25.

Si la base no va a ser cubierta con una superficie bituminosa estos límites suben a 35

para el límite líquido, debiendo estar el índice de plasticidad entre 4 y 9.

Ensayos de Densidad de campo:

Para la sub base se efectuará una prueba de densidad de campo por cada 200 m², y por cada capa, cuidando de distribuir las convenientemente y de acuerdo a las indicaciones impartidas por el Supervisor.

El trabajo ejecutado será medido en METRO CUADRADO (M²).

04.09 CONCRETO F'c=210 Kg/cm² PAVIMENTO

05.05 CONCRETO F'c=175 Kg/cm² CUNETAS

06.04 VEREDA CONCRETO F'c=175 Kg/cm²

Comprende los trabajos de fabricación, transporte, vaciado y compactado de concreto simple F'c = 210 Kg/cm² y F'c = 175 Kg/cm², Se ejecutarán en los lugares indicados en los planos.

Serán de concreto cuya resistencia será F'c = 210 Kg/cm² y fc = 175 kg/cm² y tendrán acabado frotachado.

04.10 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTOS

05.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS

06.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS

Los sardineles se enmarcan por medio de encofrados indeformables de madera con espesor no menor de 3/4", con altura igual o mayor al de su diseño, muy bien fijadas.

04.11 JUNTA ASFALTICA EN PAVIMENTO RIGIDO

05.07 JUNTA ASFALTICA PARA CUNETA

06.06 JUNTA ASFALTICA VEREDAS

Esta partida comprende los trabajos de colocación de juntas de aislamiento entre la pista y la cuneta lateral. Tendrán un espesor máximo de 1" y se rellenarán con bitumen

o mezcla asfáltica, hasta una altura igual a la losa o de 5 cm y la altura restante con una plancha de tecnoport de $\frac{3}{4}$ ".

El compuesto bituminoso debe ser vaciado en caliente, a una temperatura entre los 325° F y 400 °F, sobre las juntas previamente preparadas, limpiándola perfectamente sin dejar nada de polvo o partículas incompresibles, de tal manera que se produzca la obturación completa de la junta, para que no penetre agua y defienda la integridad de sus bordes los que deben ser redondeados.

Las Juntas de dilatación son usadas para controlar las grietas transversales.

La junta presentará una separación de 2.50 cm., para permitir la expansión térmica. Los cantos se bolearán antes de que fragüe el concreto (Radio 0.015 m.), con una herramienta adecuada (Bruña de Canto).

Las juntas se sellarán con mástic asfáltico o con mezcla asfáltica y arena gruesa en toda su longitud para hacerla impermeable.

05.01 TRAZO Y REPLANTEO DE NIVELES

Se considera todos los trabajos topográficos, planimétricos y altimétricos que son necesarios para hacer el replanteo de la red de alcantarillado, así como eventuales ajustes del mismo apoyo técnico permanente y control de resultados.

El mantenimiento de los "Bench Marks"(BM), plantillas de cotas, estacas auxiliares, etc., será cuidadosamente observados a fin de asegurar que las indicaciones de los planos sean llevadas fielmente al terreno y que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del Proyecto, esta debe quedar de acuerdo con los planos.

05.02 EXCAVACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO PARA CUNETAS

Consiste en el corte y extracción de todo el material impropio, en todo el ancho que

corresponde a las explanaciones proyectadas. Incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía, según necesidades del trabajo.

El corte se efectuará con equipo mecánico (tractor) hasta la cota del nivel de sub rasante. En las zonas donde se hace imposible el uso de equipo mecánico para realizar la excavación, ésta se hará manualmente utilizando pico y lampa, teniéndose cuidado de no causar daños en las instalaciones de servicio público.

En caso de producirse daños, el Residente deberá realizar las reparaciones por su cuenta y de acuerdo con las entidades propietarias o administrativas de los servicios en referencia. Los trabajos de reparación que hubiera necesidad de efectuar se realizarán en el lapso más breve posible.

El material proveniente de los cortes se usará parte como relleno para llegar al nivel de sub rasante, el resto deberá ser retirado para seguridad y limpieza del trabajo

05.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Consistirá de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, preparada de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

Materiales:

El material para la capa de base será grava o piedra triturada, el cuál consistirá por partículas duras y durables o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N° 4, será llamado fino, material de tamaño excesivo que se haya encontrado en depósitos de los cuales se obtiene el material para la capa de base de grava, será retirado por tamizado hasta obtener el tamaño requerido, según elija el Inspector. No menos

del 50% en peso de las partículas del agregado grueso deben por lo menos una cara de fractura.

El material compuesto para la capa de base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra.

Compactación:

Todas las partes de la base deberán ser compactadas rodillando la misma con cualquier tipo de equipo que produzca la compactación deseada. Donde sea requerida para obtener una compactación adecuada, el constructor deberá ajustar el contenido de humedad del material de la base, antes de la compactación ya sea secando o añadiendo agua.

La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la base tenga una densidad determinada por pruebas hechas por un laboratorio de prestigio en cada capa, de no menos del 100% de la máxima densidad determinada por el método PROCTOR MODIFICADO de compactación AASHO T-180 (Pisón de 10 las y 18 de caída).

Graduación:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en a tabla N° 1, empleando los métodos T-11 y T-87 de la AASHO.

Requisitos de granulometría				
Tamaño de malla	Porcentaje en peso que pasa las siguientes mallas			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
2 pulg	100	100	-	-
1 pulg	-	75-95	100	100
3/8 pulg	30-65	40-75	50-85	60-100
N° 4 (4.76 mm)	25-55	30-601	55-65	50-85
N° 10 (2.00 mm)	15-40	20-45	25-50	40-70

Nº 40 (0.42 mm)	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº 200 (0.074 mm)	2-8	5-15	5-15	8-15

Aquella porción del fino que pase por la malla Nº 40, deberá tener un índice de plasticidad de no más de 6, determinado según el método T91 AASHO. El límite determinado según AASHO T-89 no deberá ser mayor de 25.

Si la base no va a ser cubierta con una superficie bituminosa estos límites suben a 35 para el límite líquido, debiendo estar el índice de plasticidad entre 4 y 9.

Ensayos de Densidad de campo:

Para la sub base se efectuará una prueba de densidad de campo por cada 200 m², y por cada capa, cuidando de distribuir las convenientemente y de acuerdo a las indicaciones impartidas por el Inspector.

05.04 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, D = 4.3 Km

Comprende los trabajos de carguío con maquinaria, y su transporte con volquetes, para eliminar el volumen excedente del material proveniente de los cortes y demoliciones, hasta una distancia máxima de 4.3 Km.

Contempla la evacuación de todos los sobrantes de excavaciones, nivelaciones y materiales inutilizados, que deberán ser arrojados en lugares permitidos por las autoridades, bajo exclusiva responsabilidad del ingeniero Contratista

La existencia de esta partida, complementa la necesidad de mantener la obra en forma ordenada y limpia de desperdicios. El destino final de los materiales excedentes, será elegido de acuerdo con las disposiciones y necesidades municipales.

Se prestará particular atención al hecho que, tratándose que los trabajos se realizan en zona urbana, no deberá apilarse los excedentes en forma tal que ocasionen innecesarias interrupciones a los tránsitos peatonal o vehicular, así como molestias con el polvo que

generen las tareas de apilamiento, carguío y transporte que forman parte de la partida.

El material excedente será retirado del área de trabajo dejando las zonas aledañas libres de escombros a fin de permitir un control continuo del proyecto.

La eliminación de desmonte, deberá ser periódica, no permitiendo que permanezca en la obra salvo que se vaya a usar en los rellenos.

06.01 TRAZO Y REPLANTEO DE NIVELES

Se considera todos los trabajos topográficos, planimétricos y altimétricos que son necesarios para hacer el replanteo de la red de alcantarillado, así como eventuales ajustes del mismo apoyo técnico permanente y control de resultados.

El mantenimiento de los "Bench Marks"(BM), plantillas de cotas, estacas auxiliares, etc., será cuidadosamente observados a fin de asegurar que las indicaciones de los planos sean llevadas fielmente al terreno y que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del Proyecto, esta debe quedar de acuerdo con los planos.

06.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Esta partida consistirá de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, preparada de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

Materiales:

El material para la capa de base será grava o piedra triturada, el cuál consistirá por partículas duras y durables o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N° 4, será llamado fino, material de tamaño excesivo que se haya encontrado en depósitos de los cuales se obtiene el material para la capa de base de grava, será retirado

por tamizado hasta obtener el tamaño requerido, según elija el Inspector. No menos del 50% en peso de las partículas del agregado grueso deben por lo menos una cara de fractura.

El material compuesto para la capa de base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra.

Compactación:

Todas las partes de la base deberán ser compactadas rodillando la misma con cualquier tipo de equipo que produzca la compactación deseada. Donde sea requerida para obtener una compactación adecuada, el constructor deberá ajustar el contenido de humedad del material de la base, antes de la compactación ya sea secando o añadiendo agua.

La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la base tenga una densidad determinada por pruebas hechas por un laboratorio de prestigio en cada capa, de no menos del 100% de la máxima densidad determinada por el método PROCTOR MODIFICADO de compactación AASHO T-180 (Pisón de 10 las y 18 de caída).

Graduación:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en la tabla N° 1, empleando los métodos T-11 y T-87 de la AASHO.

Requisitos de granulometría				
Tamaño de malla	Porcentaje en peso que pasa las siguientes mallas			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
2 pulg	100	100	-	-
1 pulg	-	75-95	100	100
3/8 pulg	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº 4 (4.76 mm)	25-55	30-60	55-65	50-85
Nº 10 (2.00 mm)	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº 40 (0.42 mm)	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº 200 (0.074 mm)	2-8	5-15	5-15	8-15

Aquella porción del fino que pase por la malla Nº 40, deberá tener un índice de plasticidad de no más de 6, determinado según el método T91 AASHO. El límite determinado según AASHO T-89 no deberá ser mayor de 25.

Si la base no va a ser cubierta con una superficie bituminosa estos límites suben a 35 para el límite líquido, debiendo estar el índice de plasticidad entre 4 y 9.

Ensayos de Densidad de campo:

Para la sub base se efectuará una prueba de densidad de campo por cada 200 m², y por cada capa, cuidando de distribuirlas convenientemente y de acuerdo a las indicaciones impartidas por el Inspector.

06.03 SUB BASE CON AFIRMADO, E=0.10

Esta partida consistirá de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, en forma natural construida sobre la sub-rasante preparada de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

Materiales:

El material para la capa de base será grava o piedra triturada, el cuál consistirá por partículas duras y durables o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N° 4, será llamado fino, material de tamaño excesivo que se haya encontrado en depósitos de los cuales se obtiene el material para la capa de base de grava, será retirado por tamizado hasta obtener el tamaño requerido, según elija el Supervisor. No menos del 50% en peso de las partículas del agregado grueso deben por lo menos una cara de fractura.

El material compuesto para la capa de base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra.

Compactación:

Todas las partes de la base deberán ser compactadas rodillando la misma con cualquier tipo de equipo que produzca la compactación deseada. Donde sea requerida para obtener una compactación adecuada, el constructor deberá ajustar el contenido de humedad del material de la base, antes de la compactación ya sea secando o añadiendo agua.

La compactación deberá continuar hasta que toda la profundidad de la base tenga una densidad determinada por pruebas hechas por un laboratorio de prestigio en cada capa, de no menos del 100% de la máxima densidad determinada por el método PROCTOR MODIFICADO de compactación AASHO T-180 (Pisón de 10 las y 18 de caída).

Graduación:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en a tabla N° 1, empleando los métodos T-11 y T-87 de la AASHO.

Requisitos de granulometría				
Tamaño de malla	Porcentaje en peso que pasa las siguientes mallas			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
2 pulg	100	100	-	-
1 pulg	-	75-95	100	100
3/8 pulg	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº 4 (4.76 mm)	25-55	30-60	55-65	50-85
Nº 10 (2.00 mm)	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº 40 (0.42 mm)	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº 200 (0.074 mm)	2-8	5-15	5-15	8-15

Aquella porción del fino que pase por la malla Nº 40, deberá tener un índice de plasticidad de no más de 6, determinado según el método T91 AASHO. El límite determinado según AASHO T-89 no deberá ser mayor de 25.

Si la base no va a ser cubierta con una superficie bituminosa estos límites suben a 35 para el límite líquido, debiendo estar el índice de plasticidad entre 4 y 9.

Ensayos de Densidad de campo:

Para la sub base se efectuará una prueba de densidad de campo por cada 200 m², y por cada capa, cuidando de distribuir las convenientemente y de acuerdo a las indicaciones impartidas por el Supervisor.

07.00 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Comprende los trabajos de pintura para pistas, se hará con pintura para tráfico, de gran capacidad adhesiva, resistente a los impactos del tránsito, a la exposición a la intemperie, sin ampollarse, quebrarse o desprenderse.

La pintura a usarse será blanca, negra o amarilla, de acuerdo con la ubicación o tipo de las marcas y de conformidad con las reglamentaciones oficiales existentes.

Se aplicará por lo menos dos manos a la superficie a señalizarse con intervalos de 24

horas entre las aplicaciones y de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Por las características de la pintura de tráfico, esta se aplicará directamente sobre el concreto y/o asfalto para una mejor adherencia y efecto cubridor, no requiriéndose aplicar pintura de base de otra calidad.

Las superficies a pintar deberán limpiarse perfectamente por barrido o soplado antes de cada aplicación y evitarse la adhesión de materias extrañas a la pintura fresca.

Para asegurar la exactitud y rapidez en la aplicación de la pintura, deberá emplearse moldes de material firme precortado con los tamaños y formas a obtener

08.00 SEÑALIZACIÓN DE VEREDAS

Esta partida comprende los trabajos de pintura para vereda, se hará con pintura para tráfico, de gran capacidad adhesiva, resistente a los impactos del tránsito, a la exposición a la intemperie, sin ampollarse, quebrarse o desprenderse.

La pintura a usarse será blanca, negra o amarilla, de acuerdo con la ubicación o tipo de las marcas y de conformidad con las reglamentaciones oficiales existentes.

Se aplicará por lo menos dos manos a la superficie a señalizarse con intervalos de 24 horas entre las aplicaciones y de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Por las características de la pintura de tráfico, esta se aplicará directamente sobre el concreto y/o asfalto para una mejor adherencia y efecto cubridor, no requiriéndose aplicar pintura de base de otra calidad.

Las superficies a pintar deberán limpiarse perfectamente por barrido o soplado antes de cada aplicación y evitarse la adhesión de materias extrañas a la pintura fresca.

Para asegurar la exactitud y rapidez en la aplicación de la pintura, deberá emplearse moldes de material firme pre cortado con los tamaños y formas a obtener.

09.00 REJILLA METÁLICA PARA CUNETETA A=0.30M

Comprende los trabajos de carpintería metálica referidos a la confección de una rejilla metálica para cubrir la canaleta de acuerdo al detalle de los planos.

08.03 LIMPIEZA FINAL

Comprende los trabajos antes de iniciar los trabajos, durante los trabajos y después de su culminación, previo a la recepción, la limpieza consistirá en limpiar el área de todos los montículos, vegetación, basura y el retiro de los materiales inservibles que resulten de la limpieza.

IV. DISCUSIÓN

Se determina que el terreno de fundación está compuesta de arena limosa fina (SM) con baja plasticidad ($LL < 50$). Además, de acuerdo con la curva característica de tamaño de partícula del suelo, se puede decir que es un suelo diferencial de grano fino. El suelo fino, especialmente arena y limo de baja plasticidad, se vuelve muy inestable cuando entra en contacto con el agua, es decir, es muy susceptible a la erosión.

Considerando las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante bajo sus condiciones naturales de operación, y considerando la sensibilidad de perder soporte debido a la erosión de factores externos (como el agua), se pueden adoptar soluciones para diseñar el pavimento. Se propone un procedimiento de análisis y experimentación para prever y cubrir estos mecanismos de erosionabilidad que se espera que ocurran durante su vida útil en el diseño.

Considerando la durabilidad del concreto rígido, éste tiene un rango de vida útil de 20 a 40 años. Totalmente de acuerdo con Hurtado (2018) en su tesis *Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal del Guarco* donde mencionó que, comparado con el pavimento rígido, el pavimento flexible es el más económico en construcción, pero no en cuanto a su durabilidad. Por tanto, se puede concluir que la vida útil de un pavimento rígido es de entre 20 y 40 años, y en cuanto a durabilidad es una mejor opción ya que un pavimento flexible con una vida útil más corta, oscila entre los 15 y los 20 años. El pavimento rígido es el más adecuado para esta zona porque proporciona un mejor comportamiento de

deformación debido a la buena estructura de la cimentación.

En base en los datos recolectados in situ, se realizaron los cálculos para determinar la demanda futura de vehículos que pasarán por la Vía a san Antonio para determinar el número de ejes equivalentes para el diseño.

Se examinó el comportamiento demográfico del entorno del estudio, determinando que, en términos de comercio, es beneficioso para la mayoría del sector y para los que se concentran en el CP Shirán, Poroto y la ciudad de Trujillo, por lo que los vehículos de deben pasar por la vía proyectada en el presente estudio.

La muestra del terreno de la Vía del sector San Antonio fue necesario para conocer sus propiedades físicas y mecánicas. Esto se debe a que se deben tomar precauciones en la etapa de diseño, pues el comportamiento del suelo cambiará drásticamente independientemente de la resistencia que presente ante la intervención de las aguas de regadío, especialmente cuando hay lluvias con partículas finas en condiciones climáticas desfavorables.

La prueba de CBR del suelo en el laboratorio según MTC E 132 se consideró para obtener la capacidad de carga del suelo en las condiciones de una densidad seca máxima dada y una humedad óptima. El valor obtenido de CBR y densidad seca se utilizaró para determinar el módulo elástico obtenido mediante la ecuación de correlación propuesta por AASHTO 1993, y utilizado como una de las variables de entrada en el diseño de pavimentos rígidos.

Manteniendo inalteradas las variables del pavimento rígido, se establece el diseño con la excepción del módulo de elasticidad obtenido por CBR al 95% de la densidad seca máxima ensayada por el Proctor modificado. Estos diseños se llevaron a cabo bajo la aplicación del método AASHTO 1993, en el que se determinó que la diferencia de

espesor de losas de concreto hidráulico estuvo entre 1 y 2 cm.

Aplicando el método AASHTO 1993 para el diseño del pavimento rígido de la Vía a San Antonio, se analizaron dos situaciones: en primer lugar, se realizó un diseño que tuvo en cuenta las propiedades mecánicas del suelo de la subrasante en respuesta a las condiciones ambientales naturales. En segundo lugar, se llevó a cabo un diseño teniendo en cuenta las propiedades mecánicas del suelo utilizando muestras de suelo representativas en el laboratorio.

Otros métodos son utilizables que son más recientes que las Pautas de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993 (como las versiones AASHTO 2002 y AASHTO 2008) para obtener un espesor más optimizado a través de un análisis más completo. Sin embargo, para ello, no hay información sobre las condiciones climáticas de la zona (velocidad del viento, humedad relativa, cobertura del viento, etc.), no hay herramientas para modelar la temperatura y humedad horaria en la capa de pavimento y, al final, no existe una cultura de gestión del mantenimiento vial. Por lo tanto, debido a las condiciones anteriores, estas versiones no se pueden aplicar.

V. CONCLUSIONES

- Se pudo realizar los estudios básicos en el tramo propuesto en la investigación, como estudio de mecánica de suelos cuyo resultado fué suelo gravoso y arenoso y el CBR de diseño es de 9.40 %. De acuerdo al levantamiento topográfico que se realizó, tenemos un volumen de corte de 1,555.63 volumen de relleno 3,002.45 m³ y el material de eliminación como producto de corte es de 1446.82 m³. El estudio de tráfico de vehículos como resultado de salió 2908 veh/dia. El ESAL de diseño para el pavimento rígido es de 744310.59 EE.
- Se realizó el diseño de la Vía Con Pavimento Rígido, adecuando la sección vial a la topografía permitiendo el funcionamiento de la vía como un sistema de drenaje pluvial en el Sector San Antonio del Cp Shirán, Poroto - Trujillo - La Libertad, 2021, desarrollándose los planos de detalles respectivos.
- En el diseño de pavimento rígido en el tramo de la vía a san Antonio se obtuvo los siguientes espesores de Base de pavimentación y Losa de Concreto.
 - Losa de concreto : 8" = 25cm
 - Base : 4" = 20cm

VI. RECOMENDACIONES

- Para calcular la carga de tráfico futura, se debe realizar un estudio aún más detallado, teniendo en cuenta los posibles cambios en la configuración del vehículo, referido a vehículos con cargas normales excesivas, y ajustando la presión de inflado y el tipo de eje. Sin embargo, la vía a San Antonio debe ser supervisada para controlar el deterioro causado por ruedas de vehículos especiales.
- El método de exploración empleado in situ y el diseño de pavimento propuesto en este estudio donde se producen lluvias intensas de forma irregular y donde existen principalmente este tipo de suelos finos, es la integración de una propuesta para considerar futuras actualizaciones en el Manual de Diseño de Pavimentos peruano, que actualmente no incluye algunas recomendaciones de muchos profesionales.
- Se recomienda, que en trabajos de investigaciones futuras, se evalúe que la alineación del CBR de vías en condiciones similares a las del proyecto de investigación, se mida el valor de CBR desde la etapa de puesta en marcha y se controle el CBR del suelo de fundación a lo largo de la ejecución del proyecto. Esto ayudará a revisar mejor las propuestas de soluciones durante las fases de diseño, construcción y mantenimiento.
- Se recomienda por la durabilidad de este tipo de pavimento rígido siendo el mejor pavimento en tema de la durabilidad sin embargo el costo de ejecución puede ser mayor respecto a otros tipos de pavimento.
- Se recomienda realizar más de dos ensayos de CBR para poder utilizar el valor medio de estos dos ensayos, dado que en el presente caso se consideró el

MANUAL DE CARRETERAS Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

- Realizar charlas de capacitación para concientizar a los pobladores de los sectores sobre el buen uso de la vía.

VII. BIBLIOGRAFÍA

HUN Aguilar, Ligia E. Diseño de pavimento rígido y drenaje pluvial para un sector de la aldea santa maría cauque, del municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez [en línea]. Guatemala: Tesis (título. de ingeniera civil) universidad de san Carlos, 2003. [Fecha de consulta: 23 de setiembre 2017]. Capítulo 2. Servicio técnico profesional.

Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2302_C.pdf

ARGÜELLES Sáenz, Camilo A. Diseño de pavimento rígido para la urbanización caballero Góngora, municipio de Honda - Tolima [en línea]. Colombia: Tesis (título. de ingeniero civil) Universidad católica, 2015. [Fecha de consulta: 26 de setiembre 2017]. Capítulo 2. Diseño de pavimentos rígidos.

Disponible en:

<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2687/1/dise%C3%B1o%20de%20pavimento%20r%C3%ADgido%20para%20la%20urbanizaci%C3%B3n%20de%20Caballero%20Gongora%20Municipio%20de%20Honda-Tolima.pdf>

BRIERE, François G. Distribución de agua potable y colecta de desagües y de agua de lluvia [en línea]. Canadá: traducido de francés a español: Humberto Pizarro 1er trimestre., 2005 [fecha de consulta: 30 de setiembre 2017]. Capítulo 3. Redes de desagües pluviales. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=kgXhjHvZ78C&pg=PA179&dq=tiempo+de+concentracion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwipL7vwqDXAhUj64MKHfowC4wQ6AEIKTAB#v=onepage&q&f=false>

ANAYA Garduño, Manuel. Sistemas de captación de agua de lluvia en América Latina y el Caribe [en línea]. México: agencia de cooperación técnica IICA, 1998 [fecha de consulta: 30 de octubre 2017]. Capítulo 3. Diseño de modelo para la relación área de captación y área cultivada.

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=_94qAAAAYAAJ&pg=PA35&dq=coeficiente+de+escorrentia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjU6NrQxaDXAhVG4YMKHfkjCwIQ6wEINDAD#v=onepage&q=coeficiente%20de%20escorrentia&f=false

PAULET, Manuel. Intensidades máximas y erosividad de las lluvias en la Republica Dominicana [en línea]. Santo domingo - Republica Dominicana: instituto interamericana de cooperación para la agricultura, 1982 [fecha de consulta: 1 de noviembre 2017]. Capítulo 4. Resultado de análisis de lluvias.

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=logAQAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=Intensidades+de+m%C3%A1ximas+y+erosividad+de+las+lluvias+en+la+republica+dominicana%E2%80%9D&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjBmJ_ex6DXAhWc0

Y:

[MKHQmXBQ4Q6wEIJjAA#v=onepage&q=Intensidades%20de%20m%C3%A1ximas%20y%20erosividad%20de%20las%20lluvias%20en%20la%20republica%20dominicana%E2%80%9D&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=MKHQmXBQ4Q6wEIJjAA#v=onepage&q=Intensidades%20de%20m%C3%A1ximas%20y%20erosividad%20de%20las%20lluvias%20en%20la%20republica%20dominicana%E2%80%9D&f=false)

Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” sección: suelos y pavimentos. 2.a.ed. MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones Lima Perú, 2013.261-271 pp.

Manual de hidrología, hidráulica y drenaje 1.a.ed. MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones Lima, Perú, Lima Perú, 2012. 166 pp.

MORENO Flores, Marco. Laboratorio de mecánica de suelos, Informe de Granulometría por tamizado granulometría [en línea]. Perú: universidad nacional Federico Villareal, 2009 [fecha de consulta: 16 de octubre 2017]. Capítulo 1. Procedimientos. Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/21986312/>

ALVARES Mendoza, Miguel A. Diseño estructural de pavimentos rígidos [en línea]. Perú: universidad nacional Federico Villareal, 2012 [fecha de consulta: 14 de octubre 2017]. Capítulo 4. Pavimentos rígidos.

Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/21986312/file:///C:/Users/BOTELLO/Downloads/S ECCI%C3%93N%20DE%20PAVIMENTOS%20RIGIDOS.pdf>

PEREZ Carmona, Rafael. Diseño y construcción de alcantarillados pluvial y drenaje en carreteras [en línea]. Colombia: biblioteca nacional de Colombia, 2013 [fecha de consulta:

29 de noviembre 2017]. Capítulo 4. Alcantarillado aguas de lluvias.

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=Gtw3DgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=sistema+de+drenaje+pluvial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiTqvzPwOTXAhWBY98KHxfQBqMQ6AEIJDA#v=onepage&q&f=false>

Directiva N° 002-2006-MTC/15 Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares.

Aashto guide for desing of pavement structures

Manual de carreteras MTC sección suelos y pavimentos

Manual de carreteras diseño geométrico DG – 2018

VIII. ANEXO: Planos

