



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA

VICE-RECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS  
SAN CARLOS - ESTADO COJEDES

DISEÑO DE PAVIMENTO EN LAS VÍAS DEL SECTOR SAN JOSÉ OBRERO I  
EN PUEBLO NUEVO MUNICIPIO TINACO, ESTADO COJEDES

AUTOR:

LUIS MUJICA

CI: 26.145.251

TUTOR:

NAILÉ C. POLEO G.

CI: 20.485.109

SAN CARLOS, FEBRERO DE 2025



Semestre Académico 2024-II: RG

### ACTA DE PRESENTACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Hoy 21 de febrero de dos mil veinticinco, siendo las 08:20am, reunidos en el Salón de Conferencias del Programa Ciencias Básicas y Aplicadas de la UNELLEZ – VIPI, los Profesores Naile Poleo C.I: 20.485.109; Fabiola González C.I: 18.502.420 y Luis Rumbo C.I:10.323.199; Tutor y Jurados designados por la Comisión Asesora del Programa Ciencias Básicas y Aplicadas, en Resolución CAPCBA No 2024/175, Acta N° 497 Extraordinaria, Punto N° 13 de Fecha: 10/12/2024; para evaluar la presentación oral y pública de la versión final del Trabajo de Grado titulado: **DISEÑO DE PAVIMENTO EN LAS VÍAS DEL SECTOR SAN JOSÉ OBRERO I, PUEBLO NUEVO, MUNICIPIO TINACO ESTADO COJEDES**, como requisito final para optar al Título de **Ingeniero Civil** realizado por el bachiller **Luis Mujica C.I: 26.145.251**.

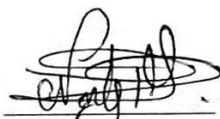
La tutora en su condición de coordinadora del jurado examinador, inició el acto de presentación del Trabajo de Grado y seguidamente el bachiller realizó la exposición del mismo durante 20 minutos, puntualizando: el problema, los objetivos, el marco teórico, los antecedentes, discusión de los resultados, las conclusiones y recomendaciones; respondiendo satisfactoriamente las observaciones y/o preguntas formuladas. Finalmente, el jurado deliberó para totalizar la calificación de la presentación, obteniéndose el siguiente resultado:

Autor / Cédula de Identidad	Nota 1-100%	Nota Final 1-5
Luis Mujica C.I: 26.145.251	100	5,00

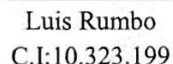
Por el Jurado:

  
Fabiola González  
C.I: 18.502.420

**Jurado Principal**

  
Naile Poleo  
C.I: 20.485.109

**Tutor (Coordinador)**

  
Luis Rumbo  
C.I:10.323.199

**Jurado Principal**

  
José Aparicio  
C.I: 19.542.503

**Jurado Suplente**





UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA

VICE-RECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS  
SAN CARLOS - ESTADO COJEDES

DISEÑO DE PAVIMENTO EN LAS VÍAS DEL SECTOR SAN JOSÉ OBRERO I  
EN PUEBLO NUEVO MUNICIPIO TINACO, ESTADO COJEDES.

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el título de  
Ingeniero Civil.

AUTOR:

LUIS MUJICA

CI: 26.145.251

TUTOR:

NAILÉ C. POLEO G.

CI: 20.485.109



UNIVERSIDAD NACIONAL  
EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES

“EZEQUIEL ZAMORA”

LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO DE  
INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS  
INDUSTRIALES

PROGRAMA CIENCIAS BASICAS Y  
APLICADAS

San Carlos, 25 de Octubre de 2024

Ciudadanos: Miembros de la Comisión Asesora del PCBA UNELLEZ VIPI.

Su despacho.

### **ACEPTACIÓN DEL TUTOR(A)**

Ante todo un cordial saludo, quien suscribe, Naile Poleo, cumpliendo con el procedimiento administrativo exigido; hago de su conocimiento la Aceptación Tutorial del trabajo de grado a ser realizado por el participante: Luis Mujica, portador de la cédula de identidad Nro. 26145251, cursante de la carrera Ingeniería Civil y que se titula: **DISEÑO DE PAVIMENTO EN LAS VÍAS DEL SECTOR SAN JOSÉ OBRERO I EN PUEBLO NUEVO MUNICIPIO TINACO, ESTADO COJEDES**

Por lo cual me comprometo en asesorar y guiar durante la ejecución de la presente investigación hasta su culminación.

Sin más a que referirme y seguro de la objetiva diligencia, me suscribo.

Firma del Tutor(a)

**Prof. (a). Naile Poleo**

C.I: V.- 20.485.109

TUTORA

## **DEDICATORIA**

Primeramente a mis padres que cada día me animan a seguir adelante a pesar de las adversidades que se nos presentan, a ellos le debo mis logros, Gracias por todo el apoyo que siempre me has brindado y especialmente por confiar en mí.....

**Luis J. Mujica S.**

# ÍNDICE

	pág.
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	15
CAPÍTULO I	
I.1 El problema.....	20
I.1.1 Planteamiento del problema.....	20
I.2 Justificación.....	23
I.3 Formulación de los objetivos.....	24
I.3.1 Objetivo general.....	24
I.3.2 Objetivos específicos.....	24
I.4 Alcances y limitaciones.....	24
I.4.1 Alcances.....	24
I.4.2 Limitaciones.....	25
I.5 INSTITUCIÓN, INVESTIGADORES, ASESORES METODOLÓGICOS Y TUTOR ACADÉMICO.	
I.5.1 Institución.....	25
I.5.2 Investigador.....	25
I.5.3 Tutor metodológico.....	25
I.5.4 Tutor Académico.....	25

I.6 Cronograma de actividades.....	25
I.7 Delimitación Geográfica del sector San José Obrero.....	27
CAPITULO II	
II.1 Marco teórico.....	28
II.1.1 Antecedentes de la investigación.....	28
II.2 Bases teóricas.....	30
II.2.1 Erosión. ....	30
II.2.2 Caracterización del Tránsito.....	30
II.2.3 Pavimento ....	31
II.2.4 Pavimentos rígido.....	32
II.2.5 Características que debe tener un Pavimento.....	33
II.2.6 Límites de consistencia de Atterbert.....	33
II.2.6.1 Límite líquido.....	34
II.2.6.2 Límite plástico.....	34
II.2.6.3 Límite de retracción o contracción.....	34
II.2.7 Qué es el diseño AASHTO ....	35
II.2.7.1 Sistema de Clasificación de la AASHTO.....	35
II.2.8 Sistema de Clasificación de suelo ....	38
II.2.9 Sistema de Clasificación Unificado (SCU).....	40
II.2.10 Análisis Granulométrico.....	42

II.3 BASES LEGALES.....	43
II.3.1 Normas para El Proyecto de Carreteras - MTC 1997.....	43
II.3.2 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860.....	43
II.3.3 Decreto con Fuerza de Ley de Tránsito y Transporte Terrestre. Gaceta Oficial N° 37.332 del 26 de Noviembre de 2001.....	43
II.3.4 Regulaciones Técnicas de Urbanizaciones y Construcción de Viviendas Aplicables a Desarrollos de Urbanismos Progresivos. Gaceta Oficial N° 4.085.....	44
II.3.5 Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial N° 3.238 Extraordinario. Agosto de 1983. Caracas Venezuela.....	45
CAPITULO III	
III.1 Marco metodológico.....	46
III.2 Tipo de investigación.....	46
III.3 Diseño de investigación.....	47
III.4 Población y Muestra.....	47
III.4.1 Población.....	47
III.4.2 Muestra.....	48
III.5 Procedimientos de la Investigación.....	48
III.5.1 Fase I: Diagnóstico y Recolección de Datos la situación física que presentan el espacio destinado a la vialidad del sector San José Obrero .....	48
III.5.2 Fase II: Caracterización los materiales para la infraestructura de la vialidad.	



.....	49
III.5.2.1 Análisis granulométrico por tamizado.....	49
III.5.2.2 Determinación de los límites de consistencia.....	50
III.5.2.3 Instrumentos y procedimientos para la compactación del suelo.....	52
III.5.3 Fase III: Caracterización del tránsito en el sector San José Obrero 1.....	54
III.5.4 Fase IV: Diseño de la infraestructura del pavimento rígido.....	55
CAPÍTULO IV	
IV.1 Análisis e interpretación de los resultados (diagnostico).....	57
IV.1.1 Diagnóstico y Recolección de Datos.....	57
IV.1.2 Espacio Físico.....	58
IV.2 Caracterización los materiales para la infraestructura de la vialidad.....	60
IV.2.1 Muestras de suelo.....	60
IV.2.2 Análisis Granulométrico de las Muestras.....	61
IV.2.3 Límites de Consistencia de las Muestras.....	63
IV.2.4 Clasificación de suelo por el Método AASHTO.....	66
IV.2.5 Clasificación de suelo por el Método SCU.....	66
IV.2.6 CBR de la Muestra.....	67
IV.2.7 Ensayo de Compactación del suelo en estudios.....	68
IV.2.8 Combinación de la Muestra con Granzón (Grava).....	71

IV.3 Caracterización del tránsito en la vialidad del sector San José Obrero 1....	73
IV.3.1 Promedio diario de tránsito (PDT o PDTA).....	73
IV.3.2 Determinación de los ejes Equivalentes para el Eje patrón.....	75
IV.3.3 Ejes equivalentes de Vehículos Totales.....	75
IV.3.4 Ejes Equivalentes para el periodo de Diseño.....	77
IV.4 Diseñar la infraestructura del pavimento rígido.....	77
IV.4.1 Determinación de coeficiente estructural.....	77
IV.4.2 Determinar el Mr de la Sub-Rasante.....	79
IV.4.3 Determinar el Mr de la Sub-Base.....	80
IV.4.4 Determinar el Modulo K de la Sub-Rasante y Sub-Base.....	81
IV.4.5 Corrección del K de la Sub-Rasante para obtener K Efectivo.....	82
IV.4.6 Perdida de Soporte.....	82
IV.4.7 Módulo de Ruptura de Flexión del Concreto.....	84
IV.4.8 Modulo elástico del Concreto.....	84
IV.4.9 Coeficiente de Drenaje.....	84
IV.4.10 Coeficiente de Transferencia Lateral de Carga.....	85
IV.4.11 Espesor de la Losa con Abaco y Ecuación para LS=1,0.....	85
IV.4.12 Espesor de la Losa con Abaco y Ecuación para LS=2,0.....	88
CAPÍTULO V	
V.1 Conclusiones y Recomendaciones.....	92

V.1.1 Conclusiones.....	92
V.1.2 Recomendaciones.....	93
Bibliografía.....	94
Anexos.....	96

## LISTAS DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>pág.</b>
1.- Cronograma de Actividades.....	26
2.- Suelos granulares gruesos, según AASHTO.....	36
3.- Suelos finos, según AASHTO.....	37
4.- Regiones y ubicación de los suelos finos.....	39
5.- Suelos de grano grueso (Gravas) según SUC.....	40
6.- Suelos de grano grueso (Arenas) según SCU.....	41
7.-Suelos de grano fino según SCU.....	42
8.- Variante de compactación.....	53
9.- Características del espacio físico.....	60
10.- Resultados de la Muestra 1.....	61
11.- Resultados de la Muestra 2.....	62
12.- Ensayo del límite líquido Muestra 1.....	63
13.- Limite Liquido Muestra 1.....	64
14.- Ensayo del límite líquido Muestra 2.....	64
15.- Limite Liquido Muestra 2.....	65
16.- Cantidad de agua por % de humedad de la muestra.....	70
17.- Ensayo Proctor T-99.....	70
18.- Porcentaje en peso, de material que pasa los tamices granzón natural.....	71
19.- Granulometría del Material Combinado.....	72

20.- Tráfico en hora pico.....	74
21.- Estimaciones del PDT en función del conteo horario.....	74
22.- Ejes equivalentes para vehículo tipo sedán con un espesor de 6 pulgadas.....	75
23.- Ejes equivalentes para vehículo tipo Camión con un espesor de 6 pulgadas...	75
24.- Niveles de confiabilidad según la clasificación funcional de la vía.....	78
25.- Valores Recomendados del coeficiente de Drenaje (Cd). ....	84
26.- Recomendaciones de la Portland Cement Association (PCA).....	85
27.- Datos de Diseño.....	85
28.- Datos de Diseño.....	88

## LISTAS DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>pág.</b>
1.- Sector San José Obrero 1 .....	27
2.- Clasificación de Suelo AASTHO.....	38
3.- Carta de Plasticidad, Arthur Casagrande.....	39
4.- Calle Principal del Sector San José Obrero 1.....	57
5.-Brocal en Socavación.....	58
6.-Acera en Socavación.....	58
7.-Intersección, Calle Principal.....	58
8.-Transversal, Calle Principal.....	59
9.-Tubería de aguas Blancas.....	59
10.-Tubería de aguas Blancas.....	59
11.- Calicata, Muestra de suelo.....	60
12.- Análisis Granulométrico Muestra 1 .....	61
13.- Análisis Granulométrico Muestra 2.....	63
14.- Relación aproximada de clasificación SCU y AASHTO con el valor de C.B.R.....	68
15.- Relación aproximada de clasificación SCU y AASHTO con el valor de C.B.R.....	73
16.- Factores de equivalencia de carga por eje para pavimentos rígido, eje simple y servicapacidad (Pt) 2,5.....	75
17.- Valor $Z_r$ Para la confiabilidad (R).....	78

18.- Variación del coeficiente de la capa granular sub-rasante.....	79
19.- Variación del coeficiente de la capa granular sub-base.....	80
20.- Cuadro para estimar el Modulo Compuesto de reacción de la sub-rasantes y sub-base.....	81
21.- Cuadro para Modificar el Modulo de reacción de la sub-rasante.....	82
22.- Corrección del Módulo efectivo de reacción de la sub-rasante LS=2,0.....	82
23.- Corrección del Módulo efectivo de reacción de la sub-rasante LS=1,0.....	83
24.- Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 1,0 - Parte 1.....	86
25.- Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 1,0 - Parte 2.....	87
26.- Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 2,0 - Parte 1.....	89
27.- Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 2,0 - Parte 2.....	90



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA

VICE-RECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

SAN CARLOS - ESTADO COJEDES

DISEÑO DE PAVIMENTO EN LAS VÍAS DEL SECTOR SAN JOSÉ OBRERO I  
EN PUEBLO NUEVO MUNICIPIO TINACO, ESTADO COJEDES

**AUTOR:** Luis J. Mujica S.

**TUTOR:** Nailé C. Poleo G.

**Año:** 2024

## **RESUMEN**

El presente trabajo se enfoca principalmente en el sector San José Obrero I, ubicado en Pueblo Nuevo, Tinaco, estado Cojedes, el cual tiene como propósito diseñar un pavimento sobre las calles de dicho sector. Este estudio es una investigación donde se procederá a recolectar información relevante de campo como elementos existentes en las calles, como también muestras de suelo con el fin de cuantificar los datos para determinar fiabilidad del proyecto, esto será evaluado bajo técnicas de observación directa, como así mismo tomando en consideración el diagnostico e interpretación de los resultados de los datos obtenidos en laboratorio, para determinar los parámetros de diseño del pavimento y cumpla las normativa requerida, donde luego será implementado en las fases descritas en la presente trabajo de investigación, la cual tiene como fin determinar el espesor de la sub-



base, el espesor de la base, el espesor de capa asfáltica y capa de rodamiento.

**Palabras clave:** diseñar, pavimento, espesor, asfalto.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA

VICE-RECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

SAN CARLOS - ESTADO COJEDES

PAVEMENT DESIGN ON THE ROADS OF THE SAN JOSÉ OBRERO I SECTOR  
IN PUEBLO NUEVO MUNICIPALITY TINACO, COJEDES STATE.

**AUTOR:** Luis J. Mujica S.

**TUTOR:** Nailé C. Poleo G.

**Año:** 2024

## **ABSTRACT**

This work focuses mainly on the San José Obrero I sector, located in Pueblo Nuevo, Tinaco, Cojedes state, which aims to design a pavement on the streets of said sector. This study is an investigation where relevant field information will be collected such as existing elements in the streets, as well as soil samples in order to quantify the data to determine reliability of the project, this will be evaluated under direct observation techniques, as well as same taking into consideration the diagnosis and interpretation of the results of the data obtained in the laboratory, to determine the design parameters of the pavement and comply with the required regulations, where it will then be implemented in the phases described in this research work, which has In order to determine the thickness of the sub-base, the thickness of the base, the thickness of the asphalt layer and the bearing layer.

**Keywords:** design, pavement, thickness, asphalt.

## INTRODUCCIÓN

La vialidad juega un papel crucial en el desarrollo y funcionamiento eficiente de las zonas urbanas. Es el sistema circulatorio de cualquier ciudad que facilita el movimiento de personas y de vehículos, a la vez impulsa el crecimiento económico y mejora la calidad de vida de los residentes. Sin embargo, con el rápido crecimiento urbano, la gestión de la vialidad se ha convertido en un desafío significativo. Por otro lado (Gallardo, 2022) señala en su trabajo de grado titulado Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del casco urbano del distrito Bellavista, Jaén que la planificación y el diseño adecuados de la infraestructura vial son esenciales para garantizar un tráfico fluido, reducir los tiempos de viaje, minimizar los accidentes y mejorar la sostenibilidad ambiental. En este trabajo busca explorar la importancia de la vialidad en las zonas urbanas y discutir cómo un diseño de pavimento puede contribuir al desarrollo del Sector San José Obrero.

Donde dicho sector está ubicado en Tinaco Estado Cojedes tiene una superficie de 67293,701 m<sup>2</sup> y tiene una población de 1.770 habitantes aproximadamente con una temperatura promedio al año que ronda entre los 28 °C y 32 °C y ubicada en la coordenada 9°42'34.6"N 68°26'41.7"W. El capítulo 1 del presente proyecto tiene como fin plantear las problemáticas que presenta el sector San José Obrero, ya que a causa de la precipitación de las lluvias ha provocado la erosión del suelo sobre los elementos existentes en las vías y generando inaccesibilidad por las malas condiciones de las vial. Por otro lado en el capítulo 2 se hace mención de todas las bases legales que son aplicables al presente proyecto como los es la Normas para El Proyecto de Carreteras - MTC 1997, las Regulaciones Técnicas de Urbanizaciones y Construcción de Viviendas Aplicables a Desarrollos de Urbanismos Progresivos Gaceta Oficial N° 4.085, entre otros.

También se habla sobre los métodos de clasificación AASHTO, SCU y bases teóricas necesarias para comprender de los aspectos básicos del tema. El capítulo 3 se

define los parámetros de diseños de la investigación y se señala cuáles son los procedimientos a seguir para elaborar el diseño de pavimento. Mientras que en el capítulo 4 cuatro se desarrollan todos los cálculos necesarios con los datos obtenidos en campo con granulometría del suelo límite de consistencia, como CBR entre otros. Todo esto con el fin de contribuir con el desarrollo de la comunidad ya que es una necesidad social la ejecución del proyecto de pavimentación a través de este diseño en donde se obtiene los beneficios como el libre tránsito de los vehículos generando mayor bienestar en sus habitantes como también en desagüe del agua provenientes de las lluvias eliminando el problema de la erosión del suelo.

## **CAPITULO I**

### **I.1 EL PROBLEMA.**

#### **I.1.1 Planteamiento del Problema.**

Actualmente en el sector se cuenta con vías de tierra con algunos tramos con elementos estructurales (aceras). La importancia de pavimentar reduce los tiempos de traslado, ya que tanto peatones como vehículos se pueden desplazar de forma sencilla y rápida a otras zonas cercanas. Sumado a esto (Vise Posible es Trascender, 2021) “señala que el contar con más áreas pavimentadas también beneficia a las zonas urbanas cercanas. Ya que así se pueden evitar cuellos de botella y el tráfico en determinados puntos”

Ahora Bien según (ONU Hábitat, 2020) “La pavimentación en zonas urbanas a nivel mundial ha experimentado cambios significativos y ha tenido un impacto considerable en varios aspectos de la vida urbana. En primer lugar, la pavimentación mejora la accesibilidad y la movilidad en las ciudades, facilitando el tránsito de vehículos y personas, lo que puede mejorar el acceso a servicios esenciales”.

Por otro lado la página web (DatosMundial 2022) establece según datos estadísticos que “La red vial en Venezuela está formada por más de 96.189 kilómetros de carreteras y nueve autopistas que junto con los sistemas de transporte público articulan la movilidad en todo el país, (Herrera 2020), especialista en Diseño de Carreteras, docente universitaria, y presidente de la Sociedad Venezolana de Ingeniería de Transporte y Vialidad, afirma que “con la infraestructura vial que tenemos podemos llegar a 2030 o a 2050. La trama ha sido tan noble que aún después de 50 años sigue siendo apropiada y en buena medida, permite accesibilidad y

movilidad. Se debe mejorar y optimizar su uso haciendo buena gestión de tránsito y destaca la importancia de la inversión para completar obras en proyectos realizados”.

Entre estas la Autopista Santa Lucia, el túnel Boyacá de la Cota Mil que conecta con el Viaducto No.1 de la Autopista Caracas-La Guaira. Conseguir los recursos es una constante en infraestructura vial. Una de las opciones para conseguirlos mediante asignaciones públicas y privadas, son los peajes para construcción de nuevas vías. La (Cámara Venezolana de la Construcción 2022) destaca a través de un plan de mantenimiento “la necesidad de preservar la vialidad rural que es una de las más castigadas por las lluvias y el abandono estatal. Para la transitabilidad durante todo el año, es necesario construir bateas para drenar las aguas y aplicar técnicas de estabilización de suelos, sugiere el estudio y precisa un programa de inversión de cinco años.

Pero cualquier recuperación solo tiene sentido si se enlaza con el resto de los sistemas de transporte público y ferroviario, cuyas obras no se concluyeron y exigen mejor gestión. Señala la especialista (Herrera 2020) que “Se ha invertido una cantidad ingente de recursos en proyectos, entregados la mayoría sin licitación a través de convenios internacionales, y no hay contraloría que nos pueda decir por qué después de tanto dinero invertido los proyectos no se llegaron a concretar”, y concluye “Con gobernabilidad e institucionalidad se debe gestionar desde alcaldías y gobernaciones, y dejar el centralismo e ir más a un trabajo mancomunado con el resto de las instancias de gobierno que nos permita ser más eficientes en movilidad”

Por otro lado (Sequera 2024) señala que “En la región sea activado un plan de asfaltado tiene un primer avance la troncal 13 del 80% esto está siendo ejecutado en todo el país por el Ministerio de Transporte “en el tramo de Cojedes son 65 kilómetros, desde Tinaco hasta Puente Chirgua. Es una carretera muy importante para Venezuela porque une a Guayana, oriente y Guárico con el centro occidente del país en Tinaco”

Ahora el problema que presenta muchos de los sectores y urbanismos sociales en el país, es la falta de respuestas rápidas, eficiente y factibles a la soluciones de dichos problemas que afectan día a día a los habitantes. Por otro lado (Yusti 2024) habitante del sector asegura que en el caso del sector San José Obrero tiene más de 18 años con el deterioro de las vías causadas principalmente por la precipitación de agua producto de las lluvia.

Anteriormente la alcaldía de municipio Tinaco prestaba al servicio de la comunidad una maquina niveladora, para la remoción de la capa vegetal y la nivelación del terreno. Ya que a causa de la precipitación de las lluvias ocurre el proceso de erosión del suelo, la consiste en el desplazamiento de la tierra con el agua deja en el terreno cierto grado de desnivelación y esto a través de los años la situación del terreno se agravaba.

Aproximadamente en el año 2014 se tenía previsto un proyecto en la cual consiste en la instalación del servicio de aguas residuales y la construcción del pavimento rígido la cual fue aprobada por el gobierno bolivariano de Venezuela en el año 2016. Durante la ejecución de la obra hubieron muchas irregularidades, una de ella fue no realizar el diseño de red de aguas residuales previamente establecidas y no rellenar o en tal caso nivelar el terreno para la ejecutar la construcción del pavimento la cual no fue ejecutada en su totalidad dejando solo las aceras, dejando de un lado las normas permitidas por el gobierno venezolano comúnmente llamadas las Normas COVENIN.

Actualmente el sector presenta el problema de socavación de las aceras y la erosión del terreno ya que no fue pavimentada, llegando al punto que las tuberías de agua blancas queden expuesta en la superficie el terreno, ocasionando que posiblemente la ruptura de la tubería a causa de los vehículos pesados que transitan por la vía.

Debido a la problemática planteada, surgen las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las condiciones físicas que presenta el espacio destinado a la vialidad del sector San José Obrero 1, municipio Tinaco, estado Cojedes?

¿Cuáles son las características de los materiales que se van a utilizar para la infraestructura de la vialidad del sector San José Obrero 1, municipio Tinaco, estado Cojedes?

¿Cuáles son los tipos de vehículos que circulan regularmente por el sector de San José Obrero 1, municipio Tinaco, estado Cojedes?

¿Qué espesores de capas se deben emplear para cumplir con los criterios de diseño utilizando los métodos AASHTO 1993?

## **I.2 JUSTIFICACIÓN.**

### **Vialidad, hidráulica e hidrología**

Con este diseño se plantea realizar un pavimento acorde las capacidades admisibles del suelo que permita soportar las cargas procedentes de los vehículos que transiten en las vías del sector San José Obrero ubicado en tinaco, estado Cojedes, la cual tiene como finalidad resolver la problemática de dicho sector, al mismo tiempo esto podría mejorar las condiciones de vida de los habitantes ya que es una necesidad social.

Es importante resaltar que realizando dicho diseño se obtiene los beneficios como el libre tránsito de los vehículos, se evita la erosión del suelo, el estancamiento de las aguas producto de las lluvias evitando al mismo tiempo la propagación de enfermedades. Además de contribuir con el desarrollo de la comunidad permitiendo el acceso a vehículos de carga de mercancía a locales cercanos y a zonas residenciales con materiales de construcción u otras necesidades que requiera mejores condiciones de las vías.

Para ello es necesario un financiamiento por parte del Estado venezolano para desarrollar las actividades pertinente al diseño del pavimento, para ello también se



cuenta con las bases legales como lo puede ser el MTC norma para el proyecto de carreteras 1997, el método de clasificación AASTHO y SCU que determina los parámetros para la elaboración del diseño según los datos aportados del estudio del suelo como así mismo los parámetros de construcción de carreteras urbanas. No obstante, podrán utilizarse valores fuera de los rangos establecidos, cuando sea técnicamente factible y redunde en una apreciable economía en el precio de la obra.

### **I.3 FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS.**

#### **I.3.1 Objetivos generales.**

Proponer el diseño de pavimento para las vías del sector San José Obrero I, Pueblo nuevo, Municipio Tinaco, estado Cojedes.

#### **I.3.2 Objetivos específicos.**

- a) Diagnosticar la situación física del espacio destinado a la vialidad del sector San José Obrero 1, Pueblo Nuevo, Municipio Tinaco, estado Cojedes.
- b) Caracterizar los materiales para la infraestructura de la vialidad del sector San José Obrero 1, municipio Tinaco, estado Cojedes utilizando la metodología de la AASHTO y SUC.
- c) Caracterizar el tránsito de la vialidad del sector San José Obrero 1, Pueblo Nuevo, Municipio Tinaco, estado Cojedes.
- d) Diseñar la infraestructura del pavimento rígido utilizando la guía AASHTO.

### **I.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.**

#### **I.4.1 Alcances.**

Este estudio tiene como principal propósito el diseño del pavimento a través del análisis del suelo para determinar la capacidad portante, para ellos utilizara el método de clasificación AASTHO (Clasificación de suelo según su granulometría) y SCU (sistema de Clasificación Unificado) esto garantizará que el pavimento diseñado no se

deforme para las cargas aplicadas por los vehículos. Esto en conjunto con las bases legales como la norma MTC para proyectos de carreteras 1997.

#### **I.4.2 Limitaciones.**

Algunas de las limitantes que presenta esta propuesta de diseño son:

- a) No se cuenta con un estudio previo del suelo. A pesar de los años que ya cuenta el sector consolidado no existe un estudio referente a la composición del suelo por parte de la alcaldía.
- b) Falta de información actualizada relacionado a la topografía del terreno por parte de la alcaldía

### **I.5 INSTITUCIÓN, INVESTIGADORES, ASESORES METODOLÓGICOS Y TUTOR ACADÉMICO**

#### **I.5.1 Institución.**

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas, San Carlos estado Cojedes.

#### **I.5.2 Investigador**

Br. Luis Jesús Mujica Sereno

#### **I.5.3 Tutor metodológico**

Msc. Diego pineda

#### **I.5.4 Tutor académico**

Ing. Nailé Poleo

### **I.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Partiendo del desarrollo y organización de este trabajo, se establece la duración en la elaboración del proyecto, desde la semana de inicio hasta la semana final, este

cronograma nos detalla las Actividades necesarias para completar el proyecto. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Cronograma de Actividades.

Actividades	Semanas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Elaboración de propuesta														
Entrega de la propuesta														
Diagnóstico del área														
Recolección de datos en el campo														
Recolección de muestra de suelo														
Ensayo granulométrico														
Ensayo límites de consistencia														
Ensayo granulométrico (combinado)														
Ensayo límites de consistencia (combinado)														
Ensayo de compactación														
Ensayo de compactación (combinado)														
Entrega de trabajo de grado														

Fuente: Elaboración Propia

## **I.7 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR SAN JOSÉ OBRERO.**

El Sector San José Obrero ubicado en tinaco estado Cojedes Venezuela tiene una superficie de 67293,701 m<sup>2</sup> y tiene una población de 1.770 habitantes aproximadamente con una temperatura promedio al año que ronda entre los 28 °C y 32 °C y ubicada en la coordenada 9°42'34.6"N 68°26'41.7"W. Fuente, Google Maps marzo 2024. (Ver figura 1).

Figura 1. Sector San José Obrero 1.



Fuente: Google Maps marzo 2024

## **CAPITULO II**

### **II.1 Marco Teórico.**

#### **II.1.1 Antecedentes de la Investigación.**

Las diferentes investigaciones relacionadas con el diseño de pavimento se destaca por la importancia que tiene los análisis del suelo para determinar cuál es la influencia del CBR (es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como sub-rasante, sub-base y base en el diseño de pavimentos), además de ello también se emplea el método aashto dichos análisis sirven de base para el presente estudio con el fin de obtener la mayor cantidad de información referente a este tema, y así desarrollar la metodología a seguir en la elaboración de la propuesta factible. En tal sentido, a continuación, se citan algunos trabajos realizados por diferentes investigadores:

El primero de ellos es (Dante 2021) que desarrolló en su trabajo de grado titulado Comparación de resultados del diseño de pavimento flexible entre el método AASHTO 93 y método mecanicista. Utilizando un enfoque cuantitativo y diseño de campo no experimental en donde realiza la comparación de resultados con respecto a las fórmulas de soporte de carga, además menciona que el método AASHTO no considera ciertas variables de la zona como la temperatura, sin embargo tiene un procedimiento gráficos y de ecuaciones que garantizara la durabilidad al determinar las deformaciones verticales y horizontales. En donde el estudio de suelo es importante para verificar la capacidad de carga el terreno donde se va asentar la estructura y cómo transmitirá las cargas, además detalla que también es importante conocer el conteo vehicular para clasificar la carretera y saber el número de ejes

viales, adicionalmente el CBR debe ser lo más óptimo posible, de lo contrario se deben tomar otro tipo de medidas para mejorar el terreno.

Por otro lado (Herrera 2021) Presenta una investigación titulado “Diseño de Pavimento Flexible Utilizando Caucho Reciclado en Avenida Venezuela, Cuadras 26 - 59, Distrito José Leonardo Ortiz - Lambayeque 2021” tiene como finalidad aplicar un diseño experimental en donde toma como muestra de población todas las calles del distrito de José Leonardo Ortiz, cuya muestra se delimita a la Avenida Venezuela con un total de 34 cuadras de estudio, con el fin de diseñar su pavimento flexible empleando como aditivo el caucho reciclado de llantas de neumáticos. Mediante el empleo la norma AASTHO y el uso del método Marshall, con el fin de determinar todos los parámetros necesarios para el diseño del pavimento flexible, asimismo, a partir de ello establecer la proporción idónea de caucho reciclado para incorporar a la mezcla asfáltica y posteriormente analizar sus beneficios en cuanto al tema económico, social, ambiental a través del reciclaje del caucho, para el beneficio de la población y mejora de la vía para alargar su vida útil minimizando costos a largo plazo de mantenimientos o reparaciones.

De acuerdo con el trabajo de grado de (Salas 2019) el cual tiene como título “Rediseño de la vialidad que comunica los sectores El Renacer y Ezequiel Zamora, San Carlos estado Cojedes” El cual tiene como objetivo plantear el rediseño de una vialidad que comunique los Sectores del Renacer y Ezequiel Zamora en San Carlos estado Cojedes, a través de la recolección de información técnica y documental sobre la vía “Paula Correa” para luego realizar un diagnóstico sobre la situación actual de la vía que comunica dichos sectores, además de ello analiza las condiciones geométricas de la vialidad a partir de las características físicas y topográficas que se presentan en el terreno y con estos datos lograr elaborar un plan de intervención vial para la modificación de la vía.

## **II.2 BASES TEÓRICAS.**

### **II.2.1 Erosión.**

Navarro (2023) Menciona que la erosión es un proceso natural que desgasta y degrada la superficie terrestre. Donde este fenómeno ocurre cuando las fuerzas naturales como el agua, el viento y el hielo desplazan o desgastan las rocas y el suelo de un lugar a otro. Según Navarro (Citado) destaca que la erosión puede tener un impacto significativo en la ingeniería civil, afectando tanto a las estructuras existentes como a las nuevas construcciones., además erosión puede ser especialmente problemática en las fundaciones y terraplenes de diversas estructuras de ingeniería. Puede alterar la disposición de las partículas de suelo, lo que puede afectar la transferencia de esfuerzos entre diferentes materiales, como el suelo y la estructura. Esto puede debilitar los cimientos de las estructuras y aumentar el riesgo de fallas estructurales.

Además, la erosión interna de los suelos que forman las estructuras de contención puede ocurrir progresivamente y llevar a costos de mantenimiento costosos o fallas. Más del 35% de las fallas y disfunciones de los diques de terraplén son causadas por la erosión interna. La erosión también puede afectar la textura de los edificios, la contracción al enfriarse y la expansión al calentarse durante el día y la noche pueden debilitar la unión y la adhesión de las partículas de las estructuras. La pérdida de la unión física del material puede resultar en la separación de las partículas de la superficie de la estructura lo puede causar una serie de problemas en el campo de la ingeniería civil, desde la debilitación de los cimientos de las estructuras hasta el aumento del riesgo de fallas estructurales.

### **II.2.2 Caracterización del Tránsito.**

(Sánchez, 2021) La caracterización del tránsito es un aspecto crucial en el campo de la ingeniería civil y el diseño de pavimentos. Este proceso implica la recopilación

y análisis de datos sobre el volumen, la velocidad, la densidad y la composición del tránsito en una determinada área. Un componente clave de la caracterización del tránsito es el Promedio Diario de Tránsito (PDT). Se define como el volumen total de tránsito durante un período determinado de tiempo (generalmente días), mayor que un día y menor o igual que un año, dividido por el número de días comprendido en ese período de tiempo. Es una medida esencial para entender cómo se utiliza la infraestructura de transporte existente y para planificar futuras mejoras o expansiones. Los datos pueden ayudar a los ingenieros a entender los patrones de tránsito, identificar los cuellos de botella y determinar las necesidades de capacidad.

La caracterización del tránsito y el PDT son componentes esenciales de la planificación y el diseño de la infraestructura de transporte. Los datos recopilados a través de este proceso pueden informar las decisiones de planificación y diseño, ayudando a crear una infraestructura de transporte más eficiente y efectivo.

### **II.2.3 Pavimento.**

(Pérez, 2023) El pavimento se refiere a la capa superior que se coloca sobre la base de una carretera, calle u otra superficie con el objetivo de resistir tanto el tráfico vehicular como el flujo peatonal. Al mismo tiempo que garantiza durabilidad y estabilidad. Dicho revestimiento puede construirse con una variedad de materiales, entre los cuales se incluyen el concreto, asfalto, ladrillo, piedra o baldosas.

Cómo está formado un pavimento:

El pavimento se compone a partir de diversas capas, cada una de las cuales desempeña una función específica para garantizar la adecuada preservación del suelo. A continuación, te decimos la finalidad de cada manto para que tengas una comprensión más completa.

- a) **Capa de rodadura o revestimiento asfáltico:** consiste en un material pétreo al que se le añade un producto asfáltico que tiene por objeto servir de



aglutinante. Su función principal es transferir las cargas generadas por el tráfico hacia la capa base, mientras proporciona una superficie óptima para el desplazamiento de vehículos.

- b) Capa base: está compuesta por los mismos materiales que la capa sub-base y se construye debajo de la capa de rodadura con el propósito de brindar resistencia estructural para soportar las cargas transmitidas por los vehículos. A su vez, es esencial que tenga un espesor suficiente para resistir las presiones transmitidas a la sub-base.
- c) Capa sub-base: es una capa intermedia que se coloca entre la base y la subrasante. Su función es proporcionar un soporte adicional para la base y ayudar a distribuir las cargas del tráfico. Dicho manto se elabora con una variedad de materiales, como triturados, arenas y materiales finos.
- d) Capa sub-rasante: constituye la capa más profunda y reposa directamente sobre el suelo natural. Aunque no forma parte intrínseca de la estructura del pavimento, su compactación adecuada es esencial, ya que sirve como base sólida para soportar toda la carga que se situará en ella.

#### **II.2.4 Pavimentos Rígido.**

(Hernández 2023) Un pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub-base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante. Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa en las juntas de las losas.

### **II.2.5 Características que debe tener un Pavimento.**

(Álvarez 2022) Un pavimento debe cumplir con una serie de características fundamentales para garantizar tanto la seguridad como la durabilidad de la superficie. A continuación, te mencionamos algunos de los criterios más importantes a tomar en cuenta:

- a) Debe resistir condiciones climáticas adversas, incluyendo cambios extremos de temperatura, para evitar deterioro prematuro.
- b) Tiene que ser capaz de soportar pesos y cargas elevadas, garantizando la integridad estructural, incluso en situaciones de tráfico intenso.
- c) En determinadas circunstancias, necesita resistir agresiones químicas y golpes para mantener su durabilidad y funcionalidad.
- d) Requiere mostrar una textura superficial que se adecúe a la velocidad prevista de circulación de los vehículos, lo cual resulta fundamental para la seguridad vial.
- e) Debe ser resistente al desgaste generado por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos para asegurar una vida útil prolongada.
- f) Necesita ser duradero y económicamente viable para reducir al mínimo la necesidad de reparaciones frecuentes y con ello, los costos por mantenimiento.
- g) Debe moderar adecuadamente el ruido de rodadura, tanto en el interior de los vehículos como en el entorno, con el fin de mitigar impactos en la experiencia del usuario y reducir la contaminación acústica.
- h) Requiere contar con un color apropiado que prevenga reflejos y deslumbramientos, contribuyendo de este modo a la seguridad del tránsito.

### **II.2.6 Límites de consistencia de Atterbert.**

(Badillo 2016) Se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo. Los límites de se basa en que solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Esto en relación

con su comportamiento mecánico e hidráulico. Esto depende del contenido de agua y del tipo de proporción de arcilla que contengan, una arcilla muy seca tiene la consistencia de un sólido, mientras que si su plasticidad es nula se relaciona con un gran contenido de agua lo que progresivamente pasa de los estados semisólido, plástico y, finalmente, líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

**II.2.6.1 Límite líquido:** (Briceño 2019, Pag 97) El procedimiento utilizado por Atterberg para su determinación era ambiguo, con muchos detalles no especificados. No existiendo un procedimiento estándar propiamente dicho para su determinación, correspondió a Arthur Casagrande elaborar un método de prueba que no fuese tan dependiente del operador, surge así la denominada Copa de Casagrande. Está constituida por una copa de bronce o latón, con su tacón adosado. El tacón y la copa giran en torno a un eje fijo unido a la base. Un tornillo excéntrico hace que la copa caiga periódicamente, golpeándose contra la base del dispositivo que es de hule duro o micarta. La altura de caída libre de la copa se especifica en 1cm.

**II.2.6.2 Límite plástico:** (Briceño 2019, Pag 96) Es el rango del contenido de humedad para el cual el material se comporta plásticamente, esto se puede moldear sin que se agriete ni se desmorone, numéricamente el índice plástico es igual a:

$$Ip = LL - LP$$

**II.2.6.3 Límite de retracción o contracción:** (Briceño 2019, Pag 96) Es el rango del contenido de humedad para el cual el material está sufriendo contracciones y pierde su plasticidad; numéricamente el índice de contracción es igual a:

$$IC = LP - LC$$

### **II.2.7 Diseño AASHTO.**

(Mendieta 2024) AASHO fue un experimento realizado por la American Association of State Highway and Transportation Officials para determinar como el tráfico contribuye al deterioro del pavimento de las carreteras. Esto estudia el rendimiento de las estructuras pavimentadas de espesor conocido bajo cargas móviles de magnitudes y frecuencias conocidas. Este estudio, llevado a cabo desde los años 1950 en Ottawa Illinois, es frecuentemente la primera fuente de información de datos experimentales relativos al daño que producen los vehículos en las carreteras, para el propósito de diseñar la carretera, evaluar el coste y la rentabilidad de una vía.

El experimento se realizó considerando una vía de seis carriles, con 3 en diferente sentido en la Interestatal 80. Cada carril fue sometido a un tipo de carga específica de vehículo y peso. La variación de la estructura del pavimento y su interacción del tráfico fueron estudiadas para cada carril. Se planearon experimentos satélites en otros lugares de Estados Unidos para comprobar cómo afectaría el clima o la inclinación de la rasante a los resultados, pero finalmente no se llevaron a cabo. Los experimentos de carretera de la AASHTO introdujeron algunos conceptos novedosos en la ingeniería de pavimentos, incluyendo el factor equivalente de carga.

#### **II.2.7.1 Sistema de Clasificación de la AASHTO**

( Briseño 2019, pag 115) Se clasifican en grupo y subgrupo, basándose en la composición granulométrica y en las características de plasticidad. Esta clasificación divide los suelos en dos clases, una tomada por los suelos granulares gruesos y la otra constituida por los suelos de granulometría fina. A continuación, indicamos cada una de estas clases con sus correspondientes grupos y subgrupos.

##### **a) Suelos Granulares Gruesos.**

Son aquellos que tienen 35% o menos del material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 y A-3.

Tabla 2. Suelos granulares gruesos, según AASHTO

<p><b>Grupo A-1</b></p>	<p>Comprende las mezclas bien graduadas, compuestas de fragmentos de piedra, grava, arena y material ligante plástico. Se incluyen también aquellas mezclas bien graduadas que no tienen material ligante.</p> <p><b><u>Subgrupo A-1a:</u></b> Comprende aquellos materiales formados predominantemente por piedra o grava, con o sin material ligante bien graduado.</p> <p><b><u>Subgrupo A-1b:</u></b> Comprende aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa y con o sin material ligante bien graduado.</p>
<p><b>Grupo A-3</b></p>	<p>En este grupo se hallan incluidas las arenas finas de playa y las arenas finas con poca cantidad de limo que no tenga plasticidad. Este grupo incluye, además, las arenas de río que contengan poca grava y arena gruesa.</p>
<p><b>Grupo A-2</b></p>	<p>Incluye una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% de material fino.</p> <p><b><u>Subgrupos A-2-4 y A-2-5:</u></b> Pertenecen a estos subgrupos aquellos materiales cuyo contenido de material fino es igual o menor del 35% y cuya fracción que pasa el tamiz N°40 tiene las mismas características de los suelos A-4 y A-5, respectivamente.</p> <p>Estos grupos incluyen aquellos suelos gravosos y arenosos (arena gruesa), que tengan un contenido de limo o índices de grupo, en exceso a los indicados para el grupo A-1. Asimismo, incluyen aquellas arenas finas con un contenido de limo no plástico en exceso al indicado para el grupo A-3.</p> <p><b><u>Subgrupo A-2-6 y A-2-7:</u></b> Los materiales de estos subgrupos son semejantes a los anteriores, pero la fracción que pasa el tamiz N°40 tiene</p>

las mismas características de los suelos A-6 y A-7, respectivamente.
--

Fuente: ( Briseño 2019, pag 115), Nociones de mecánica de suelos: 2da edición.

**b) Suelos Finos.**

Contienen más del 35% del material fino que pasa el tamiz N°200. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

Tabla 3. Suelos finos, según AASHTO

<b>Grupo A-4</b>	Pertenecen a este grupo los suelos limosos poco o nada plásticos, que tienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz N°200. Además, se incluyen en este grupo las mezclas de limos con grava y arena hasta en un 64%.
<b>Grupo A-5</b>	Los suelos comprendidos en este grupo son semejantes a los del grupo anterior, pero contienen material micáceo o diatomáceo. Son plásticos y tienen un límite líquido elevado.
<b>Grupo A-6</b>	El material típico de este grupo es la arcilla plástica. Por lo menos el 75% de estos suelos deben pasar el tamiz N°200, pero se incluyen también las mezclas arcillo-arenosas, cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Los materiales de este grupo presentan, generalmente, grandes cambios de volumen entre los estados secos y húmedos.
<b>Grupo A-7</b>	Los suelos de este grupo son semejantes a los del grupo A-6, pero son plásticos. Sus límites líquidos son elevados. <u><b>Subgrupo A-7-5:</b></u> Incluyen aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos. <u><b>Subgrupo A-7-6:</b></u> Incluyen aquellos suelos cuyos índices de plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y que además, experimentan cambios de volumen muy grandes entre sus estados “seco” y “húmedo”.

Fuente: (Briseño 2019, pag 115), Nociones de mecánica de suelos: 2da edición.

Figura 2. Clasificación de Suelo AASTHO (Briceño 2019, Pag 117)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA AASHTO											
CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES 35% O MENOS, PASA EL TAMIZ N°200							MATERIAL LIMO ARCILLOSO MAS DEL 35% PASA T200			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
PORCENTAJE PASA EL TAMIZ:											A-7-6
N +10	50máx										
N +40	30máx	50máx	51mín								
N +200	15máx	30máx	10máx	35máx	35máx	35máx	35máx	36mín	36mín	36mín	36mín
CARACTERÍSTICAS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N + 40											
LÍMITE LÍQUIDO				40máx	41mín	40máx	41mín	40máx	41mín	40máx	41mín
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6máx	6máx	NP	10máx	10máx	11mín	11mín	10máx	10máx	11mín	11mín
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0	0	0	4máx	4máx	8máx	12máx	16máx	20máx
TIPO DE MATERIAL	FRAGMENTOS DE PIEDRA GRAVA, ARENA		ARENA FINA	GRAVAS, ARENAS LIMOSAS Y ARCILLOSAS				SUELOS LIMOSOS		SUELOS ARCILLOSOS	
TERRENO DE FUNDACIÓN	EXCELENTE A BUENO					REGULAR		REGULAR A MALA			

Fuente: (Briseño 2019, pag 115), Nociones de mecánica de suelos: 2da edición.

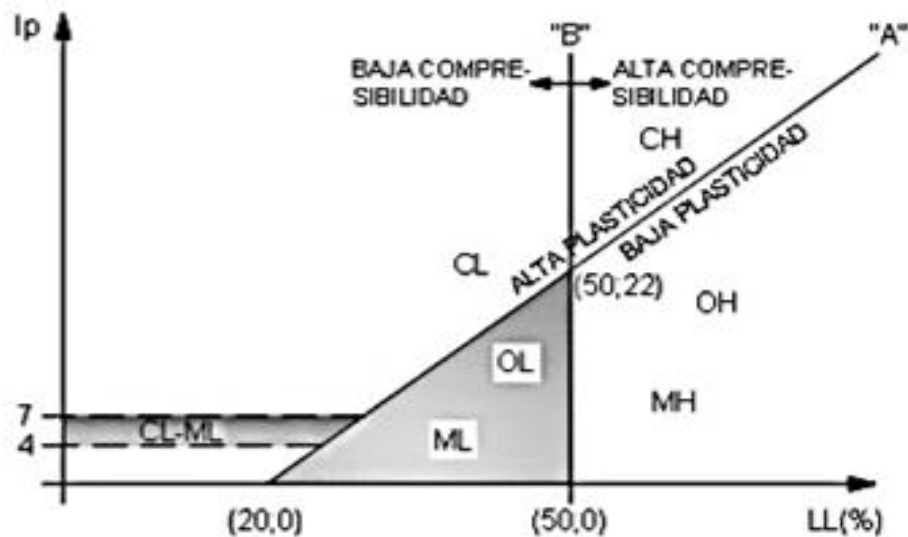
## II.2.8 Sistema de Clasificación de suelo

(Briceño 2019, Pag 113) Un sistema de clasificación debería incluir propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos además del aspecto descriptivo, por ser lo más importante para las aplicaciones ingenieriles. La más importante función de un sistema de clasificación sería proporcionar la máxima información normativa a partir de la cual se pueda profundizar su investigación, casi todos los sistemas reconocen que las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos de partículas menores que el Tamiz 200 pueden deducirse cualitativamente a parte de sus características de plasticidad. En cuanto a los suelos formados por partículas mayores que el Tamiz 200, el criterio básico de clasificación es, aún, el granulométrico. Los suelos se pueden considerar divididos en dos grandes grupos o fracciones:

$$\begin{array}{l}
 3'' > \text{Fracción Gruesa} > \text{Tamiz 200} \left\{ \begin{array}{l} 3'' > G > \text{Tamiz N}^\circ 4 \\ \text{Tamiz N}^\circ 4 > S > \text{Tamiz 200} \end{array} \right.
 \end{array}$$

Con la determinación de esta pareja ordenada se precisa la plasticidad de un suelo cohesivo. Arthur Casagrande, elaboro una gráfica con el LL como abscisa y el  $I_p$  como ordenada, que denomino Carta de plasticidad. (Ver Figura 3)

Figura 3. Carta de Plasticidad, Arthur Casagrande (Briceño 2019, Pag 113)



(Briceño 2019, Pag 114) Los suelos de finos de mayor plasticidad están situados en líneas inclinadas en la parte superior de la gráfica y los de baja plasticidad o con alto contenido de materia orgánica se sitúan en las zonas bajas de la misma. Esto dio origen a que se fijara una línea que sirviera de frontera entre los dos grupos, esta línea empírica pasa por los puntos (20, 0) y (50, 22), se conoce como “Línea A”. La mayoría de los suelos finos no volcánicos tienen  $LL < 100\%$ , esto es utilizado para sub-dividir los materiales finos en dos grupos:

- a) Los de baja a media compresibilidad con  $LL < 50\%$
- b) Los de alta compresibilidad con  $LL > 50\%$

Tabla 4. Regiones y ubicación de los suelos finos.

Las líneas A y B dividen la gráfica en 4 zonas:
---



LL>50 % Sobre la línea de A:	Arcillas inorgánicas (C)
LL>50 % Bajo la línea de A:	Limos inorgánicos (M) y suelos orgánicos (O)
LL<50 % Derecha de la línea de B:	Suelos de alta compresibilidad, se adiciona al símbolo genérico la letra H. (CH, MH, OH).
LL<50 % Izquierda de la línea de B:	Suelos de baja compresibilidad, se adiciona al símbolo genérico la letra L. (CL, ML, OL).

Fuente: (Briseño 2019, pag 114), Nociones de mecánica de suelos: 2da edición.

## II.2.9 Sistema de Clasificación Unificado (SCU)

Tabla 5. Suelos de grano grueso (Gravas) según SCU

Más de la mitad del material queda retenido en el tamiz N° 200			
Más de la mitad de la fracción gruesa queda retenido en el tamiz N°4			
GRAVAS LIMPIAS		GRAVAS CON FINOS	
Sin o con pocos finos- pasa 200<5%		Considerables finos pasa 200>12%	
GW	GP	GM	GC
Gravas bien gradadas, mezclas grava-arena	Gravas mal gradadas, mezclas grava-arena	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla
Cu =d60/d10		Ll vs Ip	
> 4	< 4	Bajo la línea de A	Sobre la línea de A

$1 < C_c = (d_{30})^2 / (d_{60} \cdot d_{10}) < 3$		O $I_p < 4$	O $I_p > 7$
SÍ	NO	Encima de la línea de A con $I_p$ entre 4 y 7 GM-GC	
Pasa 200 entre 5 y 12 requieren doble signo combinado GW con GM o GC; GP con GM o GC			

Fuente: Nociones de mecánica de suelos. (1991)

Tabla 6. Suelos de grano grueso (Arenas) según SCU

Más de la mitad del material queda retenido en el tamiz N° 200			
Más de la mitad de la fracción gruesa pasa el tamiz N°4			
ARENAS LIMPIAS		ARENAS CON FINOS	
Sin o con pocos finos- pasa 200<5%		Considerables finos pasa 200>12%	
SW	SP	SM	SC
Arenas bien gradadas, mezclas arena-grava	Arenas mal gradadas, mezclas arena-grava	Arenas limosas, mezclas arena-limo	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Cu =d60/d10		Ll vs Ip	
> 6	< 6	Bajo la línea de A	Sobre la línea de A
1< Cc = (d30) ^2 / (d60.d10) < 3		O Ip < 4	O Ip >7
SÍ	NO	Encima de la línea de A con Ip entre 4 y 7 GM-GC	
Pasa 200 entre 5 y 12% requieren doble signo combinado SW con SM o GC; GP con SM o SC			

Fuente: Nociones de mecánica de suelos (1991)

Tabla 7. Suelos de grano fino según SCU

Más de la mitad del material pasa el tamiz N° 200					
LIMOS Y ARCILLAS DE BAJA COMPRESIBILIDAD			LIMOS Y ARCILLAS DE ALTA COMPRESIBILIDAD		
Limite liquido menor de 50%			Limite liquido mayor de 50%		
ML	CL	OL	MH	CH	OH
Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos
Suelos altamente orgánicos Pt					
Color característico, sensación esponjosa y frecuentemente elásticos por textura fibrosa					

Fuente: Nociones de mecánica de suelos (1991)

## II.2.10 Análisis granulométrico.

(Casteletti, 1991, pág. 57-58)El análisis tiene como finalidad determinar la distribución estadística de tipo cuantitativo con respecto a los diferentes tamaño de las partícula del suelo, normalmente se utiliza el análisis granulométrico por tamizado que sirve para separar en diferentes fracciones los granos de tamaño superior a

0.075mm (Tamiz 200), de los elementos de arenas, gravas y fragmentos de roca. El análisis granulométrico por sedimentación o densimetría sirve para separar en diferentes fracciones los granos de tamaño inferior a 2mm, de los elementos arena de media fina, limos y arcillas.

## **II.3 BASES LEGALES**

### **II.3.1 Normas para El Proyecto de Carreteras - MTC 1997**

Las Normas MTC 1997 establecen los valores límites que se deben utilizar en los proyectos de carreteras que formen parte de la red nacional de vialidad. Sin embargo, se pueden utilizar valores fuera de los rangos establecidos cuando sea técnicamente factible y redunde en una economía apreciable en el precio de la obra. Para utilizar requisitos y condiciones fuera de los rangos establecidos en las Normas, se requerirá autorización especial por escrito del MTC, previa presentación de los motivos y su justificación, debidamente documentada

### **II.3.2 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860.**

- Artículo 128. El estado debe desarrollar políticas de ordenación del territorio, que satisfaga las necesidades poblacionales que incluya la información, consulta y participación ciudadana.
- Artículo 178. Es competencia del Municipio la administración de sus intereses y la gestión de las materias que concierne a la vida local, en especial la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, en general otorga a sus ciudadanos la autoridad de mejorar sus condiciones de vida.

### **II.3.3 Decreto con Fuerza de Ley de Tránsito y Transporte Terrestre. Gaceta Oficial N° 37.332 del 26 de Noviembre de 2001**

- Artículo 1. Garantiza el derecho al libre tránsito de las personas, también regula el tránsito y sus actividades económicas.

- Artículo 2. Incluye la ejecución de la infraestructura necesaria para operar eficientemente el sistema de transporte.
- Artículo 3. La ejecución y administración de la infraestructura vial, constituye una actividad económica de interés general. El cual es necesario para que las zonas urbanas puedan tener mayor crecimiento económico.
- Artículo 6. Este artículo permite que el sector o urbanismo donde se quiere desarrollar una infraestructura vial puedan optar por tener servicio de transporte público de pasajeros urbano y, suburbano, interurbano. Esto representa una mejoría en la condición de vida.
- Artículo 107. En este artículo se asegura que quien obtenga una concesión para construir o administrar una vía se compromete a mantenerla en óptimas condiciones y a prestar los servicios necesarios para que sea funcional y segura para las personas, en tal sentido se debe garantizar la seguridad de los ciudadanos que circulen en la vía que se pretende construir en el sector.

#### **II.3.4 Regulaciones Técnicas de Urbanizaciones y Construcción de Viviendas Aplicables a Desarrollos de Urbanismos Progresivos. Gaceta Oficial N° 4.085**

- Artículo 14. Este artículo establece la clasificación del sistema vial en parcelamientos es el conjunto de calles y caminos dentro de un nuevo desarrollo urbanístico, la cual debe estar clasificado según una norma técnica específica se toman ciertos criterios para garantizar la circulación y la seguridad.
- Artículo 24. En este artículo la conexión con la red vial urbana debe estar conectada a otro sistema de vía ya existente de la ciudad o área circundante.
- Artículo 29. El presente artículo establece las especificaciones técnicas de la vía como ancho de la calzada, ancho de los carriles, aceras, entre otros elementos como brocales cunetas y la calidad de los materiales.
- Artículo 36. Dicho artículo establece una excepción si las condiciones topográficas no son favorables siempre y cuando se justifique técnicamente.

- Artículo 39. establece los criterios técnicos que se deben considerar al diseñar el sistema de drenajes de un desarrollo urbanístico garantizando así que las vías y el terreno se mantenga en buen estado y evitando problema como inundación en el sector o erosión del terreno.

**II.3.5 Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial N° 3.238 Extraordinario. Agosto de 1983. Caracas Venezuela.**

- Artículo 1. Establecer las disposiciones sobre el proceso de ordenación del territorio y las estrategias de desarrollo económico y social.
- Artículo 2. El presente artículo destaca la importancia de la ordenación del territorio como herramienta fundamental para garantizar un desarrollo sostenible de las actividades económicas y sociales de la población como así mismo el uso de los recursos naturales y de protección del medio ambiente, como objetivos fundamentales el desarrollo integral.
- Artículo 19. En este artículo garantiza que los planes de ordenación urbanística sean completos y abarque todos los aspectos necesarios para un desarrollo urbano sostenible y equilibrado.

## **CAPITULO III**

### **III.1 Marco Metodológico**

Ortega (2021) Es un conjunto de reglas y principios que guían el proceso de investigación. Es como un mapa que ayuda a los investigadores a planificar y llevar a cabo su estudio de manera organizada y sistemática.

Por otra parte el (Etecér, 2020) define que el marco metodológico es un apartado de los proyectos de investigación en el que se detallan los métodos de análisis empleados para abordar el objeto de estudio, como los procedimientos de investigación aplicados y de qué manera fueron escogidos entre los diferentes abordajes metodológicos que existen.

La metodología aplicada juega un papel fundamental en la investigación, ya que dependiendo de cómo se plantee el camino hacia la respuesta de las preguntas del proyecto, pueden variar significativamente los resultados obtenidos. Es por esto que, junto al marco teórico y al marco conceptual, el marco metodológico es una de las partes esenciales de todo proyecto investigativo.

### **III.2 Tipo de Investigación**

Arias (2020) explica que la investigación de campo es una técnica que se usa para recopilar información directamente de los sujetos investigados o, de la realidad donde suceden los hechos (datos primarios), pero sin manipular o cambiar las variables. En otras palabras, el investigador recopila información sin alterar las condiciones que existen.

Por otro lado, los datos primarios que se obtienen por el diseño del campo, son usados principalmente para llegar al objetivo principal y con ello, encontrar una solución a un problema planteado o resolver cualquier duda que provenga de un

determinado tema. En resumen, la investigación se puede realizar a nivel Explorativo, Descriptivo y Explicativo.

En este trabajo de investigación se basa en una investigación de campo no experimental cuyo propósito tiene como objetivo la recolección de datos directos y actualizados de la zona en estudio y de cómo se presentan, sin manipular las variables y características del Sector San José Obrero 01, esta investigación básicamente consiste en analizar la situación física actual en donde se proyecta hacer el diseño del pavimento en el sector, tomando en cuenta la cantidad de beneficiarios para así determinar las necesidades que presentan, mediante observaciones, fotografías del sector y muestras de suelo para determinar sus características, longitud transversal y longitudinal de las vías, datos de tránsito entre otros.

### **III.3 Diseño de Investigación**

Kerlinger (2019) sostiene que generalmente se llama diseño de investigación a él plan y estructura de una investigación concebidas para obtener respuestas a las preguntas de un estudio. En ese sentido, el diseño de investigación señala la forma de conceptualizar un problema de investigación y la manera de colocarlo dentro de una estructura que sea guía para la experimentación en el caso de los diseños experimentales y de recopilación y análisis de datos.

La investigación referida al diseño de pavimento en las vías del sector San José Obrero 1 en pueblo nuevo municipio tinaco, estado Cojedes, basa su diseño de investigación en el tipo no experimental, como lo define (Castillo 2024) “La investigación no experimental se caracteriza por la observación y análisis de fenómenos sin manipular variables, lo que la convierte en un enfoque ideal para estudiar situaciones en su contexto natural”.

### **III.4 Población y Muestra**

#### **III.4.1 Población**



Narváez (2020) define que una población es un conjunto completo de individuos u objetos que comparten características similares. En términos generales la población se puede comprender como una nación o un grupo de personas u objetos con una característica común. Esto incluye a todo el grupo bien definido sobre el que cualquier investigación quiere extraer conclusiones. La población que representa la presente propuesta de diseño de pavimento es pueblo nuevo con una población estimada de 6600 habitantes aproximadamente según datos estadísticos por vivienda.

#### **III.4.2 Muestra**

López (2020) Define que es un subconjunto o parte de una población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros. Por otro lado en términos generales Cochran (2023) define que es un conjunto de individuos o elementos extraídos de una población mayor para ser analizados y de esta forma obtener conclusiones aplicables a toda la población. La selección adecuada de una muestra es fundamental para que los resultados del estudio sean válidos y confiables.

Ojeda (2022) sostiene que es un estudio que no necesita involucrar a toda la población. Con consideraciones académicas y no académicas, la población puede estar representada por algunos de sus miembros denominados muestra. Sin embargo, los resultados de la investigación no perderán peso y precisión porque la muestra tiene el mismo carácter que la población por lo que la información extraída de la muestra es la misma que se aplica a la población. La muestra de la población que representa el sector San José Obrero es de 1770 habitantes aproximadamente según datos estadísticos por vivienda

#### **III.5 Procedimientos de la Investigación**

**III.5.1 Fase I: Diagnóstico y Recolección de Datos la situación física que presentan el espacio destinado a la vialidad del sector San José Obrero.**

(Ávila 2020) En toda investigación es necesario llevar a cabo la recolección de datos, de esta manera este es un paso fundamental para tener éxito en la obtención de resultados. El llevar adecuadamente la recolección de datos y la escogencia del método de recolección de datos es una tarea que todo investigador debe realizar en su investigación.

En tal sentido, se procede con la recolección de datos en el campo siendo este obtenido en las vías del sector, consiste en una inspección mediante la observación, con el fin de conocer la situación actual en el área donde se pretende realizar el diseño de vialidad, dicha observación permite identificar la cantidad de calles donde se quiere diseñar, debido a la falta de información topografía del terreno, se opta por hacer mediciones directamente al área de estudio, teniendo los datos correspondiente al ancho como largo existente, lo cual es muy importante para hacer el diseño geométrico de la vialidad.

En cuanto a los datos relacionados a las calles, se procedió con trabajo práctico utilizando cintra métrica, lápiz y papel son las herramientas para obtener sus dimensiones además de la herramienta Google Earth, necesarios para el desarrollo del plano de planta del área de estudio, los perfiles longitudinales y transversales serán posibles.

### **III.5.2 Fase II: Caracterización los materiales para la infraestructura de la vialidad.**

Consiste en la recolección de muestra del suelo procedente del área donde se desea realizar el diseño del pavimento rígido, todo esto a través de la realización calicatas de 60 cm de largo por 60 cm de ancho y por 60 de profundidad, y obtener sus características a través de un estudio en el laboratorio donde se le realizara un análisis granulométrico el cual consiste en lo siguiente:

#### **III.5.2.1 Análisis granulométrico por tamizado.**

Equipo: Serie de tamices normalizados 3",  $2\frac{1}{2}$ ", 2",  $1\frac{1}{2}$ ", 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°10, N°40, N°60, N°100, N°200; Con su fondo o cacerola y su tapa, balanzas, horno de secado, bandejas metálicas, cuarteador, tamizadora mecánica, cucharones, brochas.

Preparación de la Muestra: Se debe tomar una muestra representativa por medio de cuarteos manuales sucesivos o por medio de un cuarteador. Se recomienda un peso de muestra entre 5 y 6 kilos

Procedimiento: se procede a determinar la granulometría de los agregados gruesos. Si el material contiene elementos gruesos se comienza con la serie de tamices de 3" al N°10, se forma para ello una columna de tamices en orden creciente, se coloca el fondo cacerola y se lleva a la tamizadora. Se vierte la muestra sobre el tamiz superior, se coloca la tapa, y se aseguran los tamices en la tamizadora, y se coloca en movimiento de 5 a 10 minutos; se quita luego la columna de tamizado y se pesa el contenido de cada tamiz: Peso retenido parcial.

El material recogido en el fondo después de pasar por el tamiz N°10 se deposita una proporción de al menos 300g en un vaso precipitado la cual será lavado sobre un tamiz N°200 con el fin de disgregar el material al mismo tiempo que se agrega agua hasta que el vaso precipitado con el material se torne transparente y esté totalmente limpio, luego se procede a pesar una tara donde se depositara el material lavado con la ayuda de una piseta, luego de ello se lleva a secar al horno durante al menos 24 horas para luego ser tamizado por los tamices N°40 al N°200 siguiendo el mismo proceso de tamizado del agregado grueso. Finalmente luego de tamizado el agregado fino se procede a pesar el material retenido en los diferentes tamices con la ayuda de la balanza digital y una tara previamente pesada.

### **III.5.2.2 Determinación de los límites de consistencia**

Límite líquido:

Equipos y Materiales: copa de Casagrande, con base de hule duro de micarta, placa de vidrio, balanza con precisión, espátulas de abanico y de cuchillo, varios (horno de secado, cápsulas, envase plástico para contener la muestra húmeda, piseta con agua destilada).

#### Preparación de la Muestra:

Se toma una porción de suelo que pasa el tamiz N°40 para luego ser depositado en el envase plástico con un poco de agua, luego de que el material absorba el agua se procede a realizar el análisis de la copa de Casagrande en relación a la cantidad de humedad contenida del material que será dividida en 3 partes entre mayor a menor la cantidad de humedad contenida.

#### Prueba de Límite líquido:

Se coloca en la copa entre 50 y 75gr de la muestra preparada. Se enrasa la superficie en lo posible que sea horizontalmente con la espátula de cuchillo, luego se le abre una ranura manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie del fondo de la copa. Se baja cortando el suelo a lo largo del mediano central perpendicular al eje de rotación de la copa. Se inicia el proceso dando vuelta a la manivela con una frecuencia de 2 golpes por segundo, hasta que la ranura se cierre en una longitud de aproximadamente 1cm en sus bordes inferiores. Se anota el número de golpes necesario para el cerrado de la ranura.

Es recomendable volver a mezclar el material de la copa con la espátula de cuchillo. Se repite el proceso hasta lograr determinaciones consistentes, después de la última determinación quite con la espátula de 5 a 10 gramos de la porción cerrada de la ranura y determine su contenido de humedad. Se repiten los pasos anteriores para obtener puntos de la curva de fluidez, con números de golpes no menor de 10 ni mayor de 37, preferiblemente alrededor de 25 golpes en el último caso de. Son suficientes para 3 parejas ordenadas W vs N° de golpes.

La tabla de valores W vs N° de golpes se dibuja en papel semilogarítmico. Los contenidos de humedad en escala aritmética y el número de Golpes en escala logarítmica. Estas parejas ordenadas se pueden ajustar a una línea recta, denominada curva de fluidez. La ordenada que corresponde a 25 golpes, representa el contenido de humedad denominado límite líquido, obtenido con esta técnica de la copa de Casagrande.

El límite líquido, puede ser obtenido:

- a) Aumentando el contenido de humedad
- b) Disminuyendo el contenido de humedad

Preparar 3 muestras con contenidos de agua creciente o decreciente.

Límite plástico

Muestra de suelo: se toma aproximadamente  $1\text{cm}^3$  de la masilla preparada para la prueba de Límite líquido. Se reduce el contenido de humedad extendiendo la masilla sobre la lámina de vidrio y amasando la con la palma de la mano.

Prueba: se trata de conformar cilindros con la palma de la mano sobre una placa de vidrio o superficie lisa. Si estos cilindros llegan a 3mm o menos de diámetro sin romperse, se doblan y presiona formando una pastilla que vuelve a rolarse en la forma indicada. El límite plástico se define con esta técnica como el contenido de humedad de una muestra de suelo que al conformar con ella cilindros, si estos se agrietan o desmoronan cuando llegan a los 3 mm de diámetro se debe determinar inmediato el contenido de humedad del cilindro fragmentado. Este contenido de humedad se denomina Límite Plástico; se repite el proceso con otra fracción de la misma muestra, se debe tomar como límite plástico, el promedio de los resultados de por lo menos 2 determinaciones, descartándose aquellas que varíen más de 0, 5%.

### **III.5.2.3 Instrumentos y procedimientos para la compactación del suelo.**

Ensayo de Compactación, Materiales Granulares Gruesos

Equipo: molde cilíndrico de compactación con su base y collarín de extensión, martillo de compactación, balanza, regla metálica para enrasar, tamices 3/4" y N°4, probeta graduada, horno y recipientes para contenidos de humedad

Procedimiento: Se toma una muestra de suelo seca, representativa, tamizada por: tamiz N°4 de 15 kg, tamiz N° 3/4 de 30 kg según la variante utilizar, se divide en cinco fracciones de aproximadamente 3 kg o 6 kg según el caso, se le agrega agua a cada fracción de manera de obtener una mezcla uniforme y con el propósito de lograr 5 puntos bien distribuidos. Puede usarse una diferencia de más o menos 2% en los contenidos de humedad. Se recomienda dejar las muestras húmedas en bolsas plásticas unas 24 horas con el fin de lograr una mezcla homogénea, se pesa el molde con la placa base, se coloca el collarín de extensión sobre el molde, tomando una de las fracciones se inicia el proceso de compactación según la variante seleccionada (ver tabla 8)

Tabla 8: Variante de compactación.

Ensayo	Variante	Diámetro del molde (pulg/cm)	Tamaño del material, Pasante tamiz	Nº de capas (n)	Nº de golpes /capa (M)	W, martillo (lbs/kg)	Altura de caída hc (pulg/cm)	V, molde (cm3)
Norma								
Proctor Normal ASTM D698 o AASHTO, T-99	A	4/10.2	Nº 4	3	25	5.5/2.5	12/30.5	945
	B	6/15.2			56			2145
	C	4/10.2	3/4 "		25			945
	D	6/15.2			56			2145
Proctor Modificado ASTM	A	4/10.2	Nº 4	5	25	10/4.5	18/45.7	945
	B	6/15.2			56			2145
	C	4/10.2	3/4 "		25			945

D1557 o AASHTO, T180	D	6/15.2			56			2145
Proctor de 15 golpes	E	4/10.2	N° 4	3	15	5.5/2.5	12/30.5	945
	F	6/15.2						

Fuente: Nociones de mecánica de suelos (1991).

La última capa compactada deberá exceder  $\pm 1$  cm de altura del molde, alojándose dentro del collarín de extensión; concluido el proceso de compactación se quita el collarín y se enrasa con la regla metálica. Se determina el peso del molde + base + suelo compactado, por diferencia se obtiene el peso del suelo compactado,  $W_m$ . Se destruye el suelo del molde y se hacen determinaciones del contenido de humedad en la parte superior central y cerca del fondo del cilindro extruido y fragmentado, promediándose luego los valores obtenidos. Se repite el proceso con las fracciones restantes.

Todo esto es necesario para determinar a través de la metodología de clasificación de AASHTO y SCU que tipo de suelo se presenta en el área de estudio y si el suelo es apto para realizar el diseño de pavimento requerido.

### **III.5.3 Fase III: Caracterización del tránsito en el sector San José Obrero 1.**

Este consiste en el conteo de los vehículos que transitan por el área en estudio, tomando en cuenta que el conteo debe realizarse en hora pico, esto quiere decir que el estudio se debe realizar cuando en un horario donde exista la mayor cantidad de vehículos circulando. Se debe analizar en ambos sentidos, el tipo de vehículo y tipo de eje, luego de ello se utilizara la norma COVENIN 614- 1997 donde señala los parámetros para los distintos tipos de eje al mismo tiempo se utilizara la AASHTO guide for Design of pavement structures 1993 para definir los valores de los ejes

equivalente para pavimento rígido. En el mismo se calculara los ejes equivalentes de Vehículos Totales y los ejes Equivalentes para el periodo de Diseño.

#### **III.5.4 Fase IV: Diseño de la infraestructura del pavimento rígido.**

Para determinar el diseño para la infraestructura, se obtendrán diversos valores que serán de utilidad para sustituir en algunas ecuaciones y ábacos proporcionados por la AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, para así determinar los espesores que conforma la vialidad como la subrasante y sub base respectivamente. Para ello es necesario seguir los siguientes aspectos:

- 1- Seleccionar el índice de Capacidad de Servicio Final entre 2, 2.5, o 3.
- 2.- Seleccionar el Espesor de la Losa (in) para Cálculo Inicial del Tráfico.
- 3.- Calcular Número Repeticiones del Eje Equivalente (W18) para el Período de Diseño con Equivalencia por Carga, Aproximación,  $P_t$  (servicapacidad Final), D (Modulo de reacción Compuesto \* 0.1) y tipo de eje, Primera aproximación.
- 4.- Determinar Factor Confiabilidad (R), y ZR. (AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, Cap4, Tabla 4.1)
- 5.- Determinar Desviación Estándar ( $S_o$ ). Para Pavimentos Rígidos es de 0,30 a 0,40. (AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, Part I, Cap 4).
- 6.- Determinar la Pérdida de Capacidad de Servicio,  $(APSI) = P_i - P_t$  (AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, Part II-10, Cap 2)
- 7.- Determinar  $M_{rsr}$  de la Subrasante, (AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, Part II, 19, Fig. 2.6)
- 8.- Determinar  $M_r$  Efectivo de la Subbase (AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, Part II, 21, Fig. 2.7)
- 9.- Determinar (k) de Conjunto con  $M_r$  Efectivo de la Subrasante ( $M_{rsr}$ ) (AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993, Parte II, Cap 2, II 12, y  $M_r$  de la



Subbase (Msb), asumiendo espesor de Subbase (in) y la Figura 3.3,1) Parte II, Cap 3, II 39)

10.- Determinar el k Efectivo de Reacción de Soporte de la Subrasante, estructura de soporte de la losa, requiere de la Corrección del k de conjunto, por:

1) Efecto de Capa Rígida cerca de la Superficie.

2) Pérdida de Soporte (Parte 2, II-27 a II-44).

11.- Con el Módulo de Rotura a Flexión del Concreto ( $M_r$  (Promedio) =  $M_r(\text{Específico}) + Z \cdot \Delta M_r$ ), determinar su Módulo Elástico ( $E_c = 6750 \cdot M_r$  (promedio)).

12.- Determinar Coeficiente de Drenaje. (AASHTO guide for Design of pavement structures 1993, II-26, Tabla 2.5)

13.- Determinar el Coeficiente de Transferencia Lateral de Carga (Recomendaciones de la Portland Cement Association (PCA)).

14.- Determinar el Espesor de la Losa con el Ábaco. (AASHTO guide for Design of pavement structures 1993, II-45, 46).

15.- Revisar el tráfico con el Espesor de la Losa obtenido, de no ser coincidente recalcular el tráfico con el espesor obtenido, hasta coincidencia.

## **CAPÍTULO IV**

### **IV.1 Análisis e interpretación de los resultados (diagnostico)**

#### **IV.1.1 Diagnóstico y Recolección de Datos**

Para la presente propuesta de diseño de pavimento se realizaron inspecciones de manera de hacer un reconocimiento del área en estudio y visualizar la problemática que presenta el sector San José Obrero, además de ello se tomaron fotografías y mediciones de las calles donde se puede notar las malas condiciones que presenta. (Ver Figura)

Figura 4: Calle Principal del Sector San José Obrero 1.



Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado existen elementos elaborados de concreto las cuales son aceras y brocales que presentan grado de socavación producto de los años de la erosión del suelo por lo que es necesario tomar en consideración a la hora de elaborar un nuevo proyecto. (Ver Figuras)

Figura 5: Brocal en Socavación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6: Acera en Socavación



Fuente: Elaboración Propia

#### IV.1.2 Espacio Físico.

El Sector San José Obrero cuenta con 9 Calles, 7 transversales y 2 intersecciones.  
(Ver Figuras y Tablas)

Figura 7: Intersección, Calle Principal.



Fuente: Elaboración Propia



Nota: Se puede observar la problemática principal la cual es que las calles no están pavimentadas, con grado de deterioro.

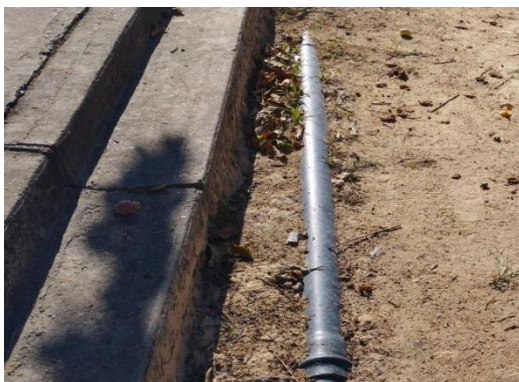
Figura 8: Transversal, Calle Principal.



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Se puede observar crecimiento excesivo de maleza (Monte) sobre todo en temporada de lluvias de igual manera presenta grado de deterioro del suelo.

Figura 9: Tubería de aguas Blancas.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10: Tubería de aguas Blancas.



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Se puede observar la exposición de tuberías de aguas blancas en la superficie del terreno, en diversas partes de la calle del sector.

Tabla 9: Características del espacio físico.

Nombre	Longitud (m)	Ancho Promedio (m)
Calle 1 (Principal)	148,84	6
Calle 2 (Secundaria)	361,29	7,10
Calle 3	193,37	6,00
Calle 4	100,88	8,17
Calle 5	44,11	5,73
Calle 6	56,05	5,62
Calle 7	172,24	6,85
Calle 8	82,93	6,50
Calle 9	92,68	6,10

Fuente: Elaboración Propia

## **IV.2 Caracterización los materiales para la infraestructura de la vialidad.**

### **IV.2.1 Muestras de suelo.**

Es necesario conocer las características del suelo donde se desea realizar el proyecto, por lo que fue necesario hacer calicatas en el área de estudio, con dimensiones de 60cm de largo, 60cm de ancho y 60cm de profundidad; todo esto con la finalidad de visualizar las distintas capas del suelo y tomar de allí una muestra representativa para aplicarle los ensayos y determinar su clasificación. Para esta recolección de las muestras se hicieron tres (2) calicatas en el sector con las mismas dimensiones antes descritas. (Ver Figuras)

Figura 11: Calicata, Muestra de suelo.



Fuente: Elaboración Propia.

#### IV.2.2 Análisis Granulométrico de las Muestras.

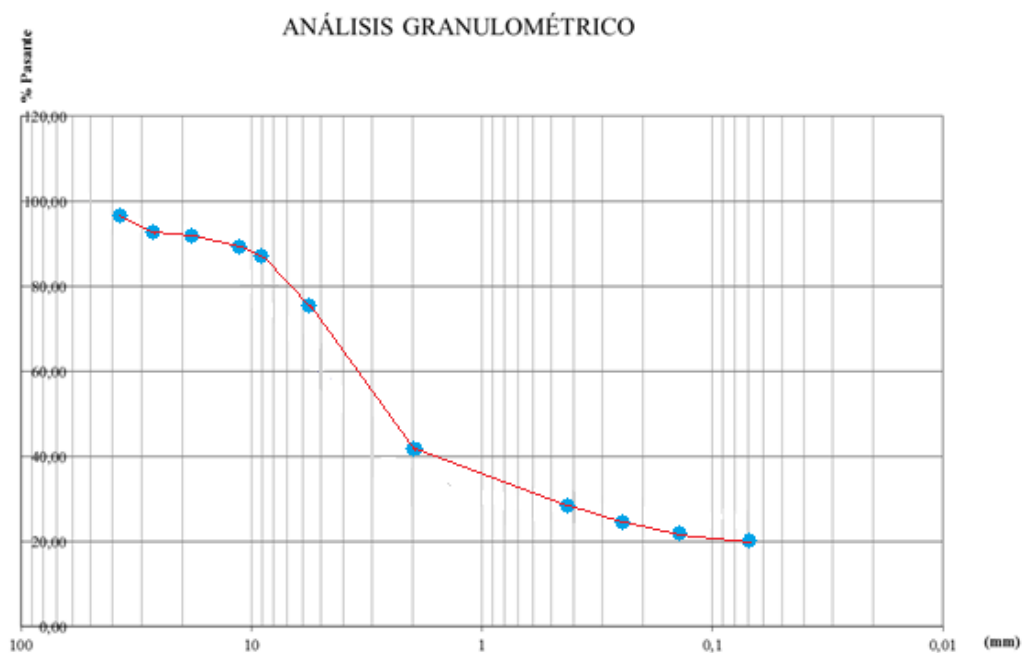
Los resultados obtenidos corresponden a las dos muestras recolectadas en el área de estudio y los cuales son los siguientes. (Ver Tablas)

Tabla 10: Resultados de la Muestra 1.

Muestra #1 Peso Total: 5551(gr)			
N° Tamiz	W(gr)	% Retenido	% Pasante
3"	0,00	0,00	100,00
2 <sup>1/2</sup> "	0,00	0,00	100,00
2"	0,00	0,00	100,00
1 <sup>1/2</sup> "	134,00	2,41	97,59
1"	54,00	0,97	96,61
3/4"	44,00	0,79	95,82
1/2"	280,00	5,04	90,78
3/8"	216,00	3,89	86,89
N°4	701,00	12,63	74,26
N°10	1796,00	32,35	41,90
N°40	612,51	11,03	30,87
N°60	186,08	3,35	27,52
N°100	155,07	2,79	24,72
N°200	116,30	2,10	22,63
Fondo	1256,04	22,63	0,00

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12: Análisis Granulométrico Muestra 1.



Fuente: Elaboración Propia.

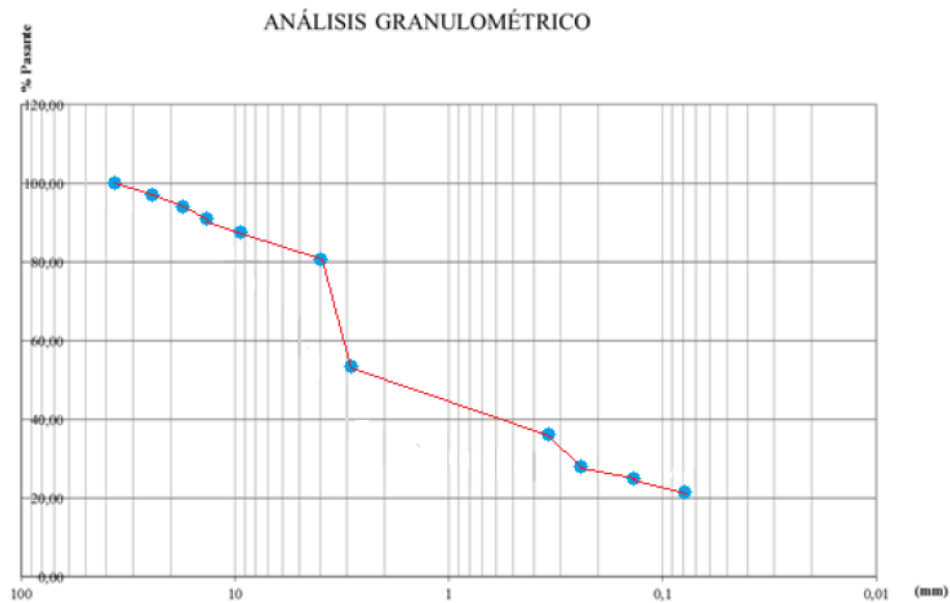
Tabla 11: Resultados de la Muestra 2.

Muestra #2 Peso Total: 5189(gr)			
N° Tamiz	W(gr)	% Retenido	% Pasante
3"	0,00	0,00	100,00
2 <sup>1/2</sup> "	0,00	0,00	100,00
2"	0,00	0,00	100,00
1 <sup>1/2</sup> "	46,00	0,89	99,11
1"	78,00	1,50	97,61
3/4"	61,00	1,18	96,43
1/2"	127,00	2,45	93,99
3/8"	100,00	1,93	92,06
N°4	573,00	11,04	81,02
N°10	1335,00	25,73	55,29
N°40	946,77	18,25	37,04
N°60	286,90	5,53	31,52

N°100	248,65	4,79	26,72
N°200	181,70	3,50	23,22
Fondo	1204,98	23,22	0,00

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13: Análisis Granulométrico Muestra 2.



Fuente: Elaboración Propia.

#### IV.2.3 Límites de Consistencia de las Muestras.

Tabla 12: Ensayo del límite líquido Muestra 1.

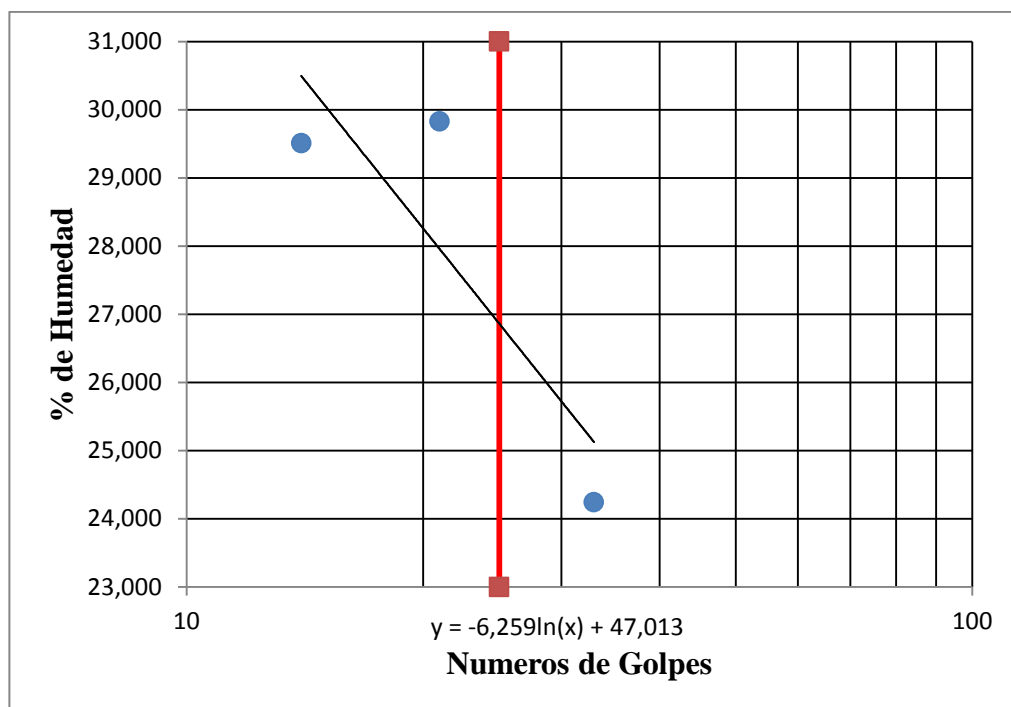
	Muestra #1		
Peso del Envase	41,7	47,1	32,1
Peso de la Muestra Humeda + Envase	49,6	54,5	40,3
Peso de la Muestra Seca + Envase	47,8	52,8	38,7
peso contenido Humedad	1,8	1,7	1,6



Peso Muestra Seca	6,1	5,7	6,6
% de Humedad	29,508	29,825	24,242
N° de Golpe	14	21	33

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13: Limite Liquido Muestra 1.



Fuente: elaboración propia.

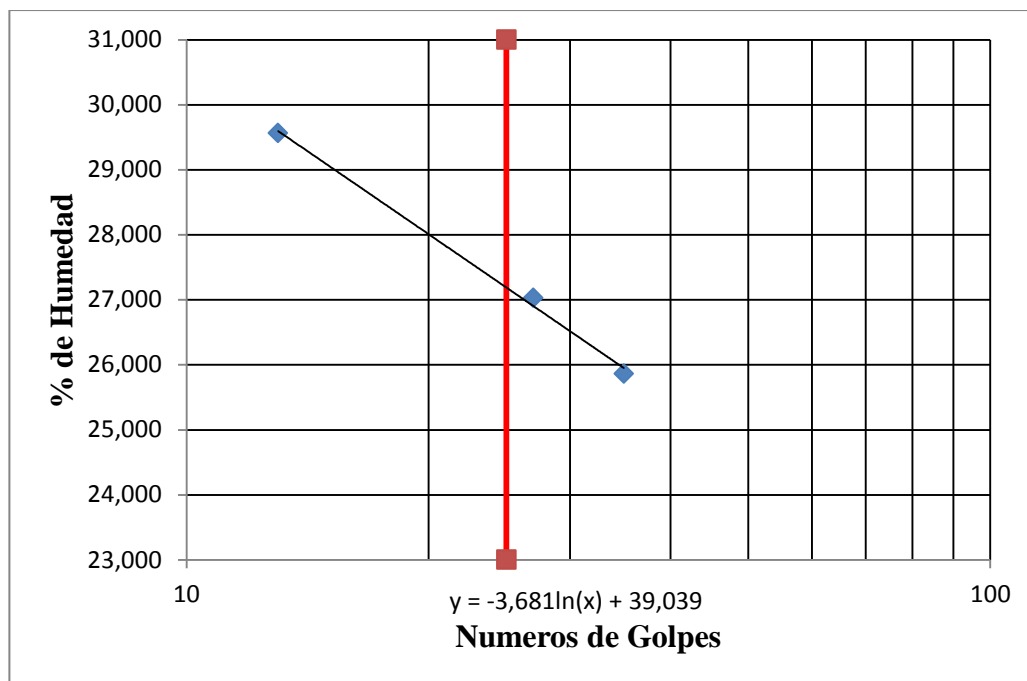
Tabla 14: Ensayo del límite líquido Muestra 2.

	Muestra #2		
Peso del Envase	32,7	32,5	29,9
Peso de la Muestra Humeda + Envase	47,6	46,6	51,8
Peso de la Muestra Seca + Envase	44,2	43,6	47,3

peso contenido Humedad	3,4	3	4,5
Peso Muestra Seca	11,5	11,1	17,4
% de Humedad	29,565	27,027	25,862
N° de Golpe	13	27	35

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: Limite Liquido Muestra 2.



Fuente: elaboración propia.

Para graficar se colocan en el sentido X, los n° de golpes o caídas y en sentido Y, los porcentajes de humedad, se grafican los puntos de intersección para las 3 muestras correspondientes a cada muestra de suelo en estudio y se traza una línea uniando los puntos, para número de golpes 25 el limite liquido de la Muestra 1 es de 26.87% y para la Muestra 2 es de 27.19%.

Ahora Para conocer el valor del límite plástico promedio se suman los porcentajes de humedad de las tres (3) muestras ensayadas correspondientes a cada muestra de suelo en estudio sin embargo según los análisis de laboratorio arrojo que no tiene Plasticidad por lo que  $L_p=0$  Entonces;  $I_p = L_l - L_p$ ,  $I_p M1 = 26.87 - 0 = 26.87$  y  $I_p M1 = 27.19 - 0 = 27.19$

#### **IV.2.4 Clasificación de suelo por el Método AASHTO.**

##### **Clasificación Muestra 1.**

Para ello se tomaron en cuenta los porcentajes pasantes del tamiz N°10, N°40 y N°200 según lo obtenidos en el análisis granulométrico. Como así mismo el límite líquido e índice de plasticidad de la muestra. Para la muestra 1 cumpla con las características de del Subgrupo A-2-6 correspondiente a Grava y Arena Arcillosa que ya que una de sus característica es que pase máximo el 35% por el tamiz N°200, la otra característica es el límite líquido correspondiente al tamiz N°40 la cual será como máximo el 40% y un índice de plasticidad mínimo de 11% y el Terreno de fundación es Regular.

##### **Clasificación Muestra 2.**

De igual forma al caso anterior de la muestra 1 se toma cuenta los porcentajes pasantes del tamiz N°10, N°40 y N°200 según lo obtenidos en el análisis granulométrico. Como así mismo sus límite líquido e índice de plasticidad Para la muestra 2 también cumple con las características de del Subgrupo A-2-6 correspondiente a Grava y Arena Arcillosa que ya que cuenta con las mismas características antes mencionadas.

#### **IV.2.5 Clasificación de suelo por el Método SCU.**

En el caso de Clasificación Unitario se tomara en cuenta el material retenido sea mayor al 50% en el tamiz N°200 y el N°4 para la para suelos de grano grueso (grava) y para el caso de suelos de grano grueso (Arenas) debe estar retenido más del 50% en el tamiz N°200 y pasar más del 50% por el tamiz N°4, luego se define el porcentaje

que pasa por el tamiz N°200 para saber si es arenas limpias la cual debe ser menor al 5% y para arenas finas mayor al 12% y finalmente determinamos por el índice de plasticidad si es menor 4% o mayor al 7%.

Para el caso de las muestras en estudio arrojo como resultado arenas arcillosas, mezcla de arena-arcilla para ambos casos y teniendo mucha similitud con lo obtenido en el método de AASHTO.

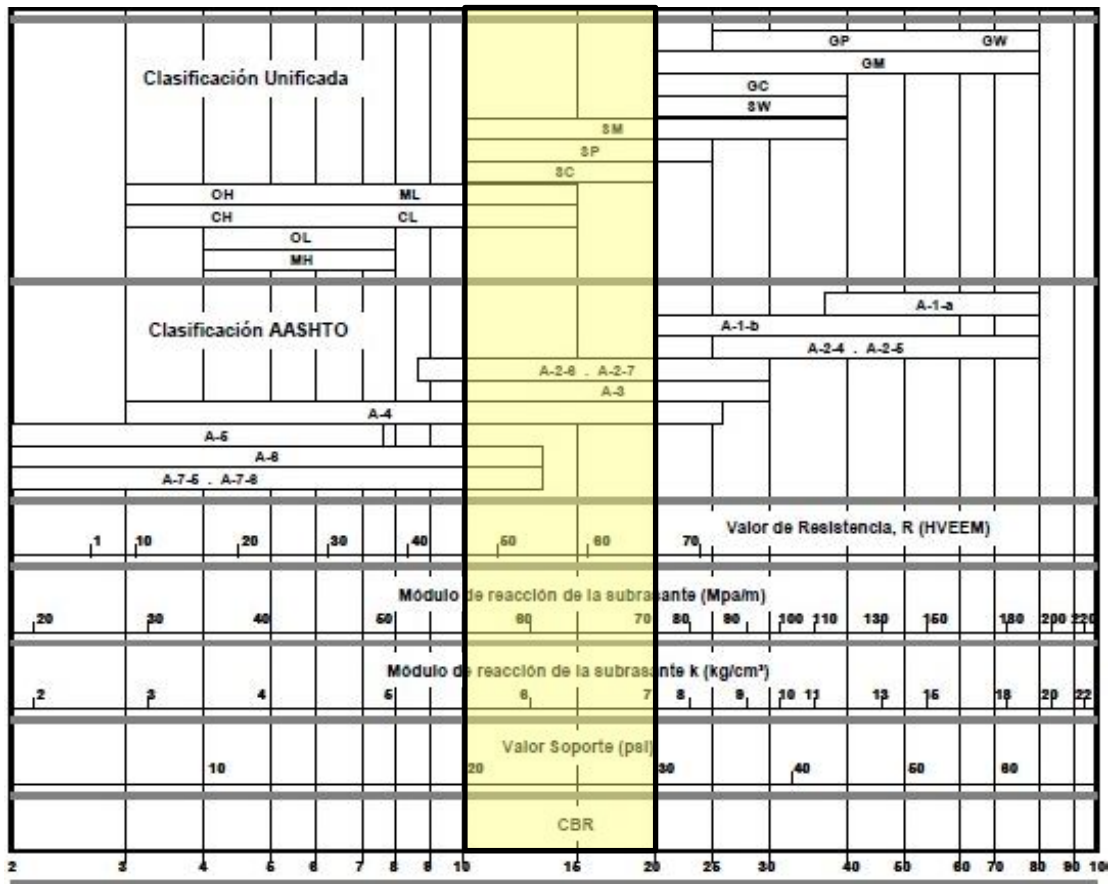
#### **IV.2.6 CBR de la Muestra.**

Clasificación AASHTO: Grupo A-2; Sub-grupo A-2-6

Clasificación SCU: SC

El C.B.R probable se calculará a través de una relación aproximada de clasificación SCU y AASHTO con el valor de C.B.R, intersectando la clasificación de la AASHTO y la clasificación de la SCU, en esta relación como se muestra en la figura 15 a continuación, se observa que el C.B.R aproximado del suelo en estudio (muestras) está en un rango de 10% - 20% tomando un CBR de fundación aproximado de 15%. (Ver Figura)

Figura 14. Relación aproximada de clasificación SCU y AASHTO con el valor de C.B.R



Fuente: apuntes de pavimentos

#### IV.2.7 Ensayo de Compactación del suelo en estudios.

El ensayo de compactación que se empleara a la muestra obtenida en el área de estudio será de la AASHTO STANDARD T-99; la selección de la variante es a través de la granulometría del suelo que será compactado.

- Variante A. No hay retenido acumulado en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " y más del 95% pasa el tamiz N°4.
- Variante B. Más del 95% del suelo pasa el tamiz  $\frac{3}{4}$ " y el retenido acumulado en el tamiz N°4 es menor del 25%.

- Variante C. el retenido acumulado en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " es menor o igual al 25%.
- Variante D. El retenido acumulado en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " es mayor del 25%

Según la granulometría de las muestras, el retenido acumulado en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " pasa el 0.79% y por el tamiz N°4 no llega a pasar más del 74.26% , se descarta la variante A; 95.82% pasa el tamiz  $\frac{3}{4}$ " y el retenido acumulado en el tamiz N°4 es de 25.74% por lo que se descarta la variante B; el retenido acumulado en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " es de 4.18% lo que es menor al 25% por tanto se utilizara la variante C.

Se calcula una humedad óptima estimada a partir de la humedad natural del material, calculando el peso solido del suelo y cantidad de agua por muestra.

Cada porción separada debe tener un contenido de humedad diferente. Es conveniente preparar una con un valor cercano al contenido óptimo de humedad, dos contenido de humedad menor al optimo (puntos de la rarna seca) y las otras dos con humedad mayor al optimo (puntos de la rama humedad).

Calcular la cantidad de agua que debe añadirse a cada porción. El procedimiento a seguir para este cálculo es el siguiente:

- Estimar de manera aproximada el contenido óptimo de humedad en función de los valores de límite líquido y límite plástico.
- Restar a la humedad optima estimada el valor de la humedad higroscópica del suelo, para obtener la humedad que debe agregarse al suelo.
- Estimar los contenidos de humedad que deben agregarse a 10 o 4 puntos restantes por diferencias del 2% en suelo cohesivo y 1% en suelos sin cohesión.

- Calcular el volumen de agua que debe agregarse a cada punto, para lo cual es necesario conocer el peso de los sólidos del suelo, el peso del agua y por último el volumen de agua.

$$\Delta w = W_{opt} - W_{nat} = \Delta w = 12 - 4 = 8$$

$$\text{Peso solido del suelo} = \frac{3000 \text{ gr}}{1 + \frac{8}{100}} = 2777,78 \text{ gr}$$

$$\text{Cantidad de agua} = \frac{\% \text{ Humedad} \times \text{peso solido del suelo}}{1 \text{ gr/cm}}$$

Tabla 16: Cantidad de agua por % de humedad de la muestra.

Muestra	Peso de muestra (gr)	% de humedad	Agua (ml)
1	2777,78	4	111
2	2777,78	6	167
3	2777,78	10	278
4	2777,78	12	333

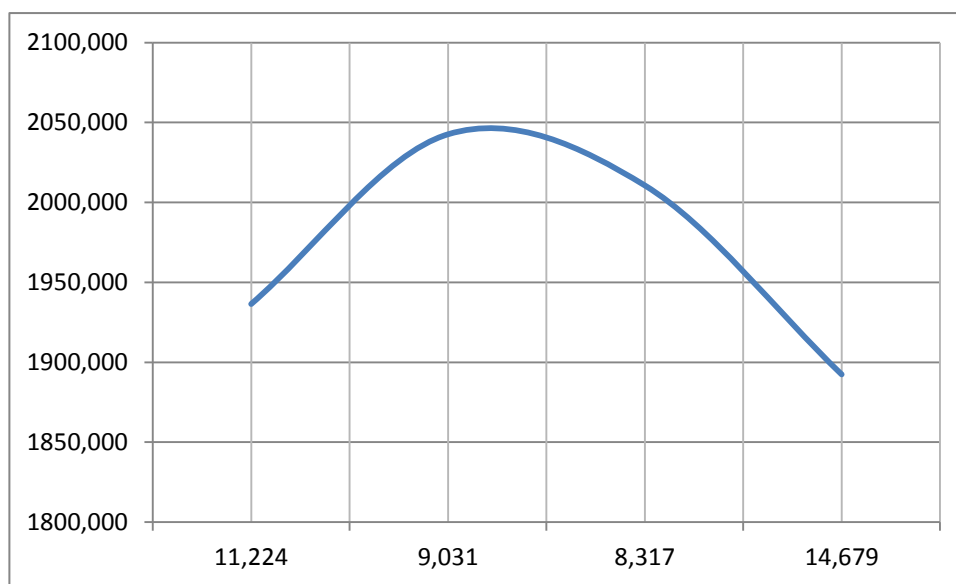
Fuente: elaboración propia

Tabla 17: Ensayo Proctor T-99

Peso del cilindro + base	Muestra				volumen del cilindro
4391	1	2	3	4	914,2
Peso del cilindro + base + suelo húmedo (gr)	6360	6427	6382	6375	
Peso del suelo húmedo (gr)	1969	2036	1991	1984	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,154	2,227	2,178	2,170	
Nombre del envase	AN01	AN02	AN03	AN04	
Peso del envase (gr)	24,6	25	25	25	
Peso del envase +	156,4	124	137	200	

suelo húmedo (gr)				
Peso del envase + suelo seco (gr)	143,1	115,8	128,4	177,6
Peso del agua (gr)	13,3	8,2	8,6	22,4
Peso del suelo seco (gr)	118,5	90,8	103,4	152,6
% de humedad	11,224	9,031	8,317	14,679
Densidad seca (kg/cm <sup>3</sup> )	1936,455	2042,618	2010,632	1892,417

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

#### IV.2.8 Combinación de la Muestra con Granzón (Grava)

La granulometría del material para la construcción de las bases y sub-bases de granzón natural según la norma Covenin 2000-1987 debe estar comprendida, en el momento de ser colocado, entre los límites indicados en la tabla siguiente:

Tabla 18: Porcentaje en peso, de material que pasa los tamices granzón natural.



Tamiz	Tipo 1 Sub-base y base	Tipo 2 Base
2"		100
1"	100	70 - 100
3/4"	60 - 100	30 - 85
N° 4	50 - 85	25 - 65
N° 10	40 - 70	15 - 50
N° 40	20 - 50	08 - 30
N° 200	05 - 20	02 -20

Fuente: Norma venezolana COVENIN 2000-1987. Sector construcción

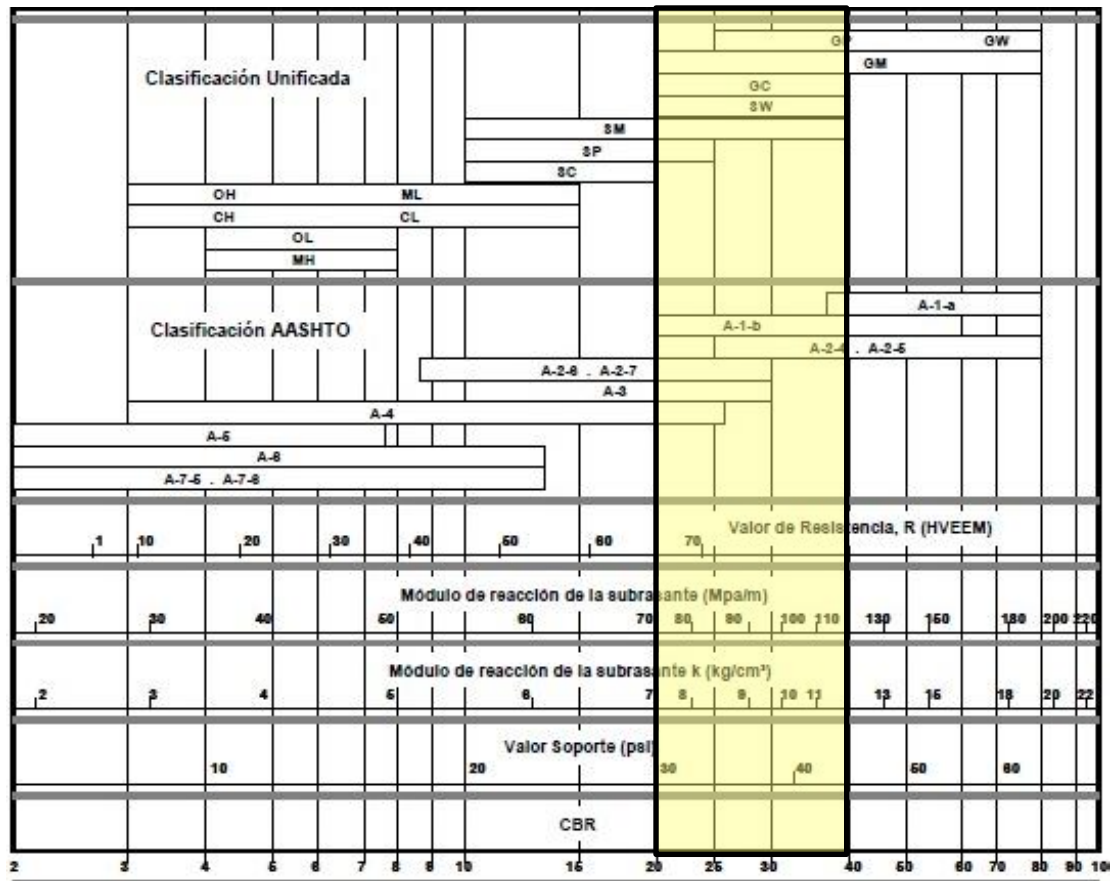
El porcentaje (%) pasante del tamiz N°200 entra en el rango que especifica la norma por lo tanto el granzón natural sugerido, por lo tanto con este material es posible construir la sub-base de la vialidad; tiendo como el límite liquido 5.374y el índice de plasticidad es igual a 5.374 por lo que también cumple en este sentido.

Tabla 19: Granulometría del Material Combinado.

<b>Combinación Maestra / Grava</b>			
	Muestra (20%)	Grava (80%)	% Pasante
1"	19,32	80,00	99,32
3/4"	19,16	74,34	93,50
N°4	14,85	48,50	63,35
N°10	8,38	42,82	51,20
N°40	6,17	12,86	19,03
N°200	4,53	2,15	6,68

$$LL=26.87 * 20\% = 5.374 \quad IP=0* 80\% =0 \quad IP=5.374$$

Figura 15: Relación aproximada de clasificación SCU y AASHTO con el valor de C.B.R



Fuente: apuntes de pavimentos.

Clasificación AASHTO: Grupo A-1; Sub-grupo A-1-b

Clasificación SCU: SM – SW

CBR = 20 – 40 Promedio de 30

#### IV.3 Caracterización del tránsito en la vialidad del sector San José Obrero 1.

##### IV.3.1 Promedio diario de tránsito (PDT o PDTA).

Para el diseño de los elementos de la vía dependeremos del volumen de tráfico que se genere en la misma, en la variación que tenga en un periodo determinado y de la tasa de crecimiento que genere con el tiempo; para esto se procedió a realizar estudios

de tráfico en un punto determinado de la vía obteniendo la información de circulación vehicular de la misma. (Ver Tabla)

Tabla 20: Tráfico en hora pico.

Día	Horas	Vehículos 2 Ejes	Motos	Vehículos Pesados 2 Ejes	Total
Lunes	11:32am 1:03pm	8	6	2	16
Martes	10:48am 12:35pm	3	4	1	8
Miércoles	11:27am 12:55pm	5	7	4	16
Jueves	10:53am 1:13pm	3	5	2	10
Viernes	11:08am 12:45pm	2	6	2	10
					60

Fuente: elaboración propia.

El mayor volumen de tráfico con mayor ocurrencia se ubica el día lunes y el día miércoles, en horas pico de 11:30 am a 1:00 pm; por lo que se calculará con estos datos la estimación del promedio diario de tránsito, a través del conteo total durante el lapso de una hora continua aproximadamente, se obtiene dividiendo el número de vehículos contado durante el periodo entre el factor de medición. (Ver Tabla)

Tabla 21: Estimaciones del PDT en función del conteo horario.

PDT =  (total de conteo) / (factor de medición )	Total de conteo durante el lapso	Horas continuas del conteo	Factor de medición
	7:00 am - 7:00 pm	12	0,754
	8:00 am - 4:00 pm	8	0,504

	1 hora (pico)	1	0,083
--	---------------	---	-------

Fuente: Corredor, 1998

#### IV.3.2 Determinación de los ejes Equivalentes para el Eje patrón.

La norma Covenin 614-1997 específica para eje simple de dos cauchos 6 toneladas, eje simple de 4 cauchos 13 toneladas; se admite en aquellos casos en los cuales la distribución de carga no permite alcanzar los valores indicados en la norma, una tolerancia de 1000kg en cualquiera de los ejes, sin modificar su peso bruto vehicular. Para determinar el eje equivalente utilizaremos lo siguiente. (Ver Tablas)

Tabla 22: Ejes equivalentes para vehículo tipo sedán con un espesor de 6 pulgadas.

	Eje 1	Eje 2	
TON	2	2	
M Lb	4.4	4.4	Eje equivalente total
Eje equivalente	0,0048	0,0048	0,0096

Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993

Tabla 23: Ejes equivalentes para vehículo tipo Camión con un espesor de 6 pulgadas.

	Eje 1	Eje 2	
TON	6	13	
M Lb	13,2	28,6	Eje equivalente total
Eje equivalente	0,3068	6.683	6,990

Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures 1993

Figura 16: Factores de equivalencia de carga por eje para pavimentos rígido, eje simple y servicapacidad (Pt) 2,5

**Table D.13. Axle Load Equivalency Factors for Rigid Pavements, Single Axles and  $p_t$  of 2.5**

Axle Load (kips)	Slab Thickness, D (inches)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002
4	003	002	002	002	002	002	002	002	002
6	012	011	010	010	010	010	010	010	010
8	039	035	033	032	032	032	032	032	032
10	097	089	084	082	081	080	080	080	080
12	203	189	181	176	175	174	174	173	173
14	376	360	347	341	338	337	336	336	336
16	634	623	610	604	601	599	599	599	598
18	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00
20	1 51	1 52	1 55	1 57	1 58	1 58	1 59	1 59	1 59
22	2 21	2 20	2 28	2 34	2 38	2 40	2 41	2 41	2 41
24	3 16	3 10	3 22	3 36	3 45	3 50	3 53	3 54	3 55
26	4 41	4 26	4 42	4 67	4 85	4 95	5 01	5 04	5 05
28	6 05	5 76	5 92	6 29	6 61	6 81	6 92	6 98	7 01
30	8 16	7 67	7 79	8 28	8 79	9 14	9 35	9 46	9 52
32	10 8	10 1	10 1	10 7	11 4	12 0	12 3	12 6	12 7
34	14 1	13 0	12 9	13 6	14 6	15 4	16 0	16 4	16 5
36	18 2	16 7	16 4	17 1	18 3	19 5	20 4	21 0	21 3
38	23 1	21 1	20 6	21 3	22 7	24 3	25 6	26 4	27 0
40	29 1	26 5	25 7	26 3	27 9	29 9	31 6	32 9	33 7
42	36 2	32 9	31 7	32 2	34 0	36 3	38 7	40 4	41 6
44	44 6	40 4	38 8	39 2	41 0	43 8	46 7	49 1	50 8
46	54 5	49 3	47 1	47 3	49 2	52 3	55 9	59 0	61 4
48	66 1	59 7	56 9	56 8	58 7	62 1	66 3	70 3	73 4
50	79 4	71 7	68 2	67 8	69 6	73 3	78 1	83 0	87 1

Fuente: AASHTO guide for Design of pavement structures 1993

Como los valores requeridos no se encuentran de manera directa es necesario hacer interpolación de los valores comprendidos entre 4 y 6 para conseguir el valor correspondiente a 4,4; de la misma manera interpolar 12 y 14 para conseguir 13,20; 28 y 30 finalmente consiguiendo el valor para 28,6; de esta manera se obtienen los ejes equivalentes.

#### IV.3.3 Ejes equivalentes de Vehículos Totales.

$$\text{Vehículos Por hora} = 10 / 0,083 = 121$$

$$\text{Vehículos Por día} = 121 / 0,754 = 161$$

$$\text{Eje equivalentes total} = 161 * 0,0096 = 1.546$$

$$\text{Vehículos pesado por día} = 10 * 6,990 = 69.9$$

Total Ejes Equivalentes = 71.446

#### IV.3.4 Ejes Equivalentes para el periodo de Diseño.

Determinación del factor de crecimiento

$$F_c = \frac{(1+T_c)^n - 1}{T_c}; n = \text{número de años, } T_c = \text{tasa de crecimiento}$$

El periodo de diseño será de 20 años, en vista de que la situación actual de la tasa de crecimiento automotriz es baja como lo indica Hernández (2020) “...en Venezuela el 70% del parque automotor tiene más de 10 años ineficiente” por ello se calculara la tasa de crecimiento en periodos de 5 años, iniciando con  $T_c=0$ , luego  $T_c=1\%$ ,  $T_c=1,5\%$ ,  $T_c=2\%$ .

$$F_c = \frac{(1+0)^5 - 1}{0} = 0 \qquad F_c = \frac{(1+0,015)^5 - 1}{0,015} = 5,15$$

$$F_c = \frac{(1+0,01)^5 - 1}{0,01} = 5,01 \qquad F_c = \frac{(1+0,02)^5 - 1}{0,02} = 5,20$$

$$F_c^{20} = 22,02 = (W18)$$

$$\text{Ejes Equivalentes por año} = D_D * D_L * P * F_c * 365 = 1 * 1 * 71.446 * 22.02 * 365 = 574233$$

Cuando la medición del tráfico es en ambas direcciones, ( $D_D$ ) es usualmente 0,5 (50%), y cuando el número de carriles en una sola dirección, es de para un solo carril, ( $D_L$ ) es 1,00. (AASHTO guide 1993)

#### IV.4 Diseñar la infraestructura del pavimento rígido.

##### IV.4.1 Determinación de coeficiente estructural.

El diseño se realizara con un CBR de diseño para la base de 30 teniendo como resultado un  $M_{RSB} = 19.900 \text{ lb/in}^2$ , CBR de diseño para la sub-base de 15 teniendo un  $M_{RSR} = 11.900 \text{ lb/in}^2$ , nivel de confiabilidad  $R=70$  se utiliza para desviación

estándar el valor recomendado por la AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993), para construcción un nuevo pavimento rígido  $S_0=0,35$ ; índice de servicapacidad inicial  $P_0= 4,5$  para pavimentos rígidos y servicapacidad final  $P_t= 2,5$  por lo tanto se tendrá el valor de la pérdida de capacidad  $(\Delta PSI)= 4.5 - 2.5 = 2.0$ .

Tabla 24: Niveles de confiabilidad según la clasificación funcional de la vía.

Clasificación funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y otras	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99,0	75-95
colectoras	80-95	75-95
locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

Figura 17: Valor  $Z_r$  Para la confiabilidad (R)

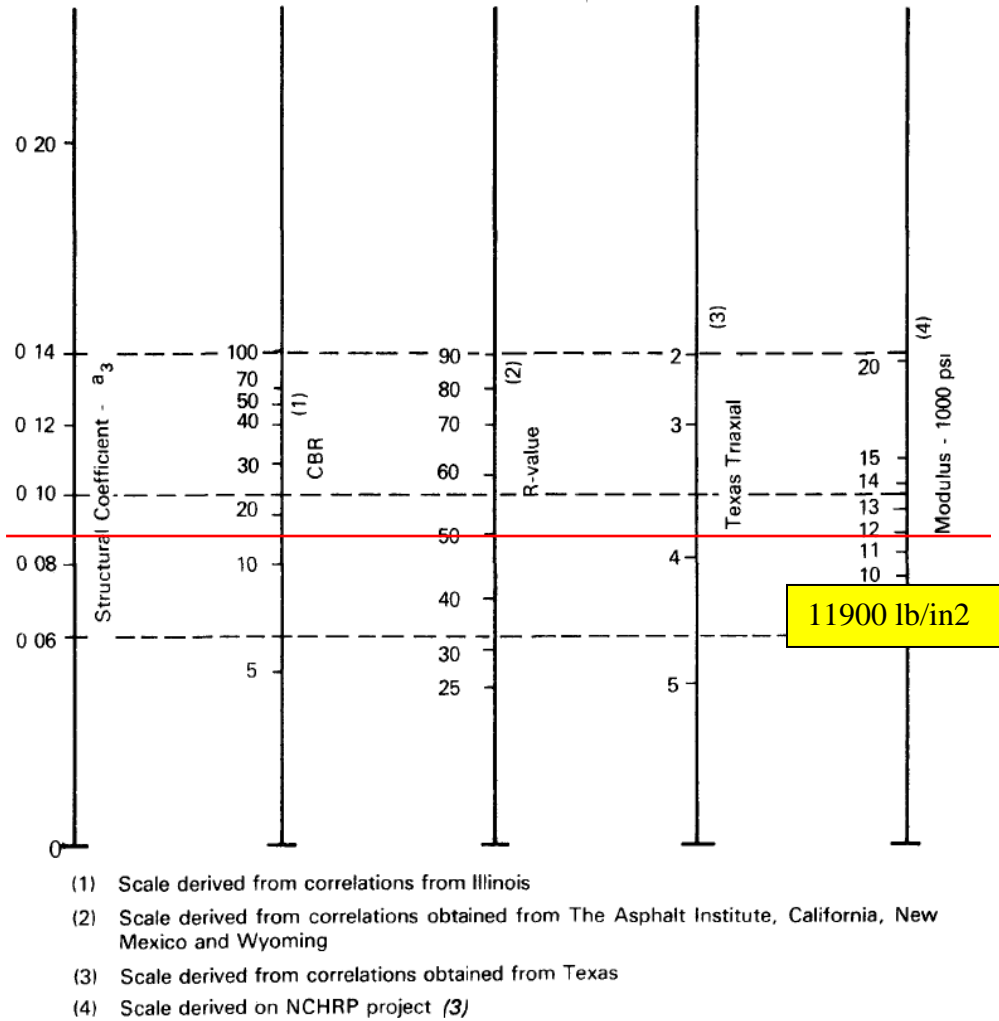
**Table 4.1. Standard Normal Deviate ( $Z_R$ ) Values Corresponding to Selected Levels of Reliability**

Reliability, R (percent)	Standard Normal Deviate, $Z_R$
50	-0 000
60	-0 253
70	-0 524
75	-0 674
80	-0 841
85	-1 037
90	-1 282
91	-1 340
92	-1 405
93	-1 476
94	-1 555
95	-1 645
96	-1 751
97	-1 881
98	-2 054
99	-2 327
99 9	-3 090
99 99	-3 750

Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

#### IV.4.2 Determinar el Mr de la Sub-Rasante.

Figura 18: Variación del coeficiente de la capa granular sub-rasante.

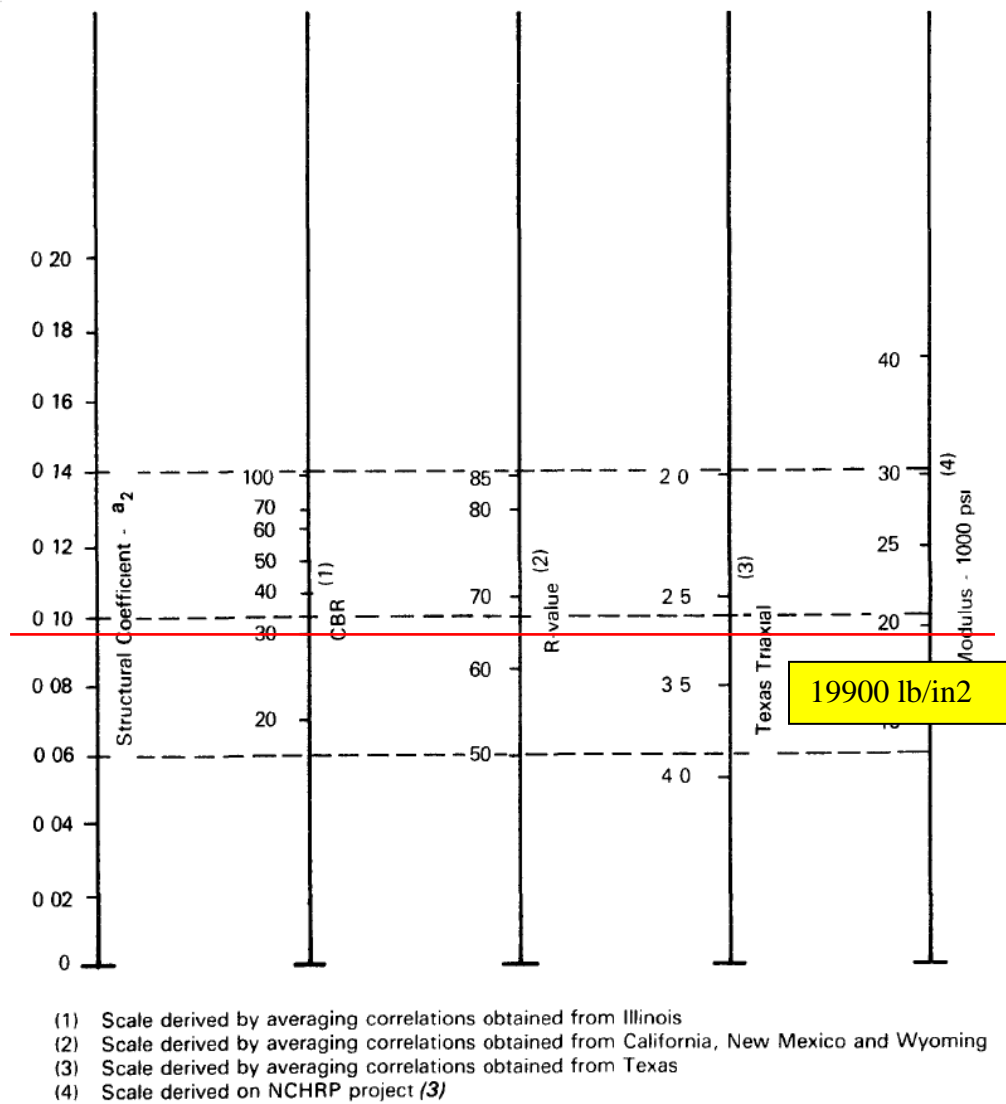


Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)



#### IV.4.3 Determinar el Mr de la Sub-Base.

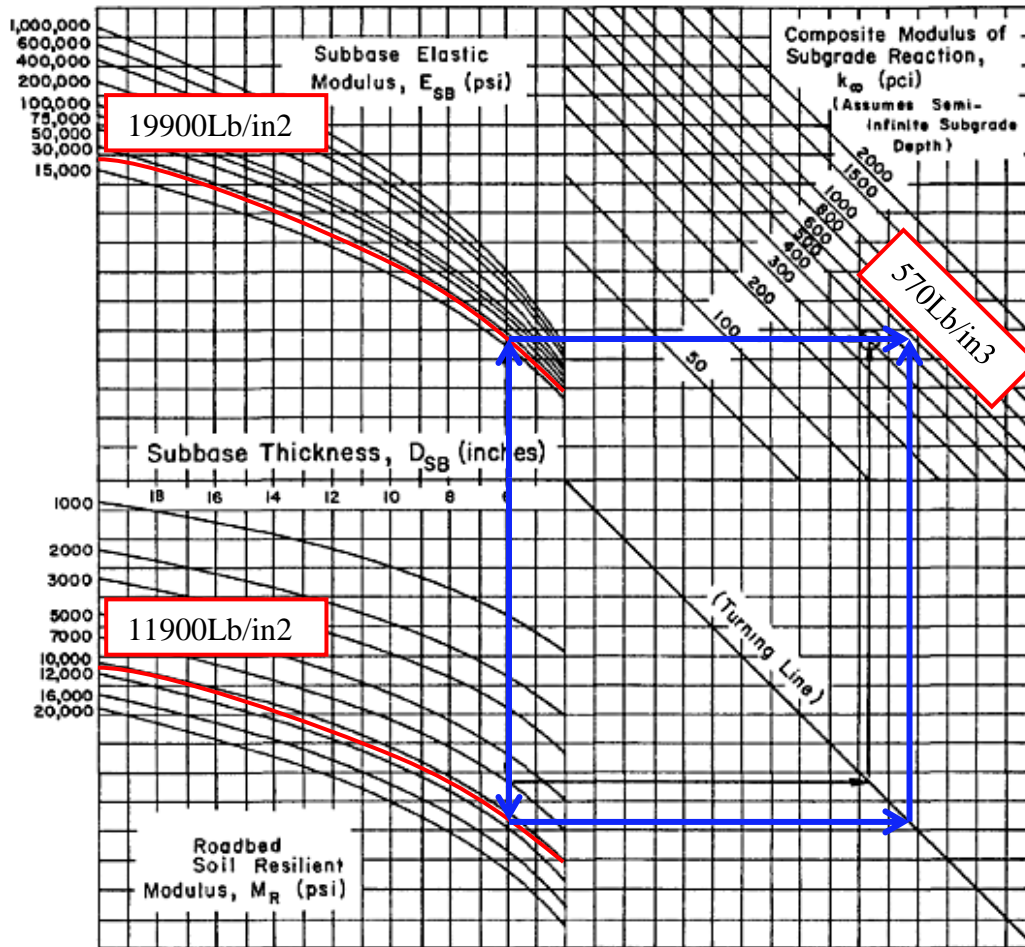
Figura 19: Variación del coeficiente de la capa granular sub-base.



Fuente: AASHTO guide for Design of pavement structures (1993)

#### IV.4.4 Determinar el Modulo K de la Sub-Rasante y Sub-Base.

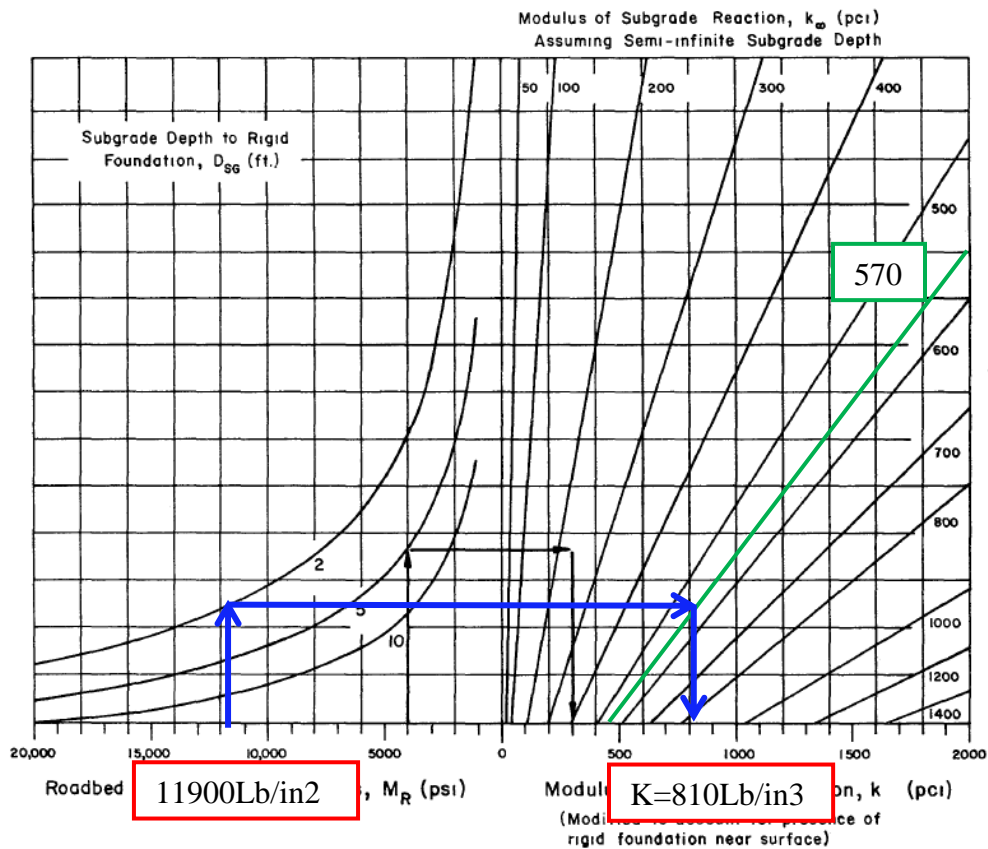
Figura 20: Cuadro para estimar el Modulo Compuesto de reacción de la sub-rasantes y sub-base.



Fuente: AASHTO guide for Design of pavement structures (1993)

#### IV.4.5 Corrección del K de la Sub-Rasante para obtener K Efectivo.

Figura 21: Cuadro para Modificar el Modulo de reacción de la sub-rasante.

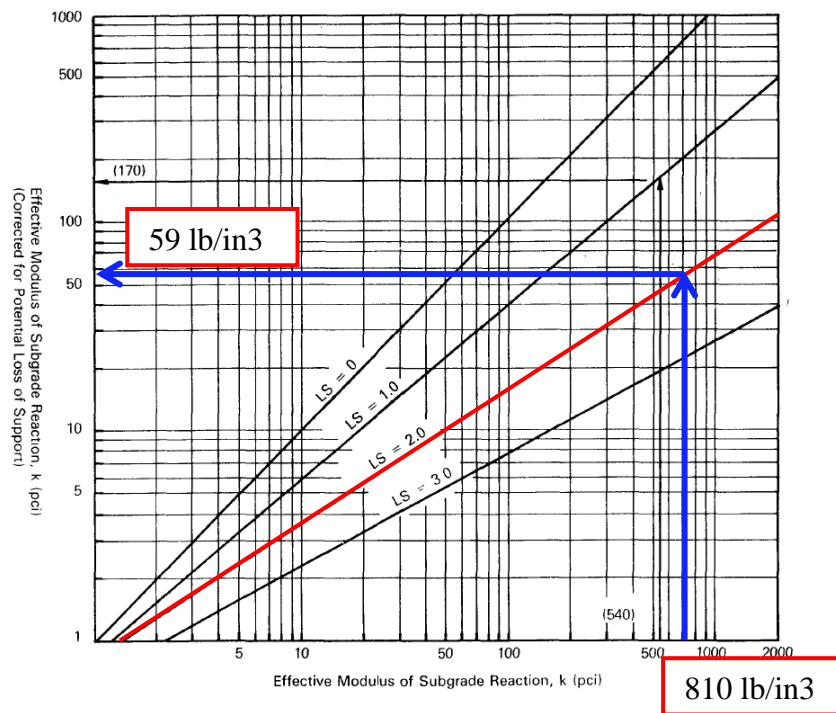


Fuente: AASHTO guide for Design of pavement structures (1993)

#### IV.4.6 Perdida de Soporte.

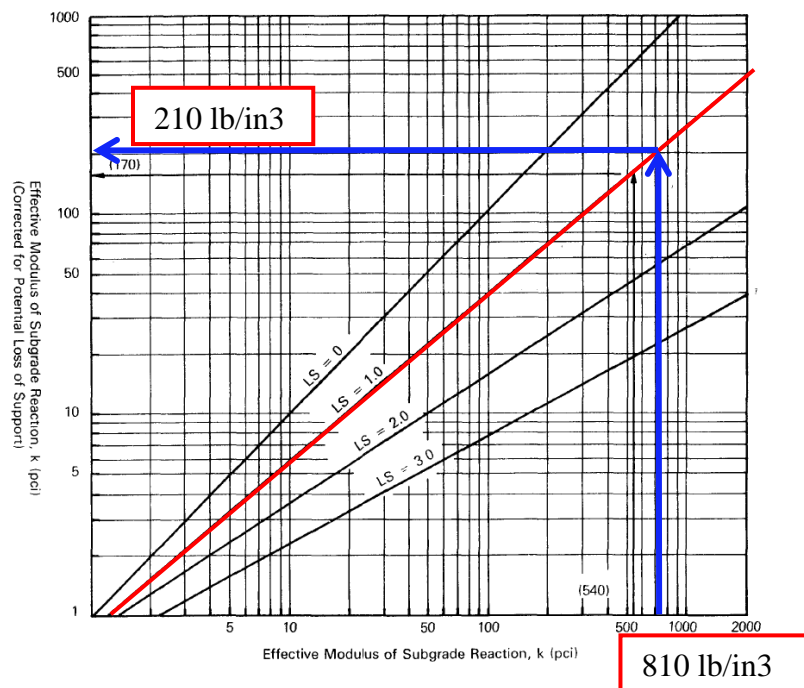
Este factor se incluye en el diseño de pavimento rígido para tener en cuenta las posibles pérdidas de soporte que surge de la erosión de la sub-base y movimientos verticales diferenciales del suelo para ello se debe tomar en cuenta lo siguientes. (Ver Figura.)

Figura 22: Corrección del Módulo efectivo de reacción de la sub-rasante  $LS=2,0$



Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

Figura 23: Corrección del Módulo efectivo de reacción de la sub-rasante LS=1,0



Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

#### IV.4.7 Módulo de Ruptura de Flexión del Concreto

AASHTO sugiere que el valor promedio a los 28 días del esfuerzo de la viga cargada en los tercios se calcule de la siguiente manera:

$$Mr(Promedio) = Mr(Efectivo) + Z * \Delta Mrc$$

$$Mr(Promedio) = 570 + (0.524 * 57) = 600 \text{ lb/in}^2$$

$$Z=0.524$$

$$\Delta Mrc = 570 * 0.1 = 57$$

#### IV.4.8 Modulo elástico del Concreto.

$$Ec = 6750 * 600 = 4050000 \text{ lb/in}^2$$

#### IV.4.9 Coeficiente de Drenaje.

Se selecciona este coeficiente para los efectos de ciertos niveles de drenaje en el desempeño del pavimento, donde no se proporcionara ningún diseño de drenaje detallado o métodos de construcción de drenaje para eliminar la humedad del pavimento, en tal sentido es necesario tomar en cuenta los siguientes valores según sea el caso, para términos pacticos se tomó un valor aceptable siendo Cd= 0,90 (Ver tabla)

Tabla 25: Valores Recomendados del coeficiente de Drenaje (Cd).

Drenaje	% de Tiempo con Humedad Cercana a Saturación			
	< 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25%
Excelente	1,25 - 1,20	1,2 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Bueno	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Aceptable	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

Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

#### IV.4.10 Coeficiente de Transferencia Lateral de Carga.

Tabla 26: Recomendaciones de la Portland Cement Association (PCA)

Recomendaciones de la Portland Cement Association (PCA)					
E 18 Millones	Soporte de Borde reforzado con Pasadores y Malla		Soporte de Borde entrelazado Agregados		Clase de Pavimento
	NO	SI	NO	SI	
Hasta 0,3	3,2	2,7	3,2	2,8	Calles y Caminos Locales
0,3 a 1	3,2	2,7	3,4	3	
1 a 3	3,2	2,7	3,6	3,1	
3 a 10	3,2	2,7	3,8	3,2	Arterias y Autopistas
10 a 30	3,2	2,7	4,1	3,4	
Más de 30	3,2	2,7	4,3	3,6	

#### IV.4.11 Espesor de la Losa con Abaco y Ecuación para $LS=1,0$

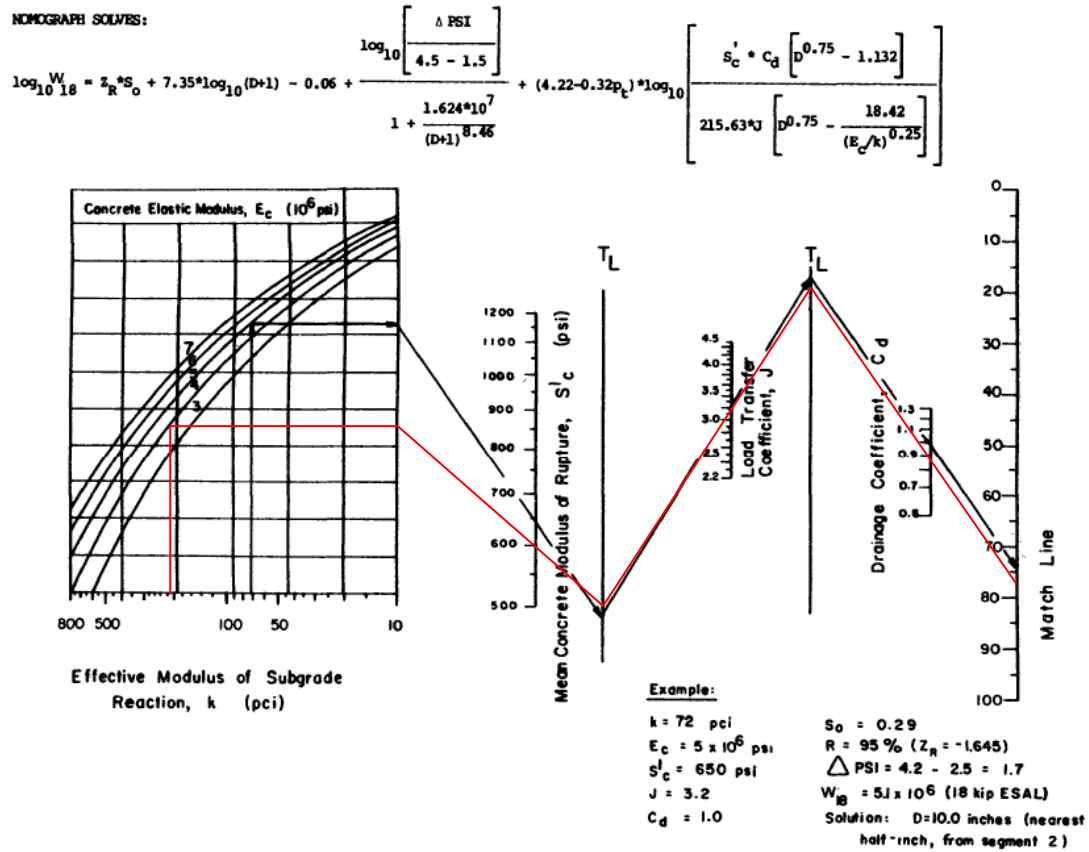
Para ello será necesario conocer los siguientes Datos a utilizar para el Abaco.  
(Ver Tabla)

Tabla 27: Datos de Diseño.

Capacidad de Servicio Final (Pt)	2,5
Carga Equivalentes (W18)	574233
Confiabilidad ( R)	70
Desviación Estándar (So)	0,35
Pérdida de Capacidad de Servicio ( $\Delta$ PSI)	2
K (Efectivo)	210 lb/in3
Módulo de Rotura del Concreto	600 lb/in2
Módulo Elástico del Concreto	4050000 lb/in2
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0,9
Coeficiente de Transferencia de Carga (J)	3,2

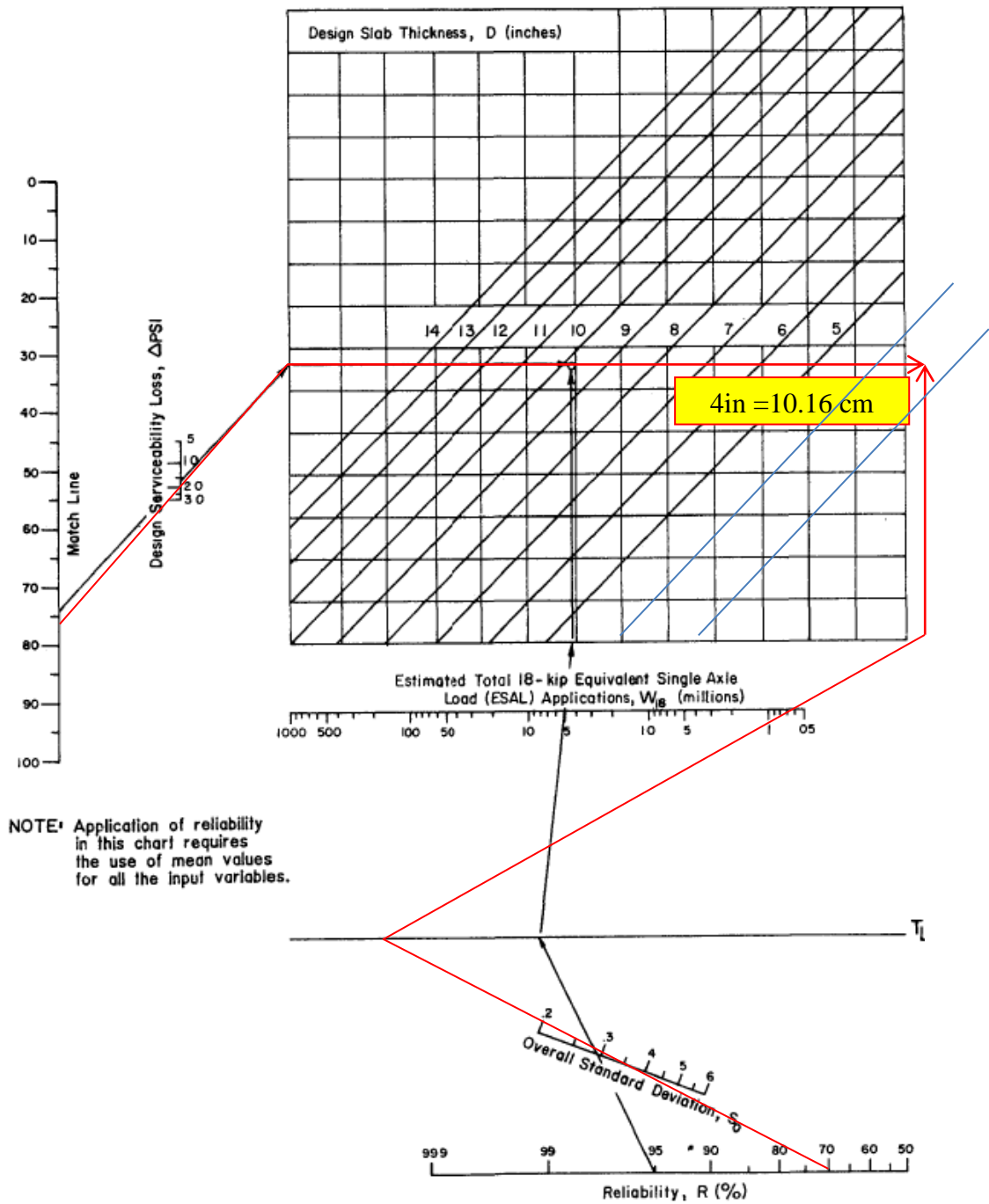
Fuente: elaboración propia.

Figura 24: Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 1,0 - Parte 1.



Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

Figura 25: Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 1,0 - Parte 2.



Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

Diseño de pavimento rígido por Ecuación:



$$\log W_{t180} = Z_r * S_o + 7,35 * \log(D + 1) - 0,06 + \left( \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{3,0}\right)}{1 + \left(\frac{1,624 * 10^7}{(D+1)^{8,46}}\right)} \right) +$$

$$(4,22 - 0,32 * P_t) * \log\left(\frac{S'_c * C'_d * (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 * J * (D^{0,75} - \left(\frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0,25}}\right))}\right)$$

$$\log W_{t180} = 0,524 * 0,35 + 7,35 * \log(57 + 1) - 0,06 + \left( \frac{\log\left(\frac{2,0}{3,0}\right)}{1 + \left(\frac{1,624 * 10^7}{(57+1)^{8,46}}\right)} \right) +$$

$$(4,22 - 0,32 * 2,5) * \log\left(\frac{600 * 0,9 * (57^{0,75} - 1,132)}{215,63 * J * (57^{0,75} - \left(\frac{18,42}{\left(\frac{4,05 * 10^6}{210}\right)^{0,25}}\right))}\right) = 12.577 \text{ cm}$$

#### IV.4.12 Espesor de la Losa con Abaco y Ecuación para LS=2,0

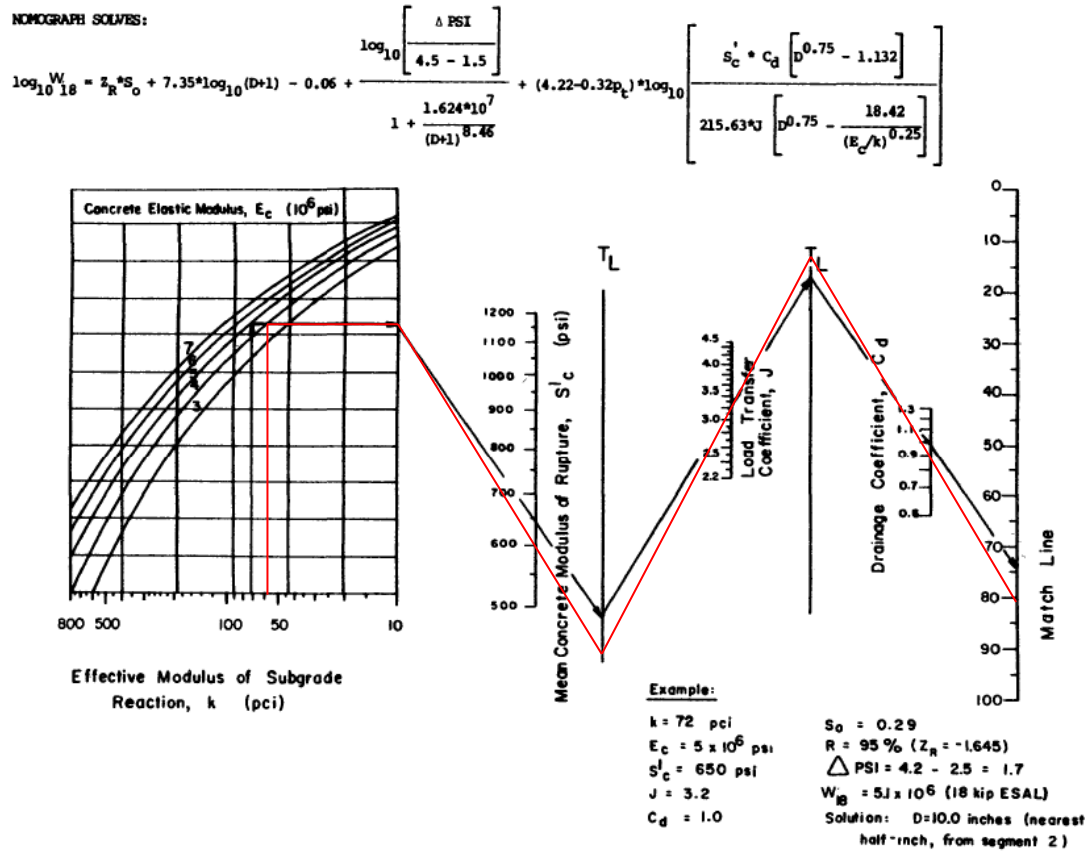
Para ello será necesario conocer los siguientes Datos a utilizar para el Abaco.  
(Ver Tabla)

Tabla 28: Datos de Diseño.

Capacidad de Servicio Final (Pt)	2,5
Carga Equivalentes (W18)	574233
Confiabilidad ( R)	70
Desviación Estándar (So)	0,35
Pérdida de Capacidad de Servicio (ΔPSI)	2
K (Efectivo)	59 lb/in3
Módulo de Rotura del Concreto	600 lb/in2
Módulo Elástico del Concreto	4050000 lb/in2
Coficiente de Drenaje (Cd)	0,9
Coficiente de Transferencia de Carga (J)	3,2

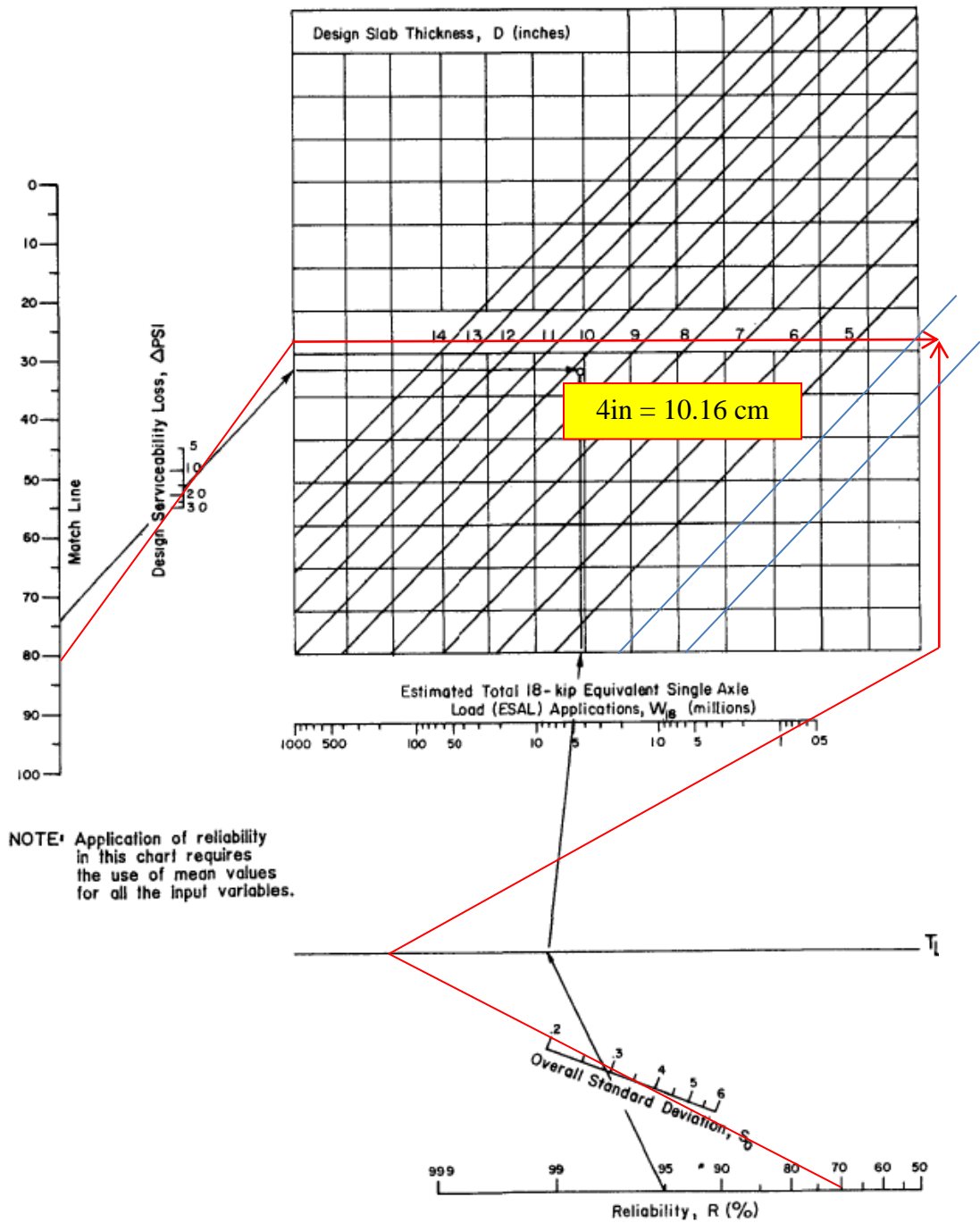
Fuente: elaboración propia.

Figura 26: Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 2,0 - Parte 1.



Fuente: AASHTO guide for Design of pavement structures (1993)

Figura 27: Diagrama de diseño para Pavimento Rígido, LS 2,0 - Parte 2.



Fuente: AASHTO guide for Desing of pavement structures (1993)

Diseño de pavimento rígido por Ecuación:

$$\log W_{t180} = Z_r * S_o + 7,35 * \log(D + 1) - 0,06 + \left( \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{3,0}\right)}{1 + \left(\frac{1,624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}\right)} \right) + (4,22 - 0,32 *$$

$$P_t) * \log\left(\frac{S'c * C'd * (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 * J * (D^{0,75} - \left(\frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0,25}}\right))}\right)$$

$$\log W_{t180} = 0,524 * 0,35 + 7,35 * \log(57 + 1) - 0,06 + \left( \frac{\log\left(\frac{2,0}{3,0}\right)}{1 + \left(\frac{1,624 * 10^7}{(57+1)^{8.46}}\right)} \right) +$$

$$(4,22 - 0,32 * 2,5) * \log\left(\frac{600 * 0,9 * (57^{0,75} - 1,132)}{215,63 * J * (57^{0,75} - \left(\frac{18,42}{\left(\frac{4,05 * 10^6}{59}\right)^{0,25}}\right))}\right) = 12.545 \text{ cm}$$

## **CAPÍTULO V**

### **V.1 Conclusiones y Recomendaciones.**

#### **V.1.1 Conclusiones.**

La propuesta de diseño de un pavimento Rígido para el sector San José Obrero 1 contara con los elementos que conforman la calzada en sus calles: brocal-cuneta, aceras, pavimento (Losa de Concreto, sub base, sub rasante). Por otro lado se removerá el material no apto para la fundación del pavimento, el cual será sustituido por la base seleccionada según el diseño que acompaña este criterio. Para el diseño de pavimento, la superficie de apoyo de las calles está conformada por materiales de muy poca capacidad de soporte (Arena Arcillosa), el material en estudio tiene las siguientes características:

Material proveniente del sector San José Obrero 1.

Clasificación: AASHTO: 2-A-6; CSU: SC

Límite líquido Muestra 1: 26.87%

Límite líquido Muestra 2: 27.19%.

Límite plástico Muestra 1: No Plástico

Límite plástico Muestra 2: No Plástico

Índice de plasticidad Muestra 1: 26.87

Índice de plasticidad Muestra 2: 27.19

Humedad óptima: 12%

Densidad máxima seca: 2042,618kg/m<sup>3</sup>

C.B.R: 15% (promedio probable)

Combinación de Grava + Material:

Clasificación AASHTO: Grupo A-1; Sub-grupo A-1-b

Clasificación SCU: SM – SW

Límite líquido (Grava + Material) =  $26.87 * 20\% = 5.374$

Límite plástico (Grava + Material) =  $0 * 80\% = 0$

Índice de plasticidad (Grava + Material) = 5.374

C.B.R = (20 – 40) Promedio = 30

### **V.1.2 Recomendaciones.**

- Rediseñar la red de acueductos y Aguas Residuales.
- Remover todo el material existente en las calzadas.(Conformar el terreno de fundación)
- Se debe efectuar una demolición de elementos existentes en la vía (Aceras, Brocales)

## **BIBLIOGRAFÍA**

Normas para El Proyecto de Carreteras - MTC 1997 [Documento en línea] Disponible en: [https://www.academia.edu/38311588/MTC\\_NORMA\\_PROYECTO\\_DE\\_CARRETE\\_RAS](https://www.academia.edu/38311588/MTC_NORMA_PROYECTO_DE_CARRETE_RAS)

Google Maps (2024) [Documento en línea] Disponible en: <https://www.google.com/maps/@9.7091724,-68.4442797,17z?hl=es&entry=ttu> [Consulta, Mayo 30, 2024]

Bohorquez (2024). Caracterización del Tránsito [Documento en línea] Disponible en: [https://www.academia.edu/25635340/CARACTERIZACI%C3%93N\\_DEL\\_TR%C3%81NSITO](https://www.academia.edu/25635340/CARACTERIZACI%C3%93N_DEL_TR%C3%81NSITO)

Kulesza (2021) Cómo la erosión del suelo afecta a la comunidad y nuestra infraestructura [Documento en línea] Disponible en: <https://engineeringmanagementinstitute.org/tgep-15-soil-erosion-affects-community-infrastructure/>.

Perez (2023) Conoce qué es el pavimento, su clasificación y características [Documento en línea] Disponible en: <https://cementostorices.com/blog/construccion/que-es-el-pavimento-tipos-y-caracteristicas/>

Herrera (2021) Diseño de pavimento flexible con utilización de caucho reciclado en avenida Venezuela, cuadras 26 - 59, distrito José Leonardo Ortiz, Lambayeque – 2021 [Documento en línea] Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87340>

---

FEDUPEL (2022) Manual de Trabajos de Grado de Especialización Técnica, Especialización y Maestría y Tesis Doctorales [Documento en línea] Disponible en: <https://logevalclanz.wordpress.com/wp-content/uploads/2024/03/manual-upel-normas-apa-version-10-2022.pdf>

COVENIN 2000-1987, Sector Construcción. Especificaciones. Codificación y Mediciones. Parte 1: carreteras [Documento en línea] Disponible en: <https://mauricioravanal.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/2000-1-1987-esp-y-cod-carreteras.pdf>

Tráfico por carretera (2022). DatosMundial de <https://www.datosmundial.com/america/venezuela/trafico.php>



## ANEXOS



Transversal 01 (Calle Principal)



Calle 2



Intersección 01, (Calle Principal).





Transversal 01 y 02



Socavación de Brocal



Calicata, Calle 3.





Cuarteo (Para Análisis Granulométrico)



Tamizado del Material



Lectura de Peso Obtenido en Cada Tamiz.



Lavado de muestra fina.



Límite de consistencia



Copa de casagrande





Compactación del Material