



EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO

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

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS ASOC. DE
VIVIENDA SAN DIEGO, LOS JAZMINES, BELLO
AMANECER Y VILLA SINMAC, DEL DISTRITO
SAN ANTONIO REGION MOQUEGUA 2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
JUAN ANTHONY SALAMANCA MAMANI**

ASESOR

MTR. ENRIQUE ESPINOZA MOSCOSO

ORCID: 0000-0001-9535-6656

LIMA – PERÚ, 2022

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, quienes con mucho esfuerzo, pudieron ser capaces de brindarme la oportunidad de estudiar y salir adelante, también a la Tuna Universitaria que siempre estuvieron presentes durante toda mi vida Universitaria, y de los cuales pude recibir motivación necesaria en los momentos mas difíciles. Va dedicado a mi alma mater, la Universidad Alas Peruanas que me permitió cursar mi carrera, y a todos mis excelentes docentes que conoci durante mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Primeramente le doy gracias a Dios ya que sin él nuestra vida no tendría el rumbo correcto, y a mis padres quienes siempre creyeron en mi, este logro va dedicado a ellos por sobretodos los demás.

Agradesco también a todos los que estuvieron conmigo mientras desarrollaba este trabajo, docentes quienes me brindaron su amplio conocimiento y experiencias, compañeros con quienes compartí gran parte de mi vida universitaria.

Hoy cierro un capítulo mas de mi vida, el camino fue duro, pero no imposible, gracias a todos.

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional tiene como razón principal evaluar el diseño del pavimento flexible de la carretera junta vecinal, "Por el Desarrollo Integral de San Antonio" que comprende las asociaciones de asociaciones vivienda Bello Amanecer, Los Jazmines, Villa SINMAC y San Diego de la Junta Vecinal por el desarrollo Integral de San Antonio. Teniendo un área total de intervención de 23,901.62m² de colocación de mezcla asfáltica en caliente. Para la cual se identificó un flujo vehicular Índice Medio Diario (IMDs), de 1394 vehículos calculando un ESAL de 6.30 E+05; Así mismo para el análisis de la determinación del CBR en el estudio de mecánica de suelos se obtuvo 02 valores de la capacidad de soporte del suelo correspondiendo al primer diseño un CBR del 6% obteniendo un SN calculado de 2.89 así mismo en la estructuración de las capas estructurales se determinó una carpeta asfáltica en caliente de 3" pulg. y una base granular de 8" pulg y una sub base granular de 6" pulg Obteniendo un SN requerido de 3.07; y para el segundo diseño de pavimento se utilizó la capacidad de soporte del suelo correspondiente a un CBR del 15% donde se obtuvo a las siguientes variables de diseño ESAL 6.30E+05; CBR 15.00%, Mr 14.457; So 045; R 80%; Zr -0.842, Pi 3.80; Pt 2.00, obteniendo un SN calculado de 2.31; así mismo en la estructuración de las capas estructurales se determinó una carpeta asfáltica en caliente de 3" pulg. y una base granular de 10" pulg y una sub base granular de 6" pulg Obteniendo un SN requerido de 2.62.

Palabras Claves: Pavimento Flexible, Serviciabilidad, Coeficientes Estructurales; Sub Rasante; Sub Base.

ABSTRACT

The present report of professional sufficiency has as main reason to evaluate the design of the flexible pavement of the neighborhood board road, "For the Integral Development of San Antonio" that includes the housing associations Bello Amanecer, Los Jazmines, Villa SINMAC and San Diego of the Neighborhood Board for the Integral Development of San Antonio. Having a total intervention area of 23,901.62m² of hot mix asphalt placement. For which a vehicular flow Average Daily Index (IMD) of 1394 vehicles was identified, calculating an ESAL of 6.30 E+05; likewise for the analysis of the determination of the CBR in the study of soil mechanics, 02 values of the bearing capacity of the soil were obtained, corresponding to the first design a CBR of 6%, obtaining a calculated SN of 2. 89 Likewise, in the structuring of the structural layers, a hot asphalt layer of 3" in. and a granular base of 8" in. and a granular subbase of 6" in. were determined, obtaining a required SN of 3. 07; and for the second pavement design we used the bearing capacity of the soil corresponding to a CBR of 15% where the following design variables were obtained: ESAL 6.30E+05; CBR 15.00%, Mr 14.457; So 045; R 80%; Zr -0.842, Pi 3.80; Pt 2. 00, obtaining a calculated SN of 2.31; likewise, in the structuring of the structural layers, a hot asphalt layer of 3" in. and a granular base of 10" in. and a granular subbase of 6" in. were determined, obtaining a required SN of 2.62.

Keywords: Flexible Pavement, Serviceability, Structural Coefficients; Subgrade; Subbase.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Mariscal Nieto, tiene un déficit de pavimento y veredas existente, El propósito del Proyecto está orientado a reducir el déficit de pavimentación y veredas existente, con la finalidad de mejorar los servicios de movilidad urbana en vías de las asociaciones de vivienda en mención, con objetivo de mejorar la calidad de vida de los pobladores

El trabajo realizado, permite identificar, describir y priorizar una serie de problemas relacionados con la transitabilidad de las personas y vehículos, así como seguridad frente a los considerables desniveles de la superficie de la zona, los cuales luego de ser analizados, nos llevan finalmente a definir el problema principal como “Población con deficiente acceso al servicio de movilidad urbana” El diagnóstico de la situación actual del ámbito de intervención, que describe y explica en gran parte la condición y estado de la realidad, ha permitido establecer que el problema principal afecta directamente a la población de las Asociaciones de Vivienda: San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, con deficiente acceso al servicio de movilidad urbana con inadecuadas condiciones de transitabilidad peatonal y vehicular, siendo la causa principal la Infraestructura vial y peatonal con características técnicas y de diseño inadecuadas al contexto rural existente.

El presente informe de suficiencia profesional tiene por objetivo evaluar el diseño de un pavimento flexible en caliente, bajo la metodología empírica de la norma AASHTO 93, la cual es la más utilizada en el país para el diseño de pavimentos flexibles debido a que se sustenta en una relación de regresión entre el número de ciclos de carga, la capacidad estructural del pavimento, y el rendimiento, medido en términos de capacidad de servicio que se encuentran comúnmente en los pavimentos.

TABLA DE CONTENIDOS

CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.	
1.1. Antecedentes de la empresa.	01
1.2. Perfil de la empresa.	01
1.2.1. Misión.	02
1.2.2. Visión.	02
1.2.3. Trabajos Similares	02
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA	
2.1. Descripción de la Realidad Problemática	03
2.2. Formulación del Problema	04
2.2.1. Problema General	04
2.2.2. Problemas Específicos	04
2.3. Objetivos del Proyecto	04
2.3.1. Objetivo General	04
2.3.2. Objetivos Específicos	05
2.4. Justificación	05
2.5. Limitantes de la Investigación	05
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	06
3.1.1 Requerimientos	07
3.1.2 Cálculos	10
3.1.3 Dimensionamiento	15
3.1.4 Equipos utilizados	17
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto	17

3.1.6 Estructura	19
3.1.7 Elementos y funciones	20
3.1.8 Planificación del proyecto	21
3.1.9 Servicios y Aplicaciones	22

CAPITULO IV DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación	41
4.2 Método de Investigación	41
4.3 Población y Muestra	42
4.4 Lugar de Estudio	42
4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información	43
4.6 Análisis y Procesamiento de datos	43

CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.2 Conclusiones	44
3.3 Recomendaciones	45

CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS

6.1 Referencias	47
6.2 Glosario de Términos	53

CAPÍTULO VII: ÍNDICES

7.1 Índices de Graficos	51
7.2 Índice de Figuras	51
7.3 Índice de Tablas	51

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

	54
ANEXO 1 – Costo total de la investigación e instalación del proyecto piloto	
ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación	

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

1.1. Antecedentes de la empresa.

La convención nacional del 29 de diciembre de 1857, que ratificó la ley promulgada por el libertador Ramón Castilla, dispuso que el departamento de Moquegua, integrado por las cuatro provincias: Tacna, Arica, Tarapacá y Moquegua, entre otras, llevaría a cabo el establecimiento de elecciones de cabildo en las capitales de los departamentos, provincias y distritos, para elegir las primeras municipalidades directamente dependientes del gobierno central establecido por la constitución.

Se desconoce la fecha exacta del inicio de las funciones de la municipalidad en la ciudad de Moquegua, pero anteriormente la municipalidad ocupó una casona ubicada en la calle Moquegua N° 851; edificio que data de 1799 y fue donado a la municipalidad de Moquegua el 5 de septiembre de 1945.

Actualmente, la municipalidad de Mariscal Nieto cuenta con una moderna infraestructura y se ubica en la Calle Ancash n. 275.

1.2. Perfil de la empresa.

La imunicipalidad provincial de Mariscal Nieto es una ientidad pública encargado del órgano ejecutivo, responsable de promover el desarrollo y la economía de la provincia, encargada de fomentar las iinversiones, actividades y servicios públicos

bajo su responsabilidad, en conformidad a los planes nacionales y locales de desarrollo, para contribuir al desarrollo integral y sostenible de toda la región Moquegua.

1.2.1. Misión

Brindar servicios de calidad promoviendo el desarrollo integral y armónico de la población de la provincia Mariscal Nieto con eficiencia, transparencia, sostenibilidad y competitividad.

1.2.2. Visión

La municipalidad de Mariscal Nieto al 2030, es una provincia con identidad, orden, seguridad, salud y líder en la calidad de la educación; que podrá competir en los campos de la agricultura, la minería y el turismo; sobre la base de la tecnología, la innovación y podrá gestionar eficazmente los recursos hídricos, en consonancia con el medio ambiente.

1.2.3. Proyectos similares

Tabla N° 01 Lista de proyectos Municipalidad Provincial Mariscal Nieto

Código	Nombre del proyecto	Monto de inversión
2081690	Mejoramiento de pistas y veredas en las calles de la junta vecinal los pioneros C. P. San Antonio, Distrito de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto - Moquegua	S/. 17,535,711.59
2148582	Mejoramiento de la Carretera ruta 505 el Morro - Cambrune - Somoa, empalme a ruta MO-102 en km 24+250, Distrito Carumas, Provincia de Mariscal Nieto - Moquegua	S/ 5,088,342.40
2193870	Mejoramiento de vías de acceso peatonal, en el sector de Quebaya, distrito Cuchumbaya, provincia de Mariscal Nieto - Moquegua	S/ 2,093,126.14

Fuente: Consulta amigable MEF

CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la Realidad Problemática

En la provincia de Mariscal Nieto, tiene un déficit de pavimento y veredas existente, El propósito del Proyecto está orientado a reducir el déficit de pavimentación y veredas existente, con la finalidad de mejorar los servicios de movilidad urbana en vías de las asociaciones de vivienda en mención, con objetivo de mejorar la calidad de vida de los pobladores

El trabajo realizado, permite identificar, describir y priorizar una serie de problemas relacionados con la transitabilidad de las personas y vehículos, así como seguridad frente a los considerables desniveles de la superficie de la zona, los cuales luego de ser analizados, nos llevan finalmente a definir el problema principal como “Población con deficiente acceso al servicio de movilidad urbana” El diagnóstico de la situación actual del ámbito de intervención, que describe y explica en gran parte la condición y estado de la realidad, ha permitido establecer que el problema principal afecta directamente a la población de las Asociaciones de Vivienda: San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, con deficiente acceso al servicio de movilidad urbana con inadecuadas condiciones de transitabilidad peatonal y vehicular en las calles de las Asociaciones de Vivienda Bello Amanecer, Los Jazmines, Villa

SINMAC y San Diego, siendo la causa principal la Infraestructura vial y peatonal con características técnicas y de diseño inadecuadas al contexto rural existente

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

- a) ¿Qué características tendrá el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?

2.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo las características del estudio de tráfico influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?
- b) ¿Cómo las características del suelo de fundación influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?
- c) ¿Cuáles serán las características de las variables de diseño del pavimento flexible en la determinación de los espesores de capa SN en las asociaciones de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?

2.3. Objetivos del Proyecto

2.3.1. Objetivo General

- a) Analizar las características del diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022

2.3.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar las características del estudio de tráfico que influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022
- b) Identificar las características del suelo de fundación que influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022
- c) Describir las características de las variables de diseño del pavimento flexible en la determinación de los espesores de capa SN en las asociaciones de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022

2.4. Justificación

Dada la importancia de este estudio, se analizará los aspectos teóricos y técnicos en la formulación del expediente técnico del proyecto: "Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en las vías de las asociaciones de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer Y Villa SINMAC de La Junta Vecinal por el desarrollo integral de San Antonio del Distrito de San Antonio, Mariscal Nieto, Moquegua" los cuales ayudarán a poder reconocer de manera oportuna las características del diseño del pavimento flexible y el análisis de su memoria de cálculo, a modo de brindar una opinión técnica sobre el mismo. El estudio brinda recomendaciones para ayudar a proyectos similares a lograr sus objetivos de manera más efectiva.

2.5. Limitantes de la Investigación

No se identificaron limitaciones significativas en la planificación y ejecución de esta investigación.

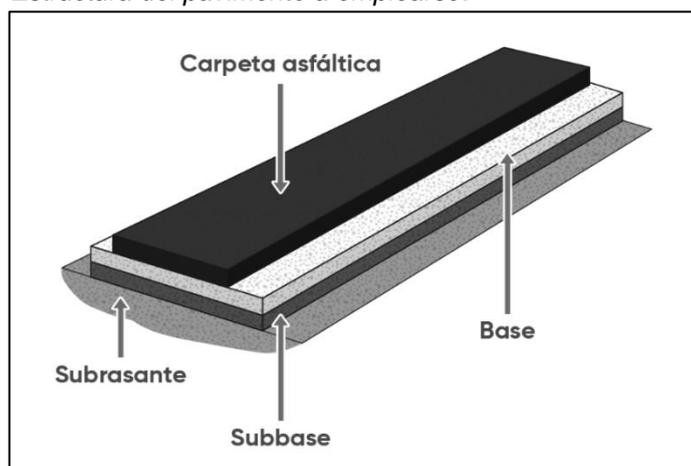
CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

La metodología AASHTO -1993 se utiliza para diseñar los pavimentos asfálticos en donde se emplea una ecuación empírica en busca del número estructural (SN) el cual es esencial para la determinación de los espesores de las capas que conformaran el pavimento flexible, siendo estas la capa asfáltica, la capa de base granular y la capa de la sub base granular. Así mismo en la analizara todas las características y variables de diseño del proyecto: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en las vías de la junta vecinal por el desarrollo integral de San Antonio del Distrito de San Antonio”

Figura 1
Estructura del pavimento a emplearse.



Fuente: Expediente Técnico

3.1.1 Requerimientos

Tabla 2

Requerimientos y normatividad aplicada en trabajo de suficiencia profesional

Normativa	Descripción
ASTM – D2216	Contenido de humedad
ASTM – D4318	Limite liquido
ASTM – D4318	Limite plastico
NTP – 339.171 – ASTM D – 3080	Corte directo
NTP – 339.178 – AASTHO	Contenido de Sulfatos solubles en suelos
NTP – 339.177 – AASTHO	Contenido de Cloruros Solubles en Suelos
MTC E 115 (ASTM D-1557)	Determinacion de humedad-densidad (P. Modificado)
MTC E 132 (ASTM D-1883)	(CBR) Metodo del cuerpo de Ingenieros
ASTM D 6951	Ensayos de penetración dinámica de cono DCP
ASTM – D – 2487	Clasificaciones de SUCS
ASTM – D – 3282	Clasificacion AASTHO
AI	CBR percentil
AASTHO – 93	ESAL
AASTHO – 93	Diseño de pavimento flexible
AASTHO – 93	Coefficientes Estructurales del Pavimento
AASTHO – 93	Parametros de Drenaje

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, Norma Técnica Peruana, Instituto del Asfalto y American Society for Testing and Materials.

En la tabla 2 se realizó la recopilación de la normativa a utilizarse en el diseño del pavimento flexible en el informe de suficiencia profesional.

Características de los materiales granulares

Bases granulares

Tabla 3

Requerimientos granulométricos para la base granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9,5 mm.(3/8 ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: American Society for Testing and Materials D-1241

Nota : El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 4*Valor relativo de soporte*

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes (< 10 ⁶)	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes (≥10 ⁶)	Mín. 100%

Fuente: American Society for Testing and Materials D-1241

Nota: Referido al 100% de la Máxima Densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5 mm), la franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto y aprobada por el supervisor.

Tabla 5*Requerimiento agregado grueso*

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				<3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% máx.	80 % máx.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40 % mín.	50 % mín.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 311	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Tabla 6*Requerimiento de agregado fino*

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3000 msnm	≥ 3000 msnm
índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2 % máx.
Equivalencia de arena	MTC E 114	35 % mín.	45 % mín.
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-	0.5% máx.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Nota: En las tablas 4 y 5 podemos observar los ensayos que se deben realizar a los agregados gruesos y agregados finos.

Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Tabla 7

Requerimientos para los agregados gruesos (MAC)

Norma		Altitud Requerimiento	
		≤3.000	3.000>
Durabilidad (asl Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx	15% máx
Abrasion	MTC E 207	40% máx	35% máx
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Indice de Durabilidad	MTC E 214	35% máx	35% máx
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx	10% máx
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 2019	0.5% máx	0.5% máx
Absorción	MTC E 2016	1,0% máx	1,0% máx

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, American Society for Testing and Materials

∂ La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluado mediante la performance de la mezcla según lo señalado.

∂ La notación “85/50” indica que el 85% del agregado grueso tiene cara de fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

Tabla 8

Requerimientos para los agregados finos (MAC)

Norma		Altitud Requerimiento	
		≤3.000	3.000>
Equivalente en Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metieno	AASTHO TP 57	8% máx.	8% máx.
Indice de Platicidad	MTC E 111	NP	np
Durabilidad	MTC E 209	-	18% máx.
Indice de Durabilidad	MTC E 214	35 min.	35 min.
Indice de Plastiidad	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx	0,5% máx
Absorción	MTC E 205	0,5% máx	0,5% máx

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, American Society for Testing and Materials

Nota: La del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será avaluada mediante la performance de la mezcla.

Gradacion para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica e caliente (MAC) deberá responder a algunos de los usos granulométricos, especificados en la Tabla 8, alternativamente pueden emplearse las gradaciones especificadas en la ASTM D 3515 e Instituto del Asfalto.

Tabla 9

Gradacion para mezcla asfáltica en caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 2000)	4-8	4-8	5-10

Fuente: American Society for Testing and Materials e Instituto del Asfalto

3.1.2 Cálculos

Resumen de trabajos de campo:

- ✓ Calicatas (1) una cada (1800) mil ochocientos metros cuadrados y muestreo de los suelos de cada estrato encontrado (Superficie de rodadura y sub rasante).
- ✓ Las calicatas se han realizado en las coordenadas señaladas en el Cuadro 10, teniendo cuidado de no dañar las tuberías de las redes de agua y alcantarillado.
- ✓ Densidades de campo a la capa de sub rasante y toma de muestras de suelos para el CBR en cada calicata ejecutada.
- ✓ Identificación de sub-tramos críticos (por suelos, drenaje, y deterioros en la actual Superficie de Rodadura).
- ✓ Identificación de la Napa Freática.
- ✓ Identificación de Sub-tramos de roca en la sub rasante.

Las muestras disturbadas de suelos, debidamente identificadas con el código de calicata y protegidas mediante recipientes adecuados (bolsas plásticas), se han trasladado y ensayado en el laboratorio de campo, instalado para el presente estudio en la ciudad de Moquegua.

Estudio de mecánica de suelos

Tabla 10

Ubicación de calicatas

CODIGO	ASOCIACION	COORDENADAS	COTA	PROFUNDIDAD
C1		8095850 - 293258	1,344.90	1.50 m
C2	San Diego	8095745 - 293114	1,339.10	1.50 m
Cn 01 (*)		8095792 - 293168	1,340.95	1.50 m
C3		8095659 - 293405	1,352.00	1.50 m
C4	SINMAC	8095726 - 293317	1,346.94	1.50 m
Cn 02 (*)		8095723 - 293388	1,351.60	1.50 m
C5		8095862 - 293419	1,354.10	1.50 m
C6	Los Jazmines	8095769 - 293371	1,350.50	1.50 m
Cn 03 (*)		8095899 - 293374	1,355.95	1.50 m
C7		8095932 - 293675	1,372.10	1.50 m
C8	Bello Amanecer	8095780 - 293583	1,366.90	1.50 m
Cn 04 (*)		8095881 - 293601	1,366.40	1.50 m

Fuente: Estudio de mecánica de suelos de expediente técnico

(*) Calicatas realizadas en la etapa de pre-inversion.

Ensayos realizados en muestras de suelos

Las muestras disturbadas extraídas en la investigación de campo, fueron procesadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, empleando las normas ASTM y MTC vigentes.

El programa de ensayos comprendió lo siguiente:

Tabla 11

El programa de ensayos realizados en el suelo de fundación

Descripción de ensayo	Procedimiento aplicado
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E 107 (ASTM-D-422)
Determinación del límite Líquido	MTC E 110 (ASTM-D-4318)
Determinación del límite Plástico	MTC E 111 (ASTM-D-4318)
Determinación del contenido de humedad	MTC E 108 (ASTM-D-2216)
Clasificación de SUCS	ASTM-D-2487
Clasificación AASHTO	ASTM-D-3282
(CBR) Método del cuerpo de Ingenieros	MTC E 132 (ASTM-D-1883)
Proctor modificado	MTC E 115 (ASTM D-1557)
Equivalente de arena	MTC E 114 (ASTM D-2419)
Densidad de Campo	MTC E 117 (ASTM-D-1556)
Contenido de sulfatos	ASTM D-516
Contenido de cloruros	ASTM D-512

Fuente: Estudio de mecánica de suelos de expediente técnico

Interpretación de resultados

Los resultados de los ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos, la clasificación visual de los suelos en campo nos permiten interpretar y describir las características físico-mecánicas de los suelos identificando los estratos hallados con su respectivo espesor y plasmar un Perfil Estratigráfico de las vías (Superficie de Rodadura existente-sub rasante), en el que se muestra la ubicación y variación tanto horizontal como vertical de cada uno de los estratos encontrados, traslapando e interpolado según los puntos de investigación realizados, con los suelos clasificados según AASHTO y SUCS y además realizar un análisis de la Capacidad de Soporte de los suelos de sub rasante y de los suelos desfavorables.

Tabla 12

Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas

Asociación de vivienda	Calle	Nro estratos	Clasificación
SAN DIEGO	Pasaje N° 1 ^a	01	TIPO 1
	Pasaje N° 1	01	TIPO 1
	Calle N° 01	01	TIPO 1
	Calle N° 02	02	TIPO 2
	Calle N° 03	02	TIPO 2
	Calle N° 04	02	TIPO 2
	Calle N° 05	02	TIPO 2
	Calle San Diego	02	TIPO 2
	Av. Principal	01	TIPO 1

Fuente; Estudio de suelos y pavimentos

Tipo 1; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas bien graduadas y arenas arcillosas y es calificada como una sub rasante de buena calidad.

Tipo 2; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas arcillosas y arenas limosas y es calificada como una sub rasante de calidad regular.

Tabla 13

Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas

Asociación de vivienda	Calle	Nro estratos	Clasificación
LOS JAZMINES	Calle N° 06	02	TIPO 4
	Calle N° 07	02	TIPO 4
	Calle N° 08	02	TIPO 4
	Calle N° 09	02	TIPO 4
	Calle Los Jazmines	02	TIPO 4
	Av. Principal	03	TIPO 3

Fuente; Estudio de suelos y pavimentos

Tipo 3; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas bien graduadas y arenas limosas y es calificada como una sub rasante de buena calidad.

Tipo 4; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas arcillosas y arenas limosas y es calificada como una sub rasante de calidad regular.

Tabla 14*Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas*

Asociación de vivienda	Calle	Nro estratos	Clasificación
BELLO AMANECER	Pasaje N° 05	01	TIPO 5
	Calle N° 10	01	TIPO 5
	Calle N° 11	02	TIPO 6
	Calle N° 12	02	TIPO 6
	Calle N° 13	01	TIPO 5
	Calle N° 16	01	TIPO 5
	Calle N° 15	02	TIPO 6
	Calle Bello Amanecer	02	TIPO 6
	Av. Principal	01	TIPO 5

Fuente; Estudio de suelos y pavimentos

Tipo 5; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas mal graduadas, arenas limosas y arenas arcillosas y es calificada como una sub rasante de buena calidad

Tipo 6; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas arcillosas y es calificada como una sub rasante de regular calidad.

Tabla 15*Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas*

Asociación de vivienda	Calle	Nro estratos	Clasificación
VILLA SINMAC	Calle N° 03	01	TIPO 7
	Calle N° 04	01	TIPO 7
	Calle N° SN	01	TIPO 7
	Calle N° 05	01	TIPO 7
	Calle N° 06	02	TIPO 7
	Calle N° 07	01	TIPO 7
	Calle N° 08	01	TIPO 7
	Calle N° 09	01	TIPO 7
	Calle Villa Sinmac	02	TIPO 7

Fuente; Estudio de suelos y pavimentos

Tipo 7; En conclusión la sub rasante en este sector está formada por arenas y es calificada como una sub rasante de regular calidad.

Estudio de tráfico planificación

En esta etapa, se tiene que efectuar lo que es el reconocimiento de las vías a ser intervenidas con la ejecución del proyecto, para evaluar si corresponde sectorizarla por tramos homogéneos de tráfico y determinar en donde serán ubicadas las estaciones de conteo.

Con respecto a los conteos de volumen y su clasificación, se realizan durante las 24 horas del día, clasificando los tipos de vehículos por cada hora, en cada sentido de tráfico, esto se debe de realizar por 7 días en cada uno de los tramos.

Tabla 16

Conteo de Tráfico: Clasificación Vehicular Diaria en Ambos Sentidos

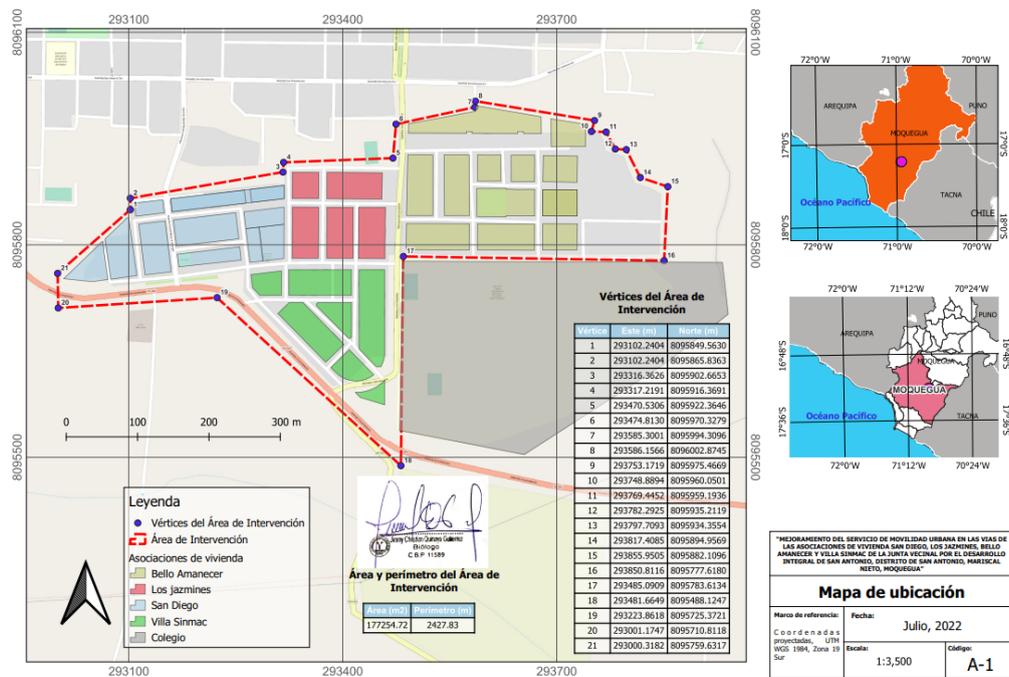
Tipo de vehículo		Sentido ida							VDC	Sentido vuelta							VDC	IMDs
		Asociaciones - Moquegua								Moquegua - Asociaciones								
		L	M	MI	J	V	S	D		L	M	MI	J	V	S	D		
Auto	Auto	461	484	462	517	431	427	344	447	357	362	349	359	313	328	281	336	783
Moto	Moto lineal/carga	50	71	50	49	53	47	38	51	37	46	59	45	45	36	30	43	94
Camioneta	Camioneta	59	59	50	51	43	46	33	49	29	45	40	47	30	28	30	36	85
Camión	Baranda	34	35	35	29	22	24	14	28	20	30	26	26	17	16	13	21	49
Camioneta rural	Combi	150	149	163	166	139	123	97	141	190	189	199	199	176	159	143	179	320
Maquinarias	Varias	0	2	1	4	4	1	0	2	1	3	6	1	0	0	0	2	4
Bus	B2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1	2
	B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión	2E	6	2	3	1	4	2	1	3	3	5	1	2	1	1	0	2	5
	3E	33	37	32	33	28	10	10	26	28	34	37	31	27	9	10	25	51
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semi trailer	T2S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1
TOTAL		793	840	796	851	726	681	538	748	666	716	720	711	609	577	508	646	1394

Fuente: Expediente Técnico estudio de tráfico Vial

Nota: En este cuadro se muestra el conteo vehicular realizado los siete (7) días establecidos el manual de carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos 2020, en esta tabla resumen se aprecia que en ambos sentidos ida y vuelta se tiene un IMDs de 1394 vehiculos.

3.1.3 Dimensionamiento

Figura 2
Identificación de tramo de vía a evaluar



Fuente: Expediente Técnico

Tabla 17
Zona a intervenir – Asociación San Diego

Asociación de vivienda	Calle	PROGRESIVA		Longitud m
		INICIO	FINAL	
SAN DIEGO	Pasaje N° 1 ^a	0+000	0+052	52
	Pasaje N° 1	0+000	0+021	21
	Calle N° 01	0+000	0+088	88
	Calle N° 02	0+000	0+145	145
	Calle N° 03	0+000	0+104	104
	Calle N° 04	0+000	0+074	74
	Calle N° 05	0+000	0+124	124
	Calle San Diego	0+000	0+217	217
	Av. Principal	0+000	0+250	250

Fuente; Resumen ejecutivo expediente técnico.
La longitud total de intervención en la Asociación San Diego será de 1075 m

Tabla 18
Zona a intervenir – Asociación Los Jazmines

Asociación de vivienda	Calle	PROGRESIVA		Longitud m
		INICIO	FINAL	
Los Jazmines	Calle N° 06	0+000	0+123	123
	Calle N° 07	0+000	0+079	79
	Calle N° 08	0+000	0+143	143
	Calle N° 09	0+000	0+123	123
	Calle los Jazmines	0+217	0+364	147
	Av. Principal	0+250	0+405	155

Fuente; Resumen ejecutivo expediente técnico.
La longitud total de intervención en la Asociación Los Jazmines será de 770 m

Tabla 19

Zona a intervenir – Asociacion Bello Amanecer

Asociacion de vivienda	Calle	PROGRESIVA		Longitud m
		INICIO	FINAL	
Los Jazmines	Pasaje N° 05	0+000	0+042	42
	Calle N° 10	0+000	0+091	91
	Calle N° 11	0+000	0+131	131
	Calle N° 12	0+000	0+043	43
	Calle N° 13	0+000	0+131	131
	Calle N° 16	0+000	0+243	243
	Calle N° 15	0+000	0+097	97
	Calle Bello Amanecer	0+000	0+245	245
	Av. Principal	0+000	0+246	246

Fuente; Resumen ejecutivo expediente técnico.

La longitud total de intervención en la Asociacion Bello Amanecer será de 1269 m

Tabla 20

Zona a intervenir – Asociacion Villa SINMAC

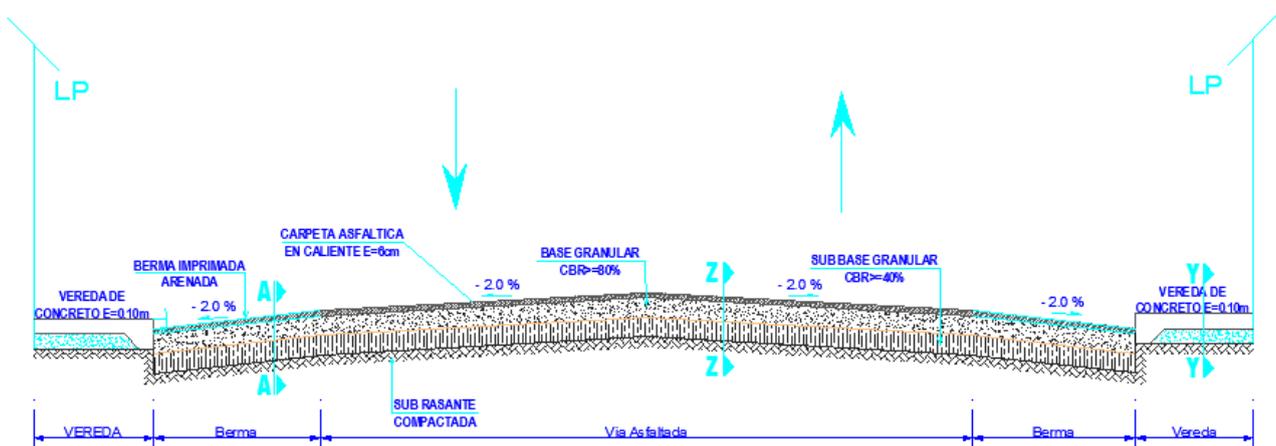
Asociacion de vivienda	Calle	PROGRESIVA		Longitud m
		INICIO	FINAL	
Villa SINMAC	Calle N° 03	0+000	0+151	151
	Calle N° 04	0+000	0+043	43
	Calle N° SN	0+000	0+040	40
	Calle N° 05	0+000	0+210	210
	Calle N° 06	0+000	0+042	42
	Calle N° 07	0+000	0+114	114
	Calle N° 08	0+210	0+256	46
	Calle N° 09	0+000	0+155	155
	Calle San SINMAC (02)	0+000	0+129	129

Fuente; Resumen ejecutivo expediente técnico.

La longitud total de intervención en la Asociación Villa SINMAC será de 930 m

Figura 3

Sección transversal de la vía



SECCION TRANSVERSAL TIPICA DE PAVIMENTO - NUEVO

PAVIMENTO FLEXIBLE - ESCALA 1:50

Fuente; Expediente Técnico; las secciones viales estarán acorde a las características de la vía

3.1.4 Equipos utilizados

Tabla 21

Equipos utilizados en el proyecto

Equipo utilizado	Descripción teórica
Computador personal	Dispositivo informático que tiene gran movilidad y poder transportarla relativamente fácil, se utilizó para los trabajos en gabinete y poder procesar toda la información obtenida.
Impresora multifuncional	Una impresora multifuncional incorpora como su propio nombre lo indica, impresora, escáner y fotocopiadora, se utilizó para la impresión de la información relevante, datos importantes que se utilizaron para el diseño del pavimento flexible.
Cámara fotográfica digital	Una cámara digital que utiliza un sensor electrónico para digitalizar las imágenes y guardarlas en una memoria, se utilizó para la toma de fotografías en el área de estudio y poder tener un registro veraz de la información.
Herramientas manuales	Son aquellas que usarlas que solo se utiliza la mano del trabajador como el flexómetro y otras.

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se describe los equipos utilizados para la evaluación del diseño del pavimento flexible para el presente informe de suficiencia profesional.

3.1.5 Conceptos básicos para el diseño del piloto

Pavimento flexible:

Escobar & Huincho (2017) señalan que; - Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase.

Serviciabilidad:

Es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo: en otras palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción.

Coefficientes estructurales

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente, los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos

coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

Subrasante

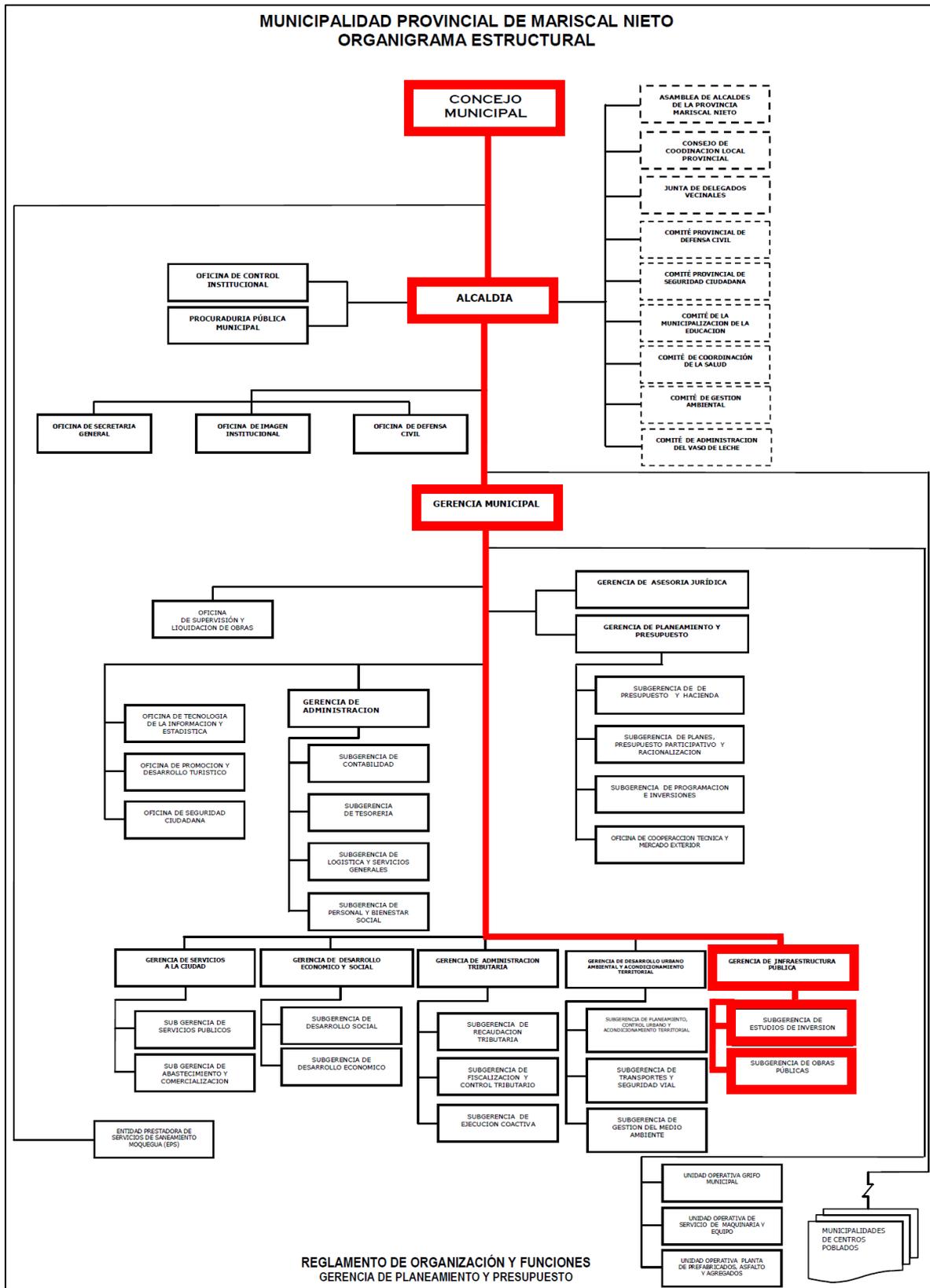
Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimenta y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

3.1.6 Estructura

Figura 4
Organigrama Municipalidad Provincial Mariscal Nieto



Fuente: MOF Municipalidad Provincial Mariscal Nieto

3.1.7 Elementos y Funciones

Concejo municipal

El Concejo de la Municipal Provincial Mariscal Nieto, está integrado por el alcalde, quien lo preside y los miembros de los consejos provinciales elegidos acorde a las leyes nacionales, tendrán funciones de dirección, fiscalización y control.

Alcaldía

La alcaldía es el órgano ejecutivo del gobierno local. El alcalde es el representante legal de la provincia “Mariscal Nieto”.

Es responsable de llevar a cabo las funciones ejecutivas del gobierno de la ciudad previstas en la Ley Orgánica de Municipalidades, N° 27972 y otras normas adicionales, siendo estas algunas de sus atribuciones:

Gerencia Municipal (GM)

La gerencia municipal es el máximo nivel administrativo-técnico del municipio, responsable de planificar, organizar, coordinar, dirigir y supervisar el funcionamiento de las unidades orgánicas de la ciudad y los servicios que se prestan a los habitantes de forma centralizada en función de los lineamientos de las políticas públicas, en

Gerencia de infraestructura pública (GIP)

La gerencia infraestructura pública, es el órgano, responsable de evaluar las propuestas, desarrollar estudios , ejecutar proyectos y poner en marcha proyectos estratégicos de inversión de gran impacto y beneficio para la provincia.

La gerencia de infraestructura pública, para el mejor cumplimiento de sus funciones tiene como sus dependencias:

- ✓ Subgerencia de estudios de inversión
- ✓ Subgerencia de obras públicas

Subgerencia de estudios de inversión (SEI)

La subgerencia de estudios de inversión, es el órgano responsable de conducir la formulación de estudios y proyectos de reinversión e inversión que permiten el desarrollo integral y sustentable de la jurisdicción. Así mismo son responsables de la elaboración de los expedientes técnicos de acuerdo a los componentes de los estudios de pre-inversión (Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad), por los que fue declarado viable.

Subgerencia de obras públicas (SOP)

La subgerencia de obras públicas tiene la tarea de liderar y/o apoyar el proceso de construcción de infraestructura de diversas maneras; en los lineamientos vigentes del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

3.1.8 Planificación del Proyecto

Tabla 22

Cronograma de actividades

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES/ACCIONES		Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
I	DOCUMENTACION	[Barra horizontal que cubre toda la semana]			
	Recopilación de información	[Barra horizontal]			
	Primera verificación y organización de información		[Barra horizontal]		
II	ANALISIS Y DESARROLLO DE LA INFORMACION	[Barra horizontal que cubre toda la semana]			
	Análisis del tráfico vial en el diseño de pavimento	[Barra horizontal]			
	Análisis del estudio de mecánica de suelos		[Barra horizontal]		
	Cálculo del los números estructurales y espesores del pavimento flexible			[Barra horizontal]	
III	REDACCION FINAL	[Barra horizontal que cubre toda la semana]			

Fuente: Elaboración propia

Nota; la asignación de actividades en la planificación del proyecto se alinea a los objetivos específicos formulados en el presente trabajo de suficiencia profesional.

3.1.9 Servicios y Aplicaciones

Conteo de tráfico vehicular clasificado

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que transitan por las vías locales de las asociaciones de vivienda Bello Amanecer, Los Jazmines, Villa Sinmac y San Diego, parámetro indispensable para la determinación de las características del pavimento

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente fórmula:

Para el conteo de 7 días.

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7} \dots\dots\dots[Ecuacion 1]$$

$$IMD_a = IMD_s * FC \dots\dots\dots[Ecuacion 2]$$

Donde:

- IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra vehicular.
- IMDa = Índice Medio Diario Anual.
- Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.
- F.C. = Factor de Corrección Estacional

Tabla 23
Metodología de trabajo

Etapas	Características
Planificación	En esta etapa se efectúa el reconocimiento de las vías a ser intervenidas con la ejecución del proyecto, para evaluar si corresponde sectorizarla por tramos homogéneos de tráfico y determinar la ubicación de las estaciones de conteo.
Etapa de campo	Realización de conteos vehiculares durante siete días consecutivos
Etapa de Gabinete	Etapa de Gabinete.- En esta etapa se realizan las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se explica la metodología utilizada. ✓ Se recopila información de la serie histórica de tráfico IMDA, si la hubiere. ✓ Se efectúa la revisión y consistencia de los datos de campo. ✓ Se selecciona el Factor de Corrección y se justifica, en base a la información existente en las publicaciones del MTC o en datos de Peajes cercanos, si los hubiere. ✓ Se efectúa el cálculo del IMDA. ✓ Se hacen cuadros gráficos de las variaciones diarias y horarias por sentido y total, y clasificación vehicular del IMDA, para cada estación y cuadro resumen por tipo de vehículo.

Fuente: Expediente Técnico

Resultados de conteos vehiculares

Tabla 24

Índice Medio Diario Semanal

TIPO DE VEHICULO		SENTIDO IDA							VDC	SENTIDO VUELTA							VDC	IMDs
		ASOCIACIONES - MOQUEGUA								MOQUEGUA - ASOCIACIONES								
		L	M	MI	J	V	S	D		L	M	MI	J	V	S	D		
AUTO	AUTO	461	484	462	517	431	427	344	447	357	362	349	359	313	328	281	336	783
MOTO	MOTO LINEAL/CARGA	50	71	50	49	53	47	38	51	37	46	59	45	45	36	30	43	94
CAMIONETA	CAMIONETA	59	59	50	51	43	46	33	49	29	45	40	47	30	28	30	36	85
CAMION	BARANDA	34	35	35	29	22	24	14	28	20	30	26	26	17	16	13	21	49
CAMIONETA RURAL	COMBI	150	149	163	166	139	123	97	141	190	189	199	199	176	159	143	179	320
MAQUINARIAS	VARIAS	0	2	1	4	4	1	0	2	1	3	6	1	0	0	0	2	4
BUS	B2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1	2
	B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION	2E	6	2	3	1	4	2	1	3	3	5	1	2	1	1	0	2	5
	3E	33	37	32	33	28	10	10	26	28	34	37	31	27	9	10	25	51
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMI TRAILER	T2S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1
TOTAL		793	840	796	851	726	681	538	748	666	716	720	711	609	577	508	646	1394

VDC: Volumen diario clasificado

Fuente; Estudio de trafico vehicular expedente tecnico

El tráfico medio diario, no viene a ser otra cosa que el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo; Como resultado de los conteos realizados se tiene, en promedio 1394 vehículos diarios.

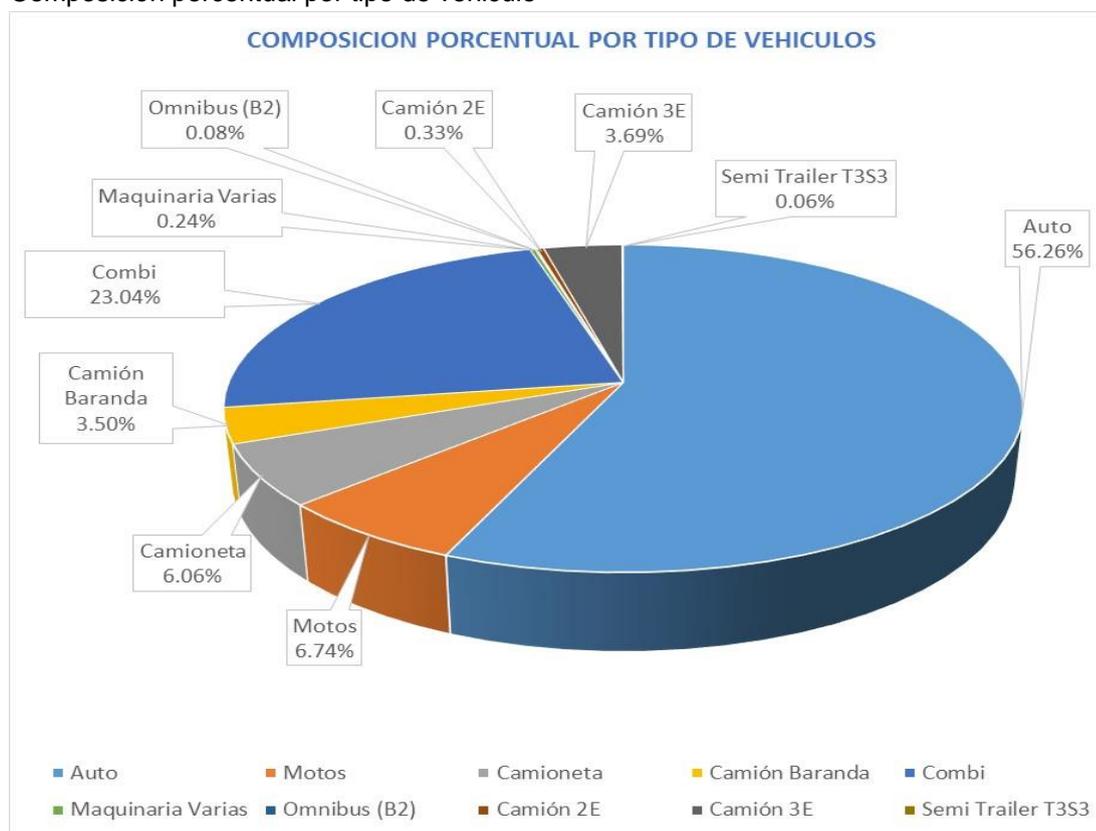
Tabla 25

Variación porcentual por tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULO		IMDs	PORCENTAJE (%)
AUTO	AUTO	783	56.17%
MOTO	MOTO LINEAL/CARGA	94	6.74%
CAMIONETA	CAMIONETA	85	6.10%
CAMION	BARANDA	49	3.52%
CAMIONETA RURAL	COMBI	320	22.96%
MAQUINARIAS	VARIAS	4	0.29%
BUS	B2	2	0.14%
CAMION	2E	5	0.36%
	3E	51	3.66%
SEMI TRAILER	T3S3	1	0.07%
TOTAL		1394	100.00%

Fuente; Estudio de trafico vehicular expedente tecnico

Grafico 1
Composición porcentual por tipo de vehículo



Fuente; Estudio de trafico vehicular expediente técnico.

Tasa de Crecimiento Anual (TCA).

La metodología para proyectar el tráfico futuro de los vehículos de pasajeros y de carga (camiones), se basa en la ficha técnica estándar para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en carreteras interurbanas, establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 26
Tasa de Crecimiento de Vehículos

	Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC	PBI	TC	PBI
Loreto.	1.30%		Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%		Madre de Dios	1.98%
Moquegua	2.00%		Moquegua	4.90%
Pasco.	0.84%		Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%		Piura.	3.23%

Fuente : Ministerio de Economía y Finanzas.

Cuadro 1

Factores de distribución direccional y de carril para determinar el Transito en carril de diseño.

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

Fuente; Elaboracion Propia en base a datos de la Guia AASHTO 93.

Para el diseño del presente estudio los factores asumidos serán los siguientes.

Factor direccional = 0.50

Factor Carril = 1.00

Calculo de Ejes Equivalenetes

Para el cálculo de los EE, se ha tomado el criterio simplificado de la metodología AASHTO y el manuales del ministerio de transportes y comunicaciones aplicando las siguientes relaciones para vehiculos pesados, buses y camiones:

- 1: Tipo de ejes equivalentes: (EE 8.20 Ton.)
2. Eje simple de ruedas simples $EES1 = [P / 6.6]^4$
3. Eje simple de ruedas dobles $EES2 = [P / 8.2]^4$
4. Eje tandem de ruedas dobles $EETA = [P / 15.1]^4$
5. Ejes tridem de ruedas dobles $EETR = [P / 22.9]^4$
6. P = Peso real por eje en toneladas

Calculo de eal de diseño (N° Rep de EE8.2tn)

Tabla 27

Calculo de ESAL de diseño

Tipo de Vehículo		Nº veh/día	Fd	Fc	Nº veh/año	F.C.	ESAL en carril de diseño	r	Factor de crecimiento	ESAL
Tráfico Ligero	SEGÚN DS 0.58-2003-MTC	191	0.5	1	69,715	0.005	1,254	2.00%	24.30	2,044.00
Tráfico Pesado	Bus 2 Ejes (B2 según AASHTO)	2	0.5	1	730.00	4.504	0	4.90%	32.72	255.50
Tráfico Pesado	Camion (2E según AASHTO)	5	0.5	1	1,825.00	3.28	0	4.90%	32.72	219.00
Tráfico Pesado	Camion (3E según AASHTO)	51	0.5	1	18,615.00	2.77	24,659	4.90%	32.72	127.75
Tráfico Pesado	Semi Trailer (T3s3 según AASHTO)	1	0.5	1	365.00	4.99	2,993	4.90%	32.72	821.25
TOTAL		250			91,250.00		28,906			6.30E+05

Fuente: Elaboracion propia revisión de información de expediente tecnico

b) Identificar las características del suelo de fundación

Trabajos de campo

El objetivo del presente estudio, es diseñar un pavimento con una estructura resistente, para permitir una adecuada serviciabilidad a los usuarios durante el período de vida de diseño, teniendo en cuenta las características geométricas, el comportamiento del terreno natural, el aporte estructural (SN) de la plataforma de las vías existentes y el tránsito pasante actual.

Cuadro 2

CBR obtenidos en laboratorio – Asociación San Diego

Código	Asociación de Vivienda	Ubicación			Clasificación		CBR
		Calle	Estado	Estrato	SUCS	AASHTO	
C - 2	San Diego	Pasaje N° 1A	Ponderado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	15.50%
C - 2		Pasaje N° 1	Ponderado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	15.50%
C - 2		Calle N° 01	Investigado	E - 2	SW-SM	A-1-a(0)	15.50%
Cn-01		Calle N° 02	Investigado	E - 2	SC	A-6(0)	9.00%
Cn-01		Calle N° 03	Investigado	E - 2	SC	A-6(0)	9.00%
C - 1		Calle N° 04	Investigado	E - 2	SM	A-6(0)	6.10%
C - 1		Calle N° 05	Ponderado	E - 1	SM	A-6(0)	6.10%
C - 1		Calle San Diego	Investigado	E - 2	SM	A-6(0)	6.10%
C - 2		Av. Principal	Investigado	E - 2	SW-SM	A-1-a(0)	15.50%

Fuente: Estudio de mecánica de suelos expediente técnico.

Cuadro 3*CBR obtenidos en laboratorio – Asociación Los Jazmines*

Código	Asociación de Vivienda	Ubicación			Clasificación		CBR
		Calle	Estado	Estrato	SUCS	AASHTO	
Cn-03	Los Jazmines	Calle N° 06	Investigado	E - 2	SC	A-6(0)	14.00%
C - 5		Calle N° 07	Investigado	E - 2	SM	A-4(1)	6.00%
Cn-03		Calle N° 08	Investigado	E - 2	SC	A-6(0)	14.00%
C - 5		Calle N° 09	Ponderado	E - 1	SM	A-4(1)	6.00%
C - 5		Calle Los Jazmines	Investigado	E - 2	SM	A-4(1)	6.00%
C - 6		Av. Principal	Investigado	E - 2	SW-SM	A-1b6(0)	16.00%

Fuente: Estudio de mecánica de suelos expediente técnico.

Cuadro 4*CBR obtenidos en laboratorio – Asociación Bello Amanecer*

Código	Asociación de Vivienda	Ubicación			Clasificación		CBR
		Calle	Estado	Estrato	SUCS	AASHTO	
C - 7	Bello Amanecer	Pasaje N° 05	Ponderado	E - 1	SC	A-2-4(0)	13.00%
C - 7		Calle N° 10	Ponderado	E - 1	SC	A-2-4(0)	13.00%
C - 8		Calle N° 11	Investigado	E - 2	SP-SM	A-1-a(0)	12.10%
C - 7		Calle N° 12	Ponderado	E - 2	SC	A-2-4(0)	13.00%
C - 7		Calle N° 13	Investigado	E - 1	SC	A-2-4(0)	13.00%
C - 7		Calle N° 16	Investigado	E - 1	SC	A-2-4(0)	13.00%
C - 7		Calle N° 15	Ponderado	E - 2	SC	A-2-4(0)	13.00%
C - 8		Calle B. Amanecer	Ponderado	E - 2	SP-SM	A-1-a(0)	12.10%
C - 8		Av. Principal	Investigado	E - 2	SP-SM	A-1-a(0)	12.10%

Fuente: Estudio de mecánica de suelos expediente técnico.

Cuadro 5*CBR obtenidos en laboratorio – Villa SINMAC*

Código	Asociación de Vivienda	Ubicación			Clasificación		CBR
		Calle	Estado	Estrato	SUCS	AASHTO	
C - 3	Villa SINMAC	Calle N° 03	Investigado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	9.80%
C - 3		Calle N° 04	Investigado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	9.80%
C - 4		Calle N° S/N	Ponderado	E - 2	SC-SM	A-4(1)	9.70%
C - 4		Calle N° 05	Ponderado	E - 2	SC-SM	A-4(1)	9.70%
C - 4		Calle N° 06	Investigado	E - 2	SC-SM	A-4(1)	9.70%
C - 3		Calle N° 07	Investigado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	9.80%
C - 3		Calle N° 08	Ponderado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	9.80%
C - 3		Calle N° 08	Ponderado	E - 1	SW-SM	A-1-a(0)	9.80%
C - 4		Calle Villa SINMAC	Investigado	E - 2	SC-SM	A-4(1)	9.70%

Fuente: Estudio de mecánica de suelos expediente técnico.

Con la finalidad de obtener los CBR de diseño se han considerado los siguientes

critérios:

- ± Para el diseño de vías de la Asociación de Vivienda San Diego, se considera dos valores de CBR, para la Av. Principal se opta por el valor de CBR de 15.5%, en

tanto para las calles de adopta el valor crítico de CBR de la sub rasante, con valor homogéneo de 6.1%.

- ± Para el diseño de vías de la Asociación de Vivienda Los Jazmines, se considera dos valores de CBR, para la Av. Principal se opta por el valor de CBR de 15.5%, en tanto para las calles de adopta el valor crítico de CBR de la sub rasante, con valor homogéneo de 6.0%.
- ± Para el diseño de vías de la Asociación de Vivienda Bello Amanecer, se considera el valor de CBR crítico de la sub rasante, con valor homogéneo de 12.1%.
- ± Para el diseño de vías de la Asociación de Vivienda Villa SINMAC, se considera el valor de CBR de la sub rasante, con valor homogéneo de 9.7%.

En el Cuadro 27, se presenta los CBR de diseño adoptado para cada asociación de vivienda, clasificado por cada tramo homogéneo y la clasificación por categoría de sub rasante.

Tabla 28
CBR de diseño

CODIGO	ASOCIACIONES DE VIVIENDA	VIA	CBR DE DISEÑO	Categoría de Sub Rasante
01	San Diego	Calles	6.10 %	S2: Sub Rasante Regular
02		Avenida	15.50 %	S3: Sub Rasante Buena
03	Los Jazmines	Calles	6.00 %	S2: Sub Rasante Regular
04		Avenida	15.50 %	S3: Sub Rasante Buena
05	Bello Amanecer	Todas	12.10 %	S3: Sub Rasante Buena
06	Villa SINMAC	Todas	9.70 %	S2: Sub Rasante Regular

Fuente: Estudio de mecánica de suelos de expediente técnico

d) Variables de diseño del pavimento flexible en la determinación de los espesores de capa SN

Figura 5

Formula para hallar el numero estructural (SN)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials

Donde:

N_{18} : Número total de Ejes Equivalentes para el periodo de diseño (estudio de tráfico).

P_i : Serviciabilidad inicial

P_f : Serviciabilidad final

M_r : Módulo de resiliencia de la subrasante (Psi)

Z_r : Desviación estándar-confiabilidad

S_o : Desviación estándar total

SN : Numero Estructural

Parámetros de diseño de pavimento flexible

Se toma en consideración el Manual de Carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos del MTC-capitulo XII.

Siendo el procedimiento adoptado: Guía de Diseño AASHTO, el mismo que considera cuatro aspectos principales:

- Variables de diseño: Periodo de análisis, tráfico, confiabilidad, desviación estándar, periodo de diseño.
- Criterios de desempeño: serviciabilidad.

- Propiedades estructurales de los materiales: módulo resiliente efectivo de la subrasante, coeficiente estructural de la capa.
- Característica coeficiente de drenaje de capa.

Factor de confiabilidad (R)

Parámetro toma en cuenta las variaciones no esperadas que puedan tener el tráfico y el comportamiento del pavimento, para lo cual se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico para una sola etapa de diseño.

Tabla 29

Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (20 años) según rango de tráfico

Tipo de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp0	75,000	150,000	65%
	Tp1	150,001	300,000	70%
	Tp2	300,001	500,000	75%
	Tp3	500,001	750,000	80%
	Tp4	750,001	1,000,000	80%
	Tp5	1,000,001	1,500,000	85%
	Tp6	1,500,001	3,000,000	85%
	Tp7	3,000,001	5,000,000	85%
Resto de caminos	Tp8	5,000,001	7,500,000	90%
	Tp9	7,500,001	10,000,000	90%
	Tp10	10,000,001	12,500,000	90%
	Tp11	12,500,001	15,000,000	90%
	Tp12	15,000,001	20,000,000	95%
	Tp13	20,000,001	25,000,000	95%
	Tp14	25,000,001	30,000,000	95%
	Tp15		>30,000,000	95%

Fuente: Elaboracion propia en base a datos de la guia AASTHO 93

Desviación estándar (Zr)

Coeficiente de desviación estándar representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal, para una sola etapa de diseño.

Tabla 30
Desviación estandar

Trafico	Ejec equivalentes acumulados		Desviacion estándar normal (Zr)
Tp0	100,001	150,000	-0.385
Tp1	150,001	300,000	-0.524
Tp2	300,001	500,000	-0.674
Tp3	500,001	750,000	-0.842
Tp4	750,001	1,000,000	-0.842
Tp5	1,000,001	1,500,000	-1.036
Tp6	1,500,001	3,000,000	-1.036
Tp7	3,000,001	5,000,000	-1.036
Tp8	5,000,001	7,500,000	-1.282
Tp9	7,500,001	10,000,000	-1,282
Tp10	10,000,001	12,500,000	-1.282
Tp11	12,500,001	15,000,000	-1.282
Tp12	15,000,001	20,000,000	-1.645
Tp13	20,000,001	25,000,000	-1.645
Tp14	25,000,001	30,000,000	-1.645
Tp15	>30,000,000		-1.645
Tp0			

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials

Desviación estándar total (So)

La desviación estándar total S_o , es un valor que se toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo.

La guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente estudio se adoptara el valor de: $S_o=0.45$.

El índice de serviciabilidad presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varia de 0 a 5, un valor de refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar), y por el contrario un valor de 0 refleja el peor.

Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece. Serviciabilidad Inicial (PI).

La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida, a continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

Tabla 31
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según rango de tráfico.

Tipo de camino	Trafico	Ejes acumulados	equivalentes	Indice serviciabilidad inicial (Pi)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp1	150,001	300,000	3.80
	Tp2	300,001	500,000	3.80
	Tp3	500,001	750,000	3.80
	Tp4	750,001	1,000,000	3.80
	Tp5	1,000,001	1,500,000	4.00
	Tp6	1,500,001	3,000,000	4.00
	Tp7	3,000,001	5,000,000	4.00
	Tp8	5,000,001	7,500,000	4.00
Resto de caminos	Tp9	7,500,001	10,000,000	4.00
	Tp10	10,000,001	12,500,000	4.20
	Tp11	12,500,001	15,000,000	4.20
	Tp12	15,000,001	20,000,000	4.20
	Tp13	20,000,001	25,000,000	4.20
	Tp14	25,000,001	30,000,000	4.20

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO'93

Serviciabilidad final o terminal (PT)

La Serviabilidad final (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación se indican los índices de Serviabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

Tabla 32
Índice de Serviabilidad final (Pt) según rango de tráfico.

Tipo de camino	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Índice serviabilidad inicial (Pt)
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp1	150,001	300,000	2.00
	Tp2	300,001	500,000	2.00
	Tp3	500,001	750,000	2.00
	Tp4	750,001	1,000,000	2.00
	Tp5	1,000,001	1,500,000	2.50
	Tp6	1,500,001	3,000,000	2.50
	Tp7	3,000,001	5,000,000	2.50
Resto de caminos	Tp8	5,000,001	7,500,000	2.50
	Tp9	7,500,001	10,000,000	2.50
	Tp10	10,000,001	12,500,000	2.50
	Tp11	12,500,001	15,000,000	2.50
	Tp12	15,000,001	20,000,000	3.00
	Tp13	20,000,001	25,000,000	3.00
	Tp14	25,000,001	30,000,000	3.00

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO'93

Número estructural requerido

Para el cálculo del número estructural se utilizó la metodología establecida en el manual del AASHTO, en diseño de pavimentos que debe satisfacer la estructura del pavimento, el método proporciona la siguiente expresión.

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base, mediante el uso de los

coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 x m_2 + a_3 x d_3 x m_3 \dots \dots \dots [\text{Ecuacion 4}]$$

Dónde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d1, d2, d3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

m2, m3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. El Ingeniero Proyectista, debe realizar un análisis de comportamiento de las alternativas de estructuras de pavimento seleccionadas, de tal manera que permita decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada.

Coeficientes estructurales de capas

Es la capacidad estructural del material para resistir a las cargas actuantes, estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958-60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

Tabla 33*Coefficiente estructural de la capa superior del pavimento*

Componente del pavimento	Coefficiente estructural (a1)	Observación
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.250	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.150	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials

Tabla 34*coeficiente estructural de la base*

Componente de la base	coeficiente estructural (a2)	Observación
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials

Tabla 35*Coefficiente estructural de la sub-base*

Componente de la sub-base	Coefficiente estructural (a3)	Observación
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials

Se define realizar un diseño en carpeta asfáltica en caliente por la durabilidad que demuestra frente a la carpeta asfáltica en frío los datos tomados para el presente análisis del valor de coeficiente estructural 0.170/cm y módulo de resiliencia del concreto asfáltico es de 430 000.

Coeficientes de drenaje

El drenaje, es fundamental para el buen comportamiento del pavimento, de nada serviría efectuar un adecuado diseño de pavimento, si es que la vía no cuenta con un buen sistema de drenaje y un adecuado mantenimiento de ello en el tiempo.

La calidad del drenaje, para el proyecto se considera: La exposición en agua de las estructuras entre 1% a 5% y la condición de los sistemas de drenaje será buena para la base y Subbase.

Coeficiente de drenaje en Base $m_1=1.0$

Coeficiente de drenaje en Sub base $m_2=1.0$

Tabla 36

Valores recomendados del coeficiente de drenaje m_i para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

Calidad del drenaje	P=% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación.			
	Menor que 1%	1%-5%	5%-25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	1.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO - 1993

PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño empleado para la obtención de las estructuras del pavimento es de 20 años, el cual incluye labores de conservación y mantenimiento, tanto rutinario como periódico.

Tabla 37
Relación clasificación de vía / periodo de análisis

Clasificación de la vía	Periodo de analisis
Urbana de alto volumen de trafico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de trafico	10 - 20

Fuente: AASTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

En el presente análisis se tomara de 20 años como periodod de diseño, siendo una vía pavimentada de bajo volumen de tráfico.

Trafico y cargas

Para efectos de diseño de pavimento se ha tomado la información del estudio de tráfico efectuado para este proyecto, los ejes equivalentes han sido calculados con la información de campo efectuado mediante una estación de conteo, lo que nos permite conocer la cantidad de vehículos que transitan por la vía; con esta información se procedió al cálculo de número de repeticiones Acumuladas Equivalentes a Ejes Simples de 8.2ton, los cuales se muestran en el siguiente cuadro resumen para un periodo de 20 años.

Calculo de ejes equivalentes para un periodo de 20 años

Tabla 38
Ejes equivalentes en 20 años

Tipo de Vehículo		Nº veh/di a	Fd	Fc	Nº veh/año	F.C.	ESAL en carril de diseño	r	Factor de crecimie nto	ESAL
Trafico Ligero	SEGÚN DS 0.58-2003-MTC	191	0.5	1	69,715	0.005	1,254	2.00%	24.30	2,044.00
Tráfico Pesado	Bus 2 Ejes (B2 según AASHTO)	2	0.5	1	730.00	4.504	0	4.90%	32.72	255.50
Tráfico Pesado	Camion (2E según AASHTO)	5	0.5	1	1,825.00	3.28	0	4.90%	32.72	219.00
Tráfico Pesado	Camion (3E según AASHTO)	51	0.5	1	18,615.00	2.77	24,659	4.90%	32.72	127.75
Tráfico Pesado	Semi Trailer (T3s3 según AASHTO)	1	0.5	1	365.00	4.99	2,993	4.90%	32.72	821.25
TOTAL		250			91,250.00		28,906			6.30E+05

Fuente: Elaboración propia

Metodología de diseño de pavimento

El fundamento del proyecto se sustenta básicamente en las condiciones de estratigrafía detectadas y comprobadas mediante el nutrido número de ensayos destructivos ejecutados y el aporte de los diversos ensayos de campo y laboratorio realizados mediante el procesamiento de un considerable número de muestras recuperadas.

Nos referimos específicamente a los ensayos de clasificación, densidad – humedad, humedades naturales; y sustancialmente a su capacidad de soporte (CBR) de los suelos predominantes, determinados cualitativamente y de vmayor manera directamente en forma cuantitativa por medio de determinaciones de valores relativos de soporte de laboratorio.

Tabla 39

Numero Estructural (SN) cuando el CBR es igual al 6 % hasta 9.7 % sub rasante regular

Datos de Trafico y Propiedades de la Subrasante		Periodo de Diseño 20 años
A	Numero de Ejes Equivalentes Total (w18)	6.30E+05
B	Factor de Confiabilidad (R)	80%
C	Desviacion estandar Normal (Zr)	-0.842
D	Error estándar Combinado (So)	0.45
E	CBR de la Subrasante (%)	6 %
F	Modulo de Resilencia de la Subrasante (psi)	8.043
G	Servicibilidad Inicial (Pi)	3.8
H	Servicibilidad Final (Po)	2
I	Δ PSI	1.8
Numero estructural (SN)		2.89

Fuente: elaboracion propia

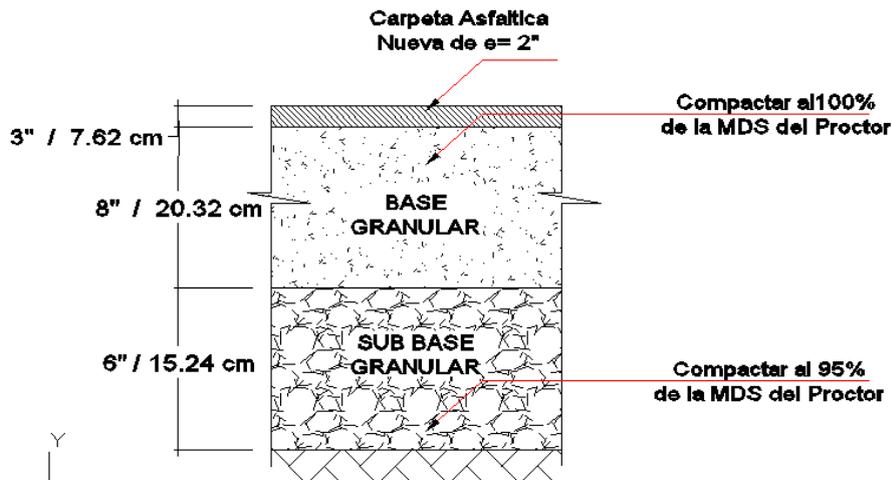
Para realizar nuestro diseño de pavimento de nos podemos guiar de **American Association of State Highway and Transportation Officials AASTHO – 1993** o del Manual de Carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y comunicaciones R.D. N° 10-2014-MTC/14.

Tabla 40
Espesores mínimo en pulgadas

Transito (ESAI's) En Ejes Equivalentes	Carpetas de Concreto Asfáltico	Bases Granulares
Menos de 50,000	1.0 ó T.S.	4,0
50,001 – 150,000	2,0	4,0
150,001 – 500,000	2,5	4,0
500,000 – 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 – 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials

Figura 6
Detalle de diseño estructural de pavimento cuando el CBR es 6%



Fuente: Elaboración propia

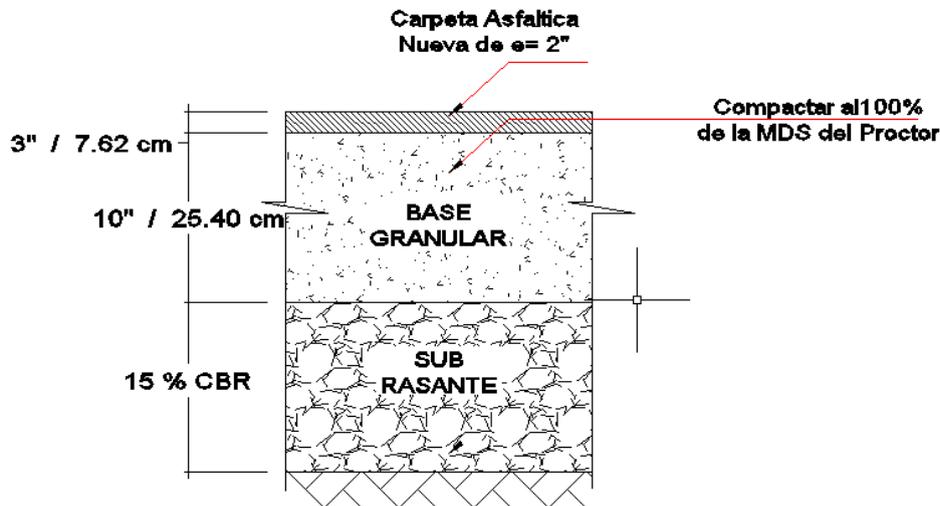
Tabla 41
Numero Estructural (SN) cuando el CBR es igual al 12 % al 15 % sub rasante buena

Datos de Trafico y Propiedades de la Subrasante		Periodo de Diseño 20 años
A	Numero de Ejes Equivalentes Total (w18)	6.30E+05
B	Factor de Confiabilidad (R)	80%
C	Desviación estandar Normal (Zr)	-0.842
D	Error estándar Combinado (So)	0.45
E	CBR de la Subrasante (%)	15 %
F	Modulo de Resilencia de la Subrasante (psi)	14.457
G	Servicibilidad Inicial (Pi)	3.8
H	Servicibilidad Final (Po)	2
I	Δ PSI	1.8
Numero estructural (SN)		2.31

Fuente: elaboracion propia

Figura 7

Detalle de diseño estructural de pavimento cuando el CBR es 6%



Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Calculo del SN requerido y SN real

Coeficientes del pavimento	CBR 6 %		CBR 15 %	
A. Coeficiente Estructural de Capa				
Capa Asfáltica en caliente (a1)		0.17		0.17
Base Granular (a2)		0.052		0.052
Sub-Base Granular (a3)		0.047		
B. Coeficiente de Drenaje de Capa				
Carpeta Asfáltica (m2t)				
Base Granular (m2)				
Sub-Base Granular (m3)		1		1
Datos de salida		SN calculado		SN calculado
Numero Estructural Total Requerido		2.89		2.31
Estructuración del pavimento				
Espesor Carpeta Asfáltica (cm)	7.62	1.2954	7.62	1.2954
Espesor de la Base Granular (cm)	20.32	1.05664	25.4	1.3208
Espesor de la Sub Base Granular (cm)	15.24	0.71628		
	SN real =	3.07	SN real =	2.6162

Fuente: Elaboración Propia

Se considero el diseño con asfalto en caliente ya que entre las propiedades más relevantes en una mezcla asfáltica en caliente están: la estabilidad, durabilidad, flexibilidad, resistencia a la fatiga, resistencia al fracturamiento por bajas temperaturas, resistencia al daño por humedad, resistencia al deslizamiento y trabajabilidad.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

Según su finalidad es básica y según su diseño es no experimental

Diseño de investigación; transeccional o transversal el cual busca recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único; Diseño correlacional, se busca evaluar si las variables de diseño de pavimento mediante la metodología AASTHO – 93 se encuentran asociado con el diseño del pavimento flexible en su característica de diseño.

4.2. Método de Investigación

Método deductivo; emplea el razonamiento y explica la realidad partiendo de leyes o teorías generales hacia casos particulares teniendo como principales características:

- ✓ Establece conclusiones a partir de generalizaciones.
- ✓ En lógica, la conclusión de un razonamiento está incluida en las premisas.
- ✓ Es útil cuando no se pueden observar las causas de un fenómeno.
- ✓ Sus conclusiones son rigurosas y válidas.
- ✓ No genera por sí mismo nuevo conocimiento, ya que parte de verificar conocimiento previo.

4.3. Población y Muestra

La población de estudio corresponde a las vías urbanas de la Junta vecinal “Por el Desarrollo Integral de San Antonio”

La muestra corresponde a las vías urbanas de las asociaciones de vivienda Bello Amanecer, Los Jazmines, Villa SINMAC y San Diego de la Junta Vecinal por el desarrollo Integral de San Antonio. Teniendo un área total de intervención de 23,901.62m². de colocación de mezcla asfáltica en caliente.

4.4. Lugar de Estudio

Ubicación.

El presente Proyecto se encuentra ubicado como a continuación se detalla:

Región : Moquegua
Departamento : Moquegua
Provincia : Mariscal Nieto
Distrito : San Antonio

Figura 8
Área de intervención



Fuente: Gobierno Regional Moquegua

4.5. Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

a) Técnicas

Las técnicas utilizada observación y el análisis de contenido

b) Instrumentos

Análisis de contenido; Cuadro de registro y clasificación de las categorías

Observación; Estructurada; Lista de cotejo, ficha de observación, escala de estimación

4.6. Análisis y Procesamiento de datos

MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Diseño del pavimento flexible de las Asoc. de Vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa SINMAC, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA
<p>1. PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>a) ¿Que características tendrá diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?</p>	<p>3. OBJETIVO GENERAL</p> <p>a) Analizar las características del diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022</p>	<p>Tipo de Investigación Básica; No experimental</p> <p>Diseño de la Investigación Correlacional - Transversal</p> <p>Ámbito de Estudio - Distrito de San Antonio</p>
<p>2. PROBLEMAS IESPECÍFICAS</p> <p>a) ¿ Cómo las características del estudio de trafico influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?</p> <p>b) ¿ Cómo las características del suelo de fundación influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?</p> <p>c) ¿ Cuáles serán las características de las variables de diseño del pavimento flexible en la determinación de los espesores de capa SN en las asociaciones de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022?</p>	<p>4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Identificar las características del estudio de trafico que influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022</p> <p>b) Identificar las características del suelo de fundación que influirá en el diseño del pavimento flexible de las Asoc. de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022</p> <p>c) Describir las características de las variables de diseño del pavimento flexible en la determinación de los espesores de capa SN en las asociaciones de vivienda San Diego, Los Jazmines, Bello Amanecer y Villa Sinmac, del Distrito San Antonio Region Moquegua 2022</p>	<p>Población La población de estudio corresponde a las vías urbanas de la Junta vecinal "Por el Desarrollo Integral de San Antonio"</p> <p>Muestra - Un área total de intervención de 23,901.62m2. de colocación de mezcla asfáltica en caliente</p> <p>Técnicas de Recolección de datos - Observación;</p> <p>Instrumentos Análisis de contenidos; cuadro de registro y clasificación de las categorías Observación; Estructurada; Lista de cotejo; ficha de observación, escala de estimación.</p>

Fuente : Elaboracion Propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye que en la identificación de la clasificación vehicular para el presente tramo es del siguiente orden: Motos (6.74%) Autos (56.26%), Camioneta Pick Up (6.06%), Camión baranda (3.50%), Combi (23.04%), Maquinaria Varias (0.24%), Omnibus B2 (0.08%), Camión de 2 Ejes (0.33%); Camion 3E (3.69%) y Semi trailer T3S3 (0.06%); teniendo una influencia mayor en el tráfico liviano los mismo que sirvieron para el cálculo de ejes equivalentes los cuales en un periodo de diseño de 20 años nos dio un ESAL de diseño de $6.30E+05$ de ejes equivalentes.

Se concluye que para el análisis de la determinación del CBR en el estudio de mecánica de suelos se obtuvo las siguientes características del suelo; en la asociación de vivienda San Diego el CBR de diseño en las calles es del 6.10% que corresponde a un S2 Sub Rasante Regular en las avenida un CBR de diseño de 15.50% que corresponde a un S2 Sub Rasante Buena; en la asociación de vivienda Los Jazmines el CBR de diseño en las calles es del 6.00 % que corresponde a un S2 Sub Rasante Regular en las avenida un CBR de diseño de 15.50% que corresponde a un S2 Sub Rasante Buena; en la asociación de Bello Amanecer el CBR de diseño en las calles y avenida es del 12.10% que corresponde a un S3 Sub Rasante Buena; en la asociación de Villa SINMAC el CBR de diseño en las calles y avenida es del 9.70% que corresponde a un S2 Sub Rasante Buena

Se concluye que para el primer diseño del pavimento flexible; se obtuvo a las siguientes variables de diseño ESAL $6.30E+05$; CBR 6.00%, Mr 8.043; So 045; R 80%; Zr -0.842, Pi 3.80; Pt 2.00, obteniendo un SN calculado de 2.89; así mismo en

la estructuración de las capas estructurales se determinó una carpeta asfáltica en caliente de 3" pulg. y una base granular de 8" pulg y una sub base granular de 6" pulg Obteniendo un SN requerido de 3.07.

Se concluye que para el segundo diseño del pavimento flexible; se obtuvo a las siguientes variables de diseño ESAL $6.30E+05$; CBR 15.00%, Mr 14.457; So 045; R 80%; Zr -0.842, Pi 3.80; Pt 2.00, obteniendo un SN calculado de 2.31; así mismo en la estructuración de las capas estructurales se determinó una carpeta asfáltica en caliente de 3" pulg. y una base granular de 10" pulg y una sub base granular de 6" pulg obteniendo un SN requerido de 2.62

5.2. Recomendaciones

Se recomienda tener personal calificado para determinar de manera idónea los tipos de vehículos que circulan por la vía y tener valores reales para el diseño del pavimento en la vía.

Se recomienda que de acuerdo a los análisis del estudio de mecánica de suelos se tenga un mayor análisis en los tipos de suelos S2 Sub rasante regular porque podría influir de manera directa en las fallas estructurales del pavimento si no se realiza un mejoramiento del suelo.

Se recomienda realizar el diseño del pavimento flexible teniendo en cuenta la calidad de soporte del suelo y proponer un diseño estructural de acuerdo a la similitud de suelos homogéneos encontrados en cada tramo de la vía.

CAPÍTULO VI

6.1. REFERENCIAS

- Castañeda & Murillo (2019). Análisis de las distintas metodologías de cbr de diseño para el calculo de espesores en pavimentos flexibles (Tesis de Grado), Universidad de la Costa, Barranquilla, Atlantico, Colombia.
- Sobalbarro & Rodriguez (2012). Diseño de la estructura de pavimento con adoquín tramo salidaAchuapa-cementerio Campos de Paz, Municipio de Estelí, por medio del método AASHTO 93 (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Ingenieria, Managua, Nicaragua.
- Rodriguez (2018). Análisis y propuesta de diseño del pavimento flexible en la carretera Carhuaz – Hualcán (Tesis de Grado), Universidad Cesar Vallejo, Huaraz, Perú.
- The Asphalt Institute, The Asphalt Handbook 1965 (4th edition), The Asphalt Institute. College Park, Maryland
- Cedeño, J. (2014). Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93 (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil,Ecuador.
- Gómez, S. (2014). Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau - Trujillo - La Libertad (Tesis de Pregrado), Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (1993a). AASTHO guide for design of pavement structures (4th edition) American Association of State Highway and Transportation Officials.

ASTM D 6433 (2007) Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys.

HUANG, Yang (2004) Pavement Analysis and Design. 2 ed. San Diego: Pearson Education.

Salamanca, M. & Zuluaga, S. (2014). Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos Invias, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del César (Trabajo de grado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

AYALA, E. (2014)"Metodología del AASTHO en pavimentos" PERÚ, electrónica

6.1. Glosario de Términos

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

AI: The Asphalt Institute o Instituto del Asfalto.

ANSI: American National Standards Institute o Instituto Nacional de Normalización Estadounidense.

ASTM: American Society for Testing and Materials o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.

DG : Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

EE: Especificaciones Especiales para Construcción de Carreteras de un Proyecto específico.

EEC: Especificaciones Especiales para la Conservación Vial de tramo específico.

EG : Manual de Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del Perú. Entre paréntesis se colocará el año de actualización.

EM : Manual de Ensayo de Materiales para la Construcción de Carreteras.

Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

FHWA: Federal Highway Administration o Administración Federal de Carreteras.

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

SI: Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado).

SLUMP: Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (el SI en el Perú).

Asfalto: Mezcla sólida y compacta de hidrocarburos y minerales que se emplea en el pavimento de calzadas.

Capa Asfáltica De Rodadura: Capa superior de un pavimento flexible.

Capacidad Vial: Es el número máximo de vehículos que pueden circular por una u otra vía durante un periodo de tiempo determinado, sin que se presenten demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos.

Carga Equivalente De Diseño: Carga de 80 KN por eje simple con sistema de rueda doble utilizada como referencia para la evaluación de diseño de pavimentos asfálticos.

Carretera: Vía diseñada para el tránsito de vehículos terrestres automotores.

Carril: Parte de la calzada que puede acomodar una sola fila de vehículos de cuatro o más ruedas.

Confiabilidad: Probabilidad de que una sección de pavimento diseñada se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño.

Mezcla Asfáltica: Material utilizado en la ingeniería de pavimentos, formada por una combinación de agregados pétreos y un producto asfáltico.

Módulo Resiliente: Caracteriza el comportamiento a deformación elástica de suelos.

En un ensayo triaxial de carga repetida a presión de confinamiento constante, es la relación entre el esfuerzo desviador y la deformación elástica unitaria axial.

Número De Ejes Equivalentes: Es el número de pasadas de un eje tipo que producirán en un pavimento el mismo grado de fallos que el ocasionado por el conjunto de los ejes del tránsito pesado real que circule por el mismo.

Tránsito: Acción de desplazamiento de personas, vehículos y animales por las vías.

Vía: Zona de uso público o privado abierta al público destinada al tránsito de público, personas y/o animales.

CAPÍTULO VII

ÍNDICES

7.1 Índices de Gráficos

Grafico 1 Composición porcentual por tipo de vehículo	24
--	----

7.2 Índices de Figuras

Figura 1 Estructura del pavimento a emplearse	6
Figura 2 identificación de tramo de vía a evaluar	15
Figura 3 Sección transversal de la vía	16
Figura 4 Organigrama Municipalidad Provincial Mariscal Nieto	19
Figura 5 Formula para hallar el número estructural (SN)	29
Figura 6 Detalle de diseño estructural de pavimento cuando el CBR es 6%	39
Figura 7 Detalle de diseño estructural de pavimento cuando el CBR es 6%	40
Figura 8 Área de intervención	42

7.3 Índice de Tablas

Tabla 1 Lista de proyectos Municipalidad Provincial Mariscal Nieto	2
Tabla 2 Requerimientos y normatividad aplicada en trabajo de suficiencia profesional	7
Tabla 3 Requerimientos granulométricos para la base granular	7
Tabla 4 Valor relativo de soporte	8
Tabla 5 Requerimiento de agregado grueso	8
Tabla 6 Requerimiento de agregado fino	8
Tabla 7 Requerimientos para los agregados grueso (MAC)	9
Tabla 8 Requerimientos para los agregados fino (MAC)	9
Tabla 9 Gradación para mezcla asfáltica en caliente	9
Tabla 10 Ubicación de calicatas	11

Tabla 11	El programa de ensayos realizados en el suelo de fundación	11
Tabla 12	Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas	12
Tabla 13	Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas	12
Tabla 14	Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas	13
Tabla 15	Clasificación de tramos según sus características físico mecánicas	13
Tabla 16	Conteo de Tráfico: Clasificación Vehicular Diaria en Ambos Sentidos	14
Tabla 17	Zona a intervenir – Asociación San Diego	15
Tabla 18	Zona a intervenir – Asociación Los Jazmines	15
Tabla 19	Zona a intervenir – Asociación Bello Amanecer	16
Tabla 20	Zona a intervenir – Asociación Villa SINMAC	16
Tabla 21	Equipos utilizados en el proyecto	17
Tabla 22	Cronograma de actividades	21
Tabla 23	Metodología de trabajo	22
Tabla 24	Índice Medio Diario Semanal	23
Tabla 25	Variación porcentual por tipo de vehículo	23
Tabla 26	Tasa de Crecimiento de Vehículos	24
Tabla 27	Calculo de ESAL de diseño	26
Tabla 28	CBR de diseño	28
Tabla 29	Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (20 años) según rango de tráfico	30
Tabla 30	Desviación estándar	31
Tabla 31	Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) según rango de tráfico	32
Tabla 32	Índice de Serviciabilidad Final (Pt) según rango de tráfico	33
Tabla 33	Coeficiente estructural de la capa superior del pavimento	35
Tabla 34	Coeficiente estructural de la base	35

Tabla 35 Coeficiente estructural de la sub-base	35
Tabla 36 Valores recomendados del coeficiente de drenaje m_i para bases y sub bases en pavimentos flexibles	36
Tabla 37 Relacion clasificación de via/periodo de análisis	37
Tabla 38 Ejes Equivalentes en 20 años	37
Tabla 39 Numero Estructural (SN)	38
Tabla 40 Espesores minimos en pulgadas	39
Tabla 41 Numero Estructural (SN) cuando el CBR es igual al 12 % al 15 % sub rasante buena	39
Tabla 42 Calculo del SN requerido y SN real	40
7.4 Índice de Cuadros	
Cuadro 1 Factores de distribución direccional y de carril para determinar el Transito en carril de diseño.	25
Cuadro 2 CBR obtenidos en laboratorio – Asociación San Diego	26
Cuadro 3 CBR obtenidos en laboratorio – Asociación Los Jazmines	27
Cuadro 4 CBR obtenidos en laboratorio – Asociación Bello Amanecer	27
Cuadro 5 CBR obtenidos en laboratorio – Villa SINMAC	27

CAPÍTULO VIII

ANEXOS