

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Evaluación del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

Jhordan Jimmy Cueva Narvajo

REVISOR

Alcibiades Bances Meza

Tarma, Perú

2023

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	JHORDAN JIMMY
Apellidos	CUEVA NARVAJO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	73359563
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	ALCIBIADES
Apellidos	BANCES MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0003-0158-3407

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del segundo miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del tercer miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	bicapa, transitabilidad, vial.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 004-2023-UCSS-FI/TPICIV**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Los Olivos, 25 de mayo de 2023

Siendo el día martes 16 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

**“Evaluación del Tratamiento Superficial a Nivel de Bicapa para la Transitabilidad Vehicular en la Vía Urbana del Barrio San Sebastián, en la Localidad de Tarma, 2023”**

Presentado por el bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Tarma:

**CUEVA NARVAJO, JHORDAN JIMMY**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. LABAN VARGAS, JOSE LUIS

Ing. CANTA HONORES, JORGE LUIS

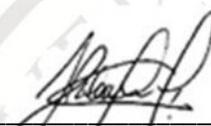
Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CUEVA NARVAJO, JHORDAN JIMMY el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,

  
LABAN VARGAS, JOSE LUIS  
Evaluador especialista 1

  
CANTA HONORES, JORGE LUIS  
Evaluador especialista 2

**Anexo 2****CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

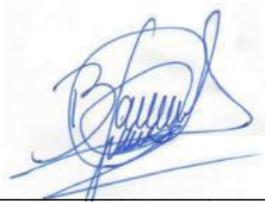
Manuel Ismael Laurencio Luna  
Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Evaluación del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023”**, presentado por CUEVA NARVAJO, JHORDAN JIMMY con código 2013100844 y DNI 73359563 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 4%**. \* Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bances', is positioned above a horizontal line.

Alcibiades Bances Meza  
**Docente Revisor**  
DNI N° 44127737  
ORCID: 0000-0003-0158-3407  
Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## RESUMEN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional tiene como objetivo general determinar la evaluación del tratamiento superficial a nivel bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023. Por ello, se desarrolló una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, con un diseño interviniente en el que se aplicó una verificación cuasi experimental para determinar el efecto que tiene la bicapa en la transitabilidad de la vía. En la cual se tuvo acceso a la información física, documentaria y de interacción social para la recopilación de datos, elaboración de instrumentos de organización, procesamiento y operación digital del desarrollo. Los resultados obtenidos son de un IMDA de 209 veh/día para un ciclo útil de 10 años, con un 100 % de vehículos livianos, un suelo de sub rasante compuesto de grava arcillosa con arena con un CBR recomendado por el AASHTO 93 de 30 %. Se desarrollo tres propuestas que cumplen la normativa y son válidas. Además, evaluando los parámetros de calidad, durabilidad y costo la bicapa es una alternativa que mejora la infraestructura vial, flujo vehicular, movilidad de los usuarios y confort de los pobladores del barrio San Sebastián.

***Palabras clave:*** bicapa, transitabilidad, vial.

## ABSTRACT

The present Professional Sufficiency Work has as general objective to determine the evaluation of the surface treatment at the bilayer level for vehicular trafficability on the road of the San Sebastián neighborhood, in the town of Tarma, 2023. For this reason, applied research with a quantitative approach was developed, with an intervention design in which a quasi-experimental verification was applied to determine the effect that the bilayer has on the trafficability of the road. In which there was access to physical information, documentation and social interaction for data collection, preparation of organizational instruments, processing and digital operation of development. The results obtained are an IMDA of 209 veh/day for a useful cycle of 10 years, with 100% light vehicles, a subgrade soil composed of clayey gravel with sand with a CBR improved by AASHTO 93 of 30%, and developing three proposals that comply with the regulations and are valid. In addition, to evaluate the parameters of quality, durability and cost, the bilayer is an alternative that improves the road infrastructure, the vehicular flow, the mobility of the users and the comfort of the inhabitants of the San Sebastián neighborhood.

**Keywords:** bilayer, trafficability, road.

## ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	
RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 TRAYECTORIA DEL AUTOR .....	4
2.1 Descripción de la Empresa / Institución (donde labora o laboró) .....	4
2.2 Organigrama de la Empresa .....	5
2.3 Áreas y funciones desempeñadas .....	7
2.4 Experiencia profesional realizada en la organización .....	9
3 PROBLEMÁTICA .....	13
3.1 Planteamiento del problema .....	13
3.2 Determinación del problema .....	15
3.2.1 Problema principal .....	15
3.2.2 Problemas secundarios.....	15
3.3 Objetivo General.....	15
3.4 Objetivos específicos .....	15
3.5 Justificación .....	16
3.6 Alcances y limitaciones .....	17
4 MARCO TEÓRICO .....	19
4.1 Antecedentes bibliográficos .....	19

4.2	Bases Teóricas .....	23
4.3	Definición de términos básicos.....	30
5	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	32
5.1	Metodología de la solución .....	32
5.2	Desarrollo de la solución .....	52
5.3	Factibilidad técnica – operativa.....	79
5.4	Cuadro de inversión.....	81
6	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	83
6.1	Análisis Costos – beneficio .....	83
7	APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN .....	88
8	CONCLUSIONES.....	89
9	RECOMENDACIONES .....	92
10	REFERENCIAS .....	93
11	ANEXOS.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura organizacional de municipio de Tarma.....	6
Figura 2 Organigrama de Obra.....	7
Figura 3 Modelo de agrupación de los tratamientos superficiales .....	33
Figura 4 Tipos de tratamiento superficiales con gravilla .....	33
Figura 5 Soluciones generales de mejoramiento de carreteras.....	34
Figura 6 Vida de servicio esperada de algunos tratamientos típicos.....	34
Figura 7 Estructura tratamiento superficial bicapa sobre base granular.....	35
Figura 8 Niveles granulométricos para agregados en tratamientos superficiales.....	37
Figura 9 Ensayos y especificaciones mínimas y máximas de calidad en agregados.....	37
Figura 10 Grados de penetración máximos y mínimos del cemento asfáltico .....	38
Figura 11 Nivel de viscosidad para cemento asfáltico según sus características .....	39
Figura 12 Rangos de temperatura para aplicación de asfalto (°C) .....	39
Figura 13 Cantidades aproximadas de materiales .....	40
Figura 14 Forma recomendable para agregado $A/E > 5/3$ y $L/A > 9/5$ .....	41
Figura 15 Ensayos y frecuencia requeridos .....	41
Figura 16 Dosificación correcta de ligante asfáltico .....	43
Figura 17 Características de ligantes y adherencia de asfaltos bituminosos .....	43
Figura 18 Aplicación de asfalto bituminoso para tratamiento superficial bicapa .....	45
Figura 19 Altura correcta de aspersores de asfalto bituminoso.....	45
Figura 20 Forma correcta de aplicar asfalto y agregados .....	46
Figura 21 Formas de extendedoras de agregados .....	46
Figura 22 Esparcido del agregado para tratamiento superficial bicapa.....	47
Figura 23 Consideraciones para la ejecución de tratamientos de una y dos capas.....	48
Figura 24 Esquema de operaciones de construcción a nivel de bicapa.....	48

Figura 25 Cisterna para riego de ligante asfáltico .....	49
Figura 26 Nivel de espacios compactados en el proceso constructivo.....	51
Figura 27 Textura final e importancia del barrido de agregado excedente .....	51
Figura 28 Espesores de diseño para tratamiento superficial a nivel de bicapa.....	52
Figura 29 Provincias de la Región Junín y distritos de Tarma .....	53
Figura 30 Localización de la vía urbana del barrio San Sebastián .....	54
Figura 31 Gráfico de número de vehículos promedio a la semana .....	58
Figura 32 Tipos de vehículos identificados en estación km 0+000.....	60
Figura 33 Índice considerado para tasa de aumento para vehículos livianos.....	62
Figura 34 Proyección total IMDA .....	63
Figura 35 Factores recomendados para el $F_d$ y $F_c$ por el MTC .....	64
Figura 36 Fórmula para calcular valores de ejes equivalentes .....	64
Figura 37 Factores de ajuste por inflado de neumáticos .....	65
Figura 38 Trabajos de rehabilitación de vía progresiva km 0+000 hasta km 0+120 .....	68
Figura 39 Reconocimiento de sub suelo durante experiencia profesional .....	69
Figura 40 Visualización de terreno rocoso en el segundo tramo.....	69
Figura 41 Análisis complementario de visualización de estratos en taludes.....	70
Figura 42 Resultados de prueba granulométrica según porcentaje que pasa .....	71
Figura 43 Relación entre el tipo de suelo, densidad seca y valores de CBR.....	72
Figura 44 Valores de desviación estándar normal ( $Z_R$ ) para vías de bajo transito .....	74
Figura 45 Diferencial de servicialidad ( $\Delta PSI$ ) para vías de bajo transito.....	74
Figura 46 Valores de coeficientes estructurales para base y sub base.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ficha técnica de obra .....	11
Tabla 2 Cuantificación de la cantidad y tipo de vehículos diarios .....	57
Tabla 3 Aplicación de la formula y cálculo de Índice Medio Diario Semanal .....	58
Tabla 4 Registro de cálculo de IMDA según clasificación vehicular .....	59
Tabla 5 Clasificación vehicular por peso y tipo .....	60
Tabla 6 Proyección de tránsito para la vida de servicio .....	61
Tabla 7 Proyección de tránsito generado por mejoramiento de vía y transito total .....	62
Tabla 8 Aplicación de fórmula para factores de vehículo pesado .....	65
Tabla 9 Cálculo de eje equivalente día según número de carriles .....	66
Tabla 10 Cálculo de eje equivalente día según número de carriles .....	67
Tabla 11 Granulometría de tipo de suelo semirocoso con presencia de arcillas .....	71
Tabla 12 Límites, composición y clasificación del tipo de suelo .....	72
Tabla 13 Alternativa numero 1 – Espesores de diseño .....	77
Tabla 14 Alternativa numero 2 – Espesores de diseño .....	77
Tabla 15 Alternativa número 3 – Espesores de diseño .....	77
Tabla 16 Evaluación final del tratamiento superficial a nivel de bicapa .....	78
Tabla 17 Cuadro de recursos y análisis de factibilidad técnica .....	79
Tabla 18 Cuadro de recursos y análisis de factibilidad operativa .....	80
Tabla 19 Cuadro de inversión de gastos realizados .....	82
Tabla 20 Costo estimado de ejecución del tratamiento a nivel de bicapa .....	83
Tabla 21 Costo estimado de mantenimiento para ciclo de vida de 10 años .....	84
Tabla 22 Determinación de Flujo Neto Efectivo .....	85
Tabla 23 Determinación de la Tasa de Descuento Aproximado .....	86

# 1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años el desarrollo científico y tecnológico a nivel mundial los materiales asfálticos que pueden ser utilizados en carreteras es cada vez más variados, debido a las diversas aplicaciones que tiene y las diferentes condiciones de uso con la que cuenta. Los diversos estudios internacionales demuestran su gran efectividad en estabilización de base en carreteras y su costo hacen de este producto uno muy cotizado al momento de realizar impermeabilizaciones de vías. Además, según la metodología que se aplique puede variar la resistencia, textura, durabilidad y otros factores físicos, por lo que es adaptable a las necesidades de cada proyecto y una opción en obras de mejoramiento de infraestructura vial.

Las carreteras y vías urbanas a nivel nacional al tener categorías y usos diferentes, el asfalto requerido para su óptimo funcionamiento es variable por lo que su aplicación requiere un diseño que se adapte al volumen de flujo vehicular, capacidades de cargas actuantes y estudios de mecánicas de suelos. A fin de garantizar la satisfacción de los usuarios sin que esto implique gastos excesivos al momento de su ejecución, y puedan cumplir la función de proteger la base de infiltraciones producto de las lluvias, erosiones y otros efectos que perjudiquen la composición y durabilidad de las vías. Teniendo que realizar un diseño que cumplan la normativa actual vigente para su aplicación, especificando además la importancia de utilizar materiales con estudios de calidad previos y su metodología de aplicación sea la correcta, a fin de garantizar el correcto desempeño de estos tratamientos superficiales.

Los pavimentos rígidos están contruidos en base a concreto en forma de losa que reposa sobre una capa base compactada y tratada. Los cuales tienen la ventaja de distribuir las cargas de los vehículos gracias a su módulo de rigidez y elasticidad. Siendo una estructura que brinda capacidad estructural, textura amigable con las ruedas de los vehículos y evita las infiltraciones de agua. Además, otra ventaja que tiene, es que la subrasante, no necesita un alto grado de compactación porque este nivel tiene un trabajo menor al momento de soportar las cargas, aunque su costo es elevado en comparación de otros métodos lo compensa con su alta durabilidad.

Los pavimentos flexibles son carpetas elaboradas con asfalto colocadas en caliente o frío sobre una o más capas compactadas. Esto se debe, a que todas las capas soportan los esfuerzos producidos y requieren de una correcta trabajabilidad para distribuir los esfuerzos. La superficie de pavimento asfáltico resiste las tensiones generadas por el transporte de vehículos, además su textura es antideslizante, y los periodos de aplicación son cortos para cubrir largas distancias.

Siendo la metodología del tratamiento superficial bicapa una aplicación de dos niveles por ligantes asfálticos los cuales pueden contener agregados de diversas dimensiones según las características de diseño, y aditivos si fuera necesario a fin de cumplir las especificaciones técnicas de la vía a intervenir. Este uso de capas dobles es utilizado en construcción de calzadas de flujo vehicular menor a 400 vehículos por día y de carga ligera. Como medida de solución a la hora de impermeabilizar la base siendo una opción económica con capacidad de soporte y durabilidad la cual será aplicada en la vía urbana del barrio San Sebastián.

El desarrollo urbano de nuestras ciudades se ve reflejado en gran parte por las vías que lo conforman. Siendo la transitabilidad vehicular la medida de la calidad de servicio que ofrece una calle percibida directamente por los usuarios. Este nivel de servicio se calcula considerando diversos factores que influyen en una vía, como el estado físico actual de la infraestructura vial, el nivel de seguridad percibido (reductores de velocidad y señalización adecuada), conservación durante el tiempo, tiempo de recorrido para desplazarse de un lugar a otro, y demás consideraciones apreciables por la población encuestada.

Además, el uso de vehículos a lo largo de la vida diaria de las personas se ha vuelto una parte importante, debido a que es usado por toda la población como medio de transporte al momento de dirigirse a sus trabajos, centros de estudios, realizar compras de víveres, viajes recreativos, entre otros. Por lo que, la exigencia de contar con calles en buen estado es cada vez mayor y necesarias para poder brindar una óptima calidad de vida a la población. Siendo una prioridad contar con vías pavimentadas las cuales mejoren el flujo vehicular y generen un desarrollo ordenado en la expansión de nuestras ciudades.

Siendo el barrio San Sebastián una zona de la periferia de Tarma, que está conformada por viviendas que se encuentran ubicadas en una topografía escarpada la cual cuenta con una sola vía urbana como medio de acceso vehicular a la zona. Por lo que, su conservación es altamente requerida por la población del sector. Anteriormente, por la ubicación del barrio las personas solo utilizaban graderías de pendientes pronunciadas para su desplazamiento. En efecto, era perjudicial para personas de edad avanzada, atención de emergencias de salud y patrullajes de seguridad ciudadana.

En la actualidad la vía urbana del barrio San Sebastián es usada de manera constante por la población, en su mayoría transitada por movilidad que ofrece el servicio de transporte de pasajeros y vehículos particulares de los residentes de la zona. Al ser un sector producto del desarrollo de la ciudad, es necesario brindar una mejora en su transitabilidad y así incrementar el desarrollo social y confort económico en los pobladores.

De tal manera, el objetivo de esta investigación es determinar si la evaluación del tratamiento superficial a nivel de bicapa puede mejorar la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023.

## **2 TRAYECTORIA DEL AUTOR**

### **2.1 Descripción de la Empresa / Institución (donde labora o laboró)**

Tarma como municipalidad poseen el RUC 20174816221. Es un organismo de gobierno local, constituida por la voluntad de la población, la cual tiene autonomía administrativa, social, política y económica en temas concernientes a su territorio. El mismo, tiene la misión de brindar servicios públicos de calidad a los pobladores y generar un desarrollo armónico, integral y sostenible de toda la provincia.

Declara que es función de las municipalidades el mejoramiento y rehabilitación de la infraestructura vial en las zonas urbanas y rurales como pavimentos, puentes y otros, para lograr un desarrollo territorial adecuado (Ley Orgánica de Municipalidades, 2021). Por tal manera, el gobierno local de Tarma con el objetivo de cumplir dicha función realiza anualmente el proceso del presupuesto participativo, para la priorización de proyectos a ejecutarse y elaboración de documentos previos requeridos como estudios de prefactibilidad y expedientes técnicos.

Reglamento de Organización y Funciones ROF (2022) define que la Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano tiene como función la planificación, estructuración y ejecución de proyectos públicos en todas las fases de su desarrollo de inversión, desde la generación de la formulación hasta la producción y mantenimiento de las obras. Además, es la encargada de desarrollar el espacio urbano de la ciudad considerando que sea adecuado y brinda autorizaciones para licencias de construcción de viviendas y conformación de habilitaciones urbanas.

De igual manera, Reglamento de Organización y Funciones ROF (2022) detalla que la Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones es el área que debe velar por el correcto desarrollo de nuevas infraestructuras públicas, mediante supervisiones constantes que garanticen el cumplimiento óptimo del expediente técnico y al dar por culminada la obra proceder con el cierre del proyecto mediante la liquidación técnica y financiera. Además, debe encargarse de elaborar y analizar los proyectos de inversión en las competencias de creación, rehabilitación, ampliación, entre otros.

Tiene como misión tener una convicción de libre expresión y coexistencia civilizada para una correcta democracia, impulsando la participación constante de sus pobladores para la formalización y valoración de la política pública. Implementando actividades de cooperación entre juntas vecinales, organismos públicos y el sector privado para mejorar la calidad, progreso y productividad que la ciudad generando un desarrollo integral.

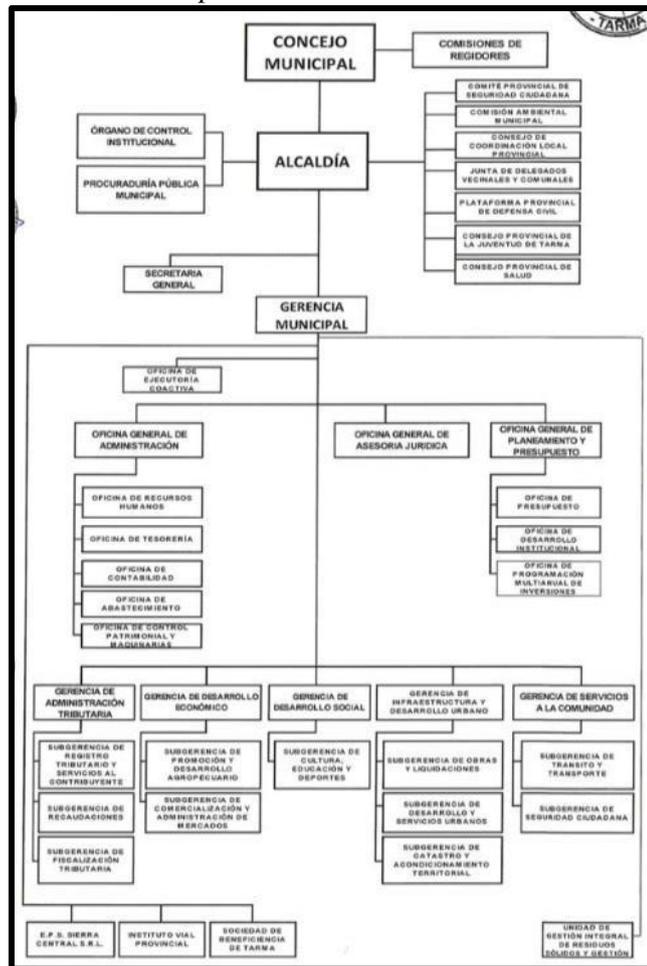
Como visión tiende ser la provincia con mejor ingreso y capacidad de gastos en la región Junín. Además, de encargarse de fomentar el desarrollo en conjunto, personal humano y organizado de la ciudad. Con la aplicación de métodos de mejora continua a las políticas de gobierno, para poder tener un efecto positivo en la población generando mejores oportunidades de desarrollo a los pobladores, con la repartición equilibrada de los recursos de la ciudad.

## **2.2 Organigrama de la Empresa**

Habiéndose ejecutado la obra por administración directa, la entidad según lo aprobado mediante Ordenanza Municipal N°039-2022-CMT designa a la Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones la responsabilidad de su correcta ejecución, de la ordenanza se extrae lo siguiente:

**Figura 1**

*Estructura organizacional de municipio de Tarma*



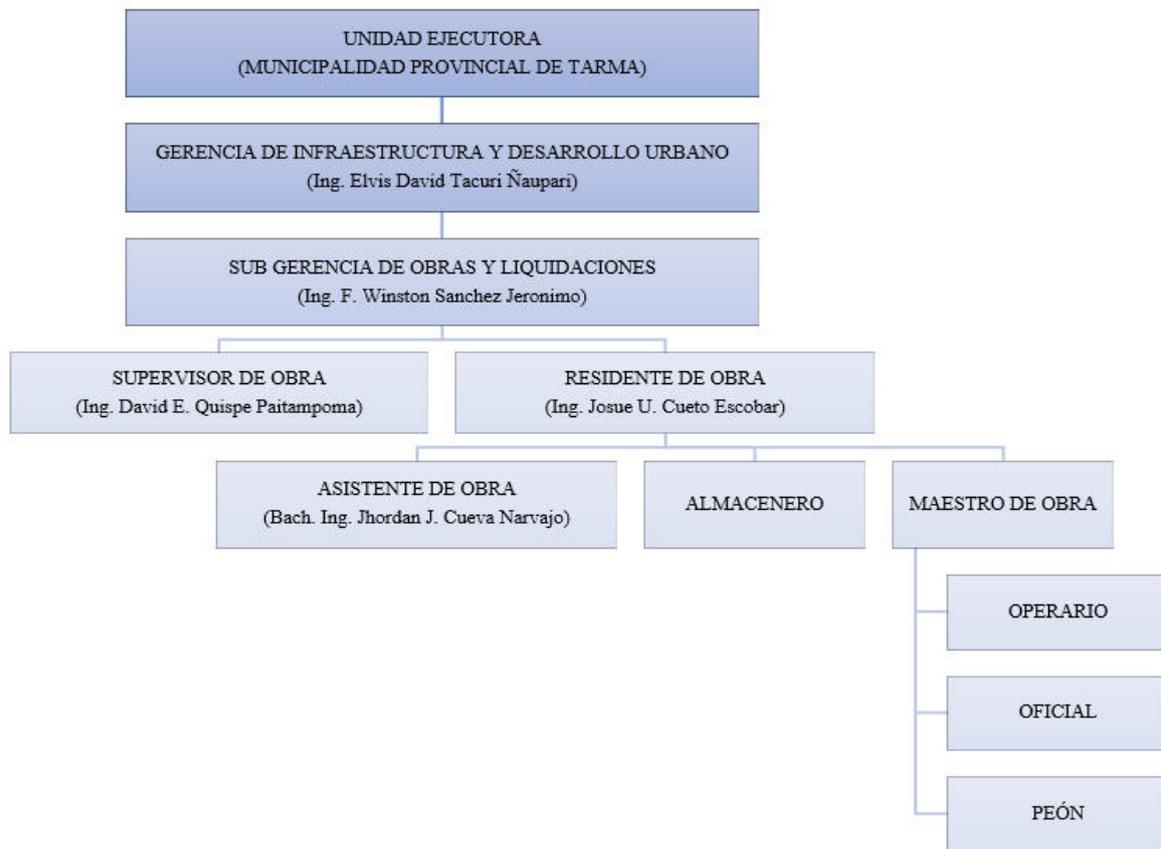
*Nota:* Vigente desde el 31/08/2022. Municipalidad Provincial de Tarma, Reglamento de Organización y Funciones ROF (2022).

Reglamento de Organización y Funciones ROF (2022) indica que es responsabilidad de las oficinas de gestión de infraestructura y desarrollo urbano (GIDU) y las oficinas de obras y liquidaciones (SGOL). La acción de ejecutar las obras contratando al personal clave y encargarse de la supervisión de las construcciones, las cuales deben desarrollarse según el expediente técnico aprobado.

Las obras por su parte al momento de su ejecución tienen su propia estructura, teniendo en cuenta lo antes mencionado se muestra el organigrama que contemplo la obra Construcción de vía carrozable Tarma – San Sebastián, distrito de Tarma-Junín I etapa, detallando en la figura 2 las funciones y personas encargadas.

**Figura 2**

*Organigrama de Obra*



### 2.3 Áreas y funciones desempeñadas

La principal área donde se desempeñó funciones fue en la municipalidad de Tarma, realizando trabajos para la Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones, bajo el cargo de asistente técnico administrativo en obras ejecutadas en los años 2021 y 2022. Realizando funciones técnicas de trabajo en las zonas de ejecución de las obras (barrio San Sebastián, San Martín, entre otros) y funciones administrativas en las oficinas del municipio de Tarma realizando trabajos de planificación, ejecución y control de actividades, seguimiento de adquisición de materiales, coordinación de trámites documentarios, presentación de informes de obra, inspecciones técnicas, entre otros.

Dentro de las funciones desempeñadas en el desarrollo de mi experiencia laboral se describen las siguientes:

- Asistente Técnico de obra.
- Velar por el correcto proceso constructivo de toda la obra, respetando lo señalado en el expediente técnico aprobado.
- Verificar que los trabajos cumplan las especificaciones técnicas, las construcciones sean de acuerdo a los planos y cumplir las metas del proyecto en su totalidad.
- Control de niveles topográficos en obra.
- Realizar la distribución del personal en las respectivas cuadrillas y destinar los trabajos a cada una de estas.
- Revisión de los equipos de seguridad individual en todo el personal (EPP), los cuales deben encontrarse en perfectas condiciones de uso.
- Coordinar de manera constante con el maestro de obra la correcta ejecución de trabajos diarios.
- Verificar el buen estado de las herramientas y equipos, y también la calidad de los materiales utilizado en el avance de los trabajos diarios.
- Cumplir los plazos y metas establecidas semanalmente por el residente de obra.
- Controlar el uso de insumos, equipos livianos y pesados y recursos humanos que se emplearon en la obra.
- Llevar un control digital y físico de metrados ejecutados, posibles modificaciones requeridas, partidas realizadas, numero de personal por cuadrilla, servicios realizados por los proveedores, materiales adquiridos y almacenados, entre otros.
- Apoyar en la elaboración de los informes técnicos y administrativos de obra: como valorizaciones mensuales, informes técnicos relacionado a consultas realizadas por la supervisión, cronogramas de avance de obra, conformidad de órdenes de compra y servicio, entre otros que fueron requeridos por el ingeniero residente.
- Participar de todas las coordinaciones con los demás involucrados de la obra.
- Elaboración del formato de requerimiento, incluido términos de referencias y especificaciones técnicas a nivel administrativo.
- Elaboración de informes de conformidades de bienes y servicios a nivel administrativo.
- Apoyo en la ejecución de inspecciones de carácter técnico.

- Seguimiento de informes para completar los objetivos de cierre de brechas como proyecto de inversiones.

## **2.4 Experiencia profesional realizada en la organización**

Revisión y evaluación de expedientes técnicos para la presentación de informes de compatibilidad, detectando incongruencia en partidas que generarían modificaciones en el presupuesto de obra. Este informe es muy importante para la aprobación de adicionales y deductivos de obra, su correcta evaluación me ayudó a desarrollar mis capacidades analíticas, verificación de metrados y costos.

Elaboración de cronogramas de ejecución de obra mediante en software Microsoft Project, esta herramienta me ayudó a controlar los tiempos de obra para evitar retrasos, a su vez la elaboración de sus modificaciones al presentarse paralizaciones y ampliaciones de plazo, todos estos trabajos me facilitaron el control adecuado de tiempos de ejecución de un proyecto, y a su vez me enseñó la importancia de adquirir los bienes con anticipación y ejecutar los servicios en plazos determinados, para una correcta culminación de obra dentro del plazo establecido.

Analizar el desempeño individual de cada trabajador ayudó a distribuir de mejor manera cada cuadrilla de trabajo, los resultados se vieron reflejados en el cumplimiento de metas semanales. Se hizo el uso de software como Ms Excel, MS Word, AutoCAD y S10.

Se realizó el control físico y financiero de obra, mi persona era la encargada de elaborar requerimientos para comprar insumos, materiales, otros, y contratar servicios por terceros en base a los costos del analítico de ejecución. Todo esto, contribuyó a llevar un control exacto de los trabajos que se realizaron mensualmente y control financiero adecuado que se vio reflejado en la liquidación de obra presentada, la cual se aprobó sin inconvenientes.

El trabajo de coordinación con los proveedores destinados para el cumplimiento de órdenes de servicio y compra, responsables de obra como residente, supervisor, personal de

la municipalidad, trabajadores de campo. Favoreció a coordinar y trabajar en conjunto con muchas personas, mejorando las capacidades de liderazgo y habilidades sociales. Esto se evidencio en la ausencia de reclamos y/o conflictos con los demás participantes de obra.

Además, se participó en otras obras las cuales se detallan a continuación:

- Obra de mejoramiento con pavimento rígido y veredas para las vías urbanas Ciro Alegría, Italia, Ashanika, Independencia, Mariátegui, entre otros, del distrito de Chanchamayo se ejerció el cargo de asistente técnico, el proyecto tuvo un presupuesto de S/ 3,191,034.48.
- Se ejerció el puesto de asistente de obra en la creación de graderías turísticas en el acceso del valle de Sacsamarca – Mullucro y Huinco, cumpliendo labores desde el 26 de mayo del 2021 al 10 de setiembre del 2021, el proyecto tuvo un presupuesto de S/ 337,600.14 y un tiempo para su ejecución de 90 días.
- Se cumplió con el cargo de asistente de obra para la edificación de muros de contención en el tramo de San Martin Alto – Arahua – Ocushpa, en la ejecución de la segunda etapa desarrollada del 13 de setiembre del 2021 al 12 de enero del 2022, que contó con un presupuesto de S/ 210,000.00, la cual tuvo un periodo de ejecución de 90 días calendarios bajo el modo de ejecución presupuestal directa.
- Se cumplió con los trabajos de asistente técnico en la actividad de mantenimiento de vías en la ciudad de Tarma que tuvo un presupuesto de S/ 1,391,155.72, desarrollando trabajos desde el 15 de julio al 27 de diciembre del 2022, incluyendo participación en la elaboración de la liquidación técnica – financiera.

Referente a la experiencia seleccionada para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, con Resolución de Alcaldía N°045-2022-ALC/MPT se menciona que se cuenta con el presupuesto requerido y se aprueba la ejecución de la obra Construcción de trocha carrozable Tarma – San Sebastián, distrito de Tarma-Junín I etapa, con modalidad de ejecución por administración directa y contando con un plazo de 90 días calendarios.

Siendo necesario la contratación de personal clave para ejecutar dicha obra, mi persona desempeñó el cargo de Asistente de Obra teniendo como jefe inmediato al Ing. Josue Ulser Cueto Escobar (residente de obra), a continuación, se muestra la ficha técnica de la obra donde se detallan todos los datos referentes a su ejecución:

**Tabla 1**

*Ficha técnica de obra*

<b>Proyecto</b>	<b>: "Construcción de trocha carrozable Tarma - San Sebastián, distrito de Tarma, provincia de Tarma - Junín" I Etapa.</b>
Código Único de Inversiones/SNIP	: 2064216 / 77758
Unidad Ejecutora	: Municipalidad Provincial de Tarma
Ubicación	: San Sebastián - Tarma- Tarma- Junín
Expediente Técnico	: Aprobado con resolución de alcaldía N°389-2021-ALC/MPT, de fecha 12/10/2021
Ejecución	: Aprobado con resolución de alcaldía N°045-2022-ALC/MPT, de fecha 20/01/2022
Modo de Ejecución	: Administración Directa
Presupuesto de la Obra	: S/. 329,674.00
Plazo de Ejecución	: 90 días calendarios
Fecha de Entrega de Terreno	: 03/02/2022
Fecha de Inicio de Obra	: 16/03/2022
Suspensión de Plazo de Ejecución N°01	: 01/06/2022
Reinicio de Obra	: 21/06/2022
Fecha de Terminación Programada	: 13/06/2022
Fecha de Culminación Real	: 13/07/2022
Ampliación de Plazo N°01	: 04/07/2022 hasta 13/07/2022 Aprobado R.A. N°349-2022-ALC/MPT, de fecha 11/07/2022
Adicional Deductivo N°01 (Mayores y Menores Metrados, Incidencia de 0.00%)	: Aprobado con resolución de alcaldía N°160-2022-ALC/MPT, de fecha 10/03/2022
Adicional de Obra	: no hubo
Fecha de Recepción de Obra	: 04/08/2022
Situación Actual de la Obra	: Obra culminada
Avance Físico de Obra Ejecutado	
Valorización N°01	: 31.81%

---

Valorización N°02	:	30.99%
Valorización N°03	:	29.82%
Valorización N°04	:	6.82%
Valorización N°05	:	0.56%
Ingeniero Supervisor	:	Ing. David E. Quispe Paitampoma
Ingeniero Residente	:	Ing. Josue U. Cueto Escobar

---

### 3 PROBLEMÁTICA

#### 3.1 Planteamiento del problema

Actualmente, el uso de vehículos de transporte en el día a día de las personas se ha vuelto muy recurrente al momento de realizar sus actividades cotidianas, por lo que se requiere contar con servicios óptimos de infraestructura vial. Sobre todo, en los sectores alejados del centro de las ciudades producto del crecimiento de la población. Este es el caso del barrio San Sebastián, que necesita una calle que brinde un desempeño satisfactorio a sus pobladores, por ello se requiere realizar la evaluación de un pavimento o tratamiento que considere las características físicas del lugar, que sea económico y cumpla los parámetros de diseño vigentes establecidos por el estado peruano.

Del mismo modo, el tratamiento superficial bicapa es un método de trabajo con dos capas de ligante asfálticos (emulsión catiónica o asfalto diluido) y agregados que está siendo muy usado debido a que cumple las exigencias de diseño, calidad y precio. Por ello, aunque no tenga capacidad estructural, se considera como una opción al momento de elaborar proyectos que busca mejorar la transitabilidad vehicular con el fin de que las calles brinden un rendimiento adecuado al traslado de vehículos y usuarios. Su principal función es la impermeabilización de bases constituidas brindándole capacidades de resistencia y durabilidad lo hace una opción viable para las calles de bajo volumen de tránsito.

Por otra parte, Vásquez y Villegas (2019) consideran que el transporte es un variable principal en el desarrollo de ciudades, porque es fundamental para determinar costos de pasajes. Además, indican que las vías ineficientes tienen un impacto negativo en la transitabilidad y generan problemas en la economía de las personas. Por lo que, sugieren que para un adecuado análisis y evaluación de tratamiento superficial a nivel de bicapa es necesario considerar el tráfico vehicular según ejes equivalentes, los espesores de asfalto según la capacidad portante y módulo de resiliencia del terreno, Asimismo, detallan lo importante de acatar los criterios mínimos de diseño establecidos por el normativa nacional y metodología aplicada.

Asimismo, Kroger y Kroger (2020) ante la poca información sobre tratamientos superficiales de alto rendimiento, y al ver que en muchas ocasiones los procedimientos usados no son los adecuados elaboró una guía donde recopila diversos usos para la emulsión asfáltica. Además, manifiesta que es necesario cumplir con las altas exigencias actuales de las carreteras a través de las buenas prácticas de los tratamientos superficiales bituminosos, la recopilación de técnicas para su aplicación es un recurso que ayuda con el mejoramiento y conservación de las carreteras.

Además, Morante (2019) ante la necesidad de enseñanza del uso correcto de pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales, y construcción de un modelo definitivo de diseño que se pueda utilizar de orientación para desarrollar futuros proyectos viales, detalla cuales son los métodos para diseñar los tratamientos superficiales bituminosos. Lo cual hace referencia a la importancia de terminar las dosificaciones de ligante bituminoso y agregados pétreos en cada capa. Además, define que los procedimientos de cada metodología expuesta cumplen los requerimientos internacionales. También, determinó la necesidad de verificar la compactación de la base, para lo cual es recomendable guiarse a los indicadores de control propiedades en suelos.

En la ciudad de Tarma, la vía urbana del barrio San Sebastián requiere de pavimentado al ser el único acceso vehicular con la que cuentan. Siendo de necesidad que la transitabilidad vehicular ofrecida sea óptimo, porque los vehículos y personas que están afligidos por el mal estado de la vía. Los vehículos requieren de mantenimientos continuos, las personas tienen que pagar costos elevados de pasajes a los transportistas que brindan este servicio, dificultando la compra de alimentos de primera necesidad. Los padres de familia no pueden ir a sus trabajos en un menor tiempo, y de llevar a sus hijos al colegio.

Por lo tanto, esta investigación plantea la evaluación del tratamiento superficial a nivel de bicapa como alternativa para mejorar la transitabilidad vehicular de la vía urbana del barrio San Sebastián planteando un asfaltado bituminoso con dos capas a la infraestructura vial y analizando las mejoras que traerá a la infraestructura de transporte, vehículos y a los pobladores en las dimensiones de calidad, durabilidad y costo.

## **3.2 Determinación del problema**

### **3.2.1 Problema principal**

¿Cómo determinar la evaluación del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023?

### **3.2.2 Problemas secundarios**

¿Como determinar el vehículo de diseño del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023?

¿Cómo evaluar la estructura base para el pavimento del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023?

¿Cómo proponer la estructura del pavimento como solución básica del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023?

## **3.3 Objetivo General**

Determinar la evaluación del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023.

## **3.4 Objetivos específicos**

Determinar el vehículo de diseño del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023.

Evaluar la estructura base para el pavimento del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023.

Proponer la estructura del pavimento como solución básica del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023.

### **3.5 Justificación**

Mejorar la transitabilidad vehicular es primordial para el desarrollo urbano de una ciudad, en especial en las zonas alejadas que necesitan del transporte público para realizar sus actividades diarias. Es notable nombrar que en gran parte de la región Junín el uso de tratamientos superficiales bituminosos para mejorar la infraestructura vial es poco usado en proyectos de mejoramiento, por lo que se busca innovar y proponer un diseño que cumpla las exigencias actuales, sea duradero y económico.

El estudio desarrollado tiene como motivo fundamental usar los resultados como una alternativa para pavimentos flexible usando tratamiento superficial a nivel de bicapa, esta propuesta será utilizado en mejoramiento de vías de tránsito liviano. Tomando en consideración la evaluación de los tipos de capa presentes en el suelo y tránsito vehicular de la zona se diseñarán los espesores de la vía urbana adecuado a las condiciones reales de la ciudad.

Las implicancias prácticas del presente estudio es que brindará una alternativa adicional al mejoramiento de vías de tránsito liviano y aumentar la calidad de transitabilidad vehicular al barrio San Sebastián tomando en consideración las dimensiones de calidad, durabilidad y costo, a través del cálculo de alturas de capas para el pavimento asfálticos aplicando el método de tratamiento superficial a nivel de bicapa.

En la parte metodológica, este diseño con tratamiento superficial bicapa cumplirá con los lineamientos impuestos en los documentos técnicos del Ministerio de Transporte y

Comunicaciones, además de basarse en el AASHTO 93 para su elaboración. Los resultados obtenidos servirán de antecedente para ejecutar estudios similares.

La investigación tiene relevancia social porque los beneficiarios directos son los pobladores del barrio San Sebastián, planteando una propuesta de solución a la pésima condición de la infraestructura vial. Además, será beneficioso de manera económica pues los pobladores verán una reducción en gastos de mantenimientos de vehículos, menor tiempo de traslado y los predios aumentarán su valor comercial.

### **3.6 Alcances y limitaciones**

Hernández y Mendoza (2018) clasifica a nuestra investigación a un enfoque de tipo cuantitativo, porque presenta una secuencia organizada para verificar hipótesis específicas con la ayuda de datos medibles de una realidad objetiva, para lo cual se usó el razonamiento deductivo para probar y obtener los resultados.

Según, Pimienta y De la Orden (2017) considera que según los propósitos o finalidades de nuestra investigación es de tipo de estudio aplicado, ya que es concreta y tiene como finalidad la utilización de los conocimientos para resolver un problema específico. Además de que este estudio servirá de base para futuros estudios que busquen aplicar un tratamiento superficial bicapa como una opción de mejoramiento de carreteras no pavimentadas.

Arias (2012) define el tipo de la investigación dada su forma de medir la influencia de una variable sobre la otra como diseño interviniente. Además, es longitudinal la cual consiste en realizar mediciones cuantitativas sucesivas para identificar los cambios positivos o negativos que se generaron a través del paso del tiempo. Dado que este estudio busca evaluar los beneficios y mejoras en el servicio que brindará antes y después de impermeabilizar con la bicapa la vía urbana del barrio San Sebastián.

Para verificar la hipótesis se usó un diseño cuasi experimental, Hernández et al. (2014) define este método como la manipulación de como mínimo una variable predictora para ver el impacto que tiene sobre las variables dependientes. En la investigación se plantea

definir por medio de la evaluación del tratamiento superficial a doble capa, el efecto que generará ya sea positivo o negativo como alternativa para la transitabilidad vehicular del barrio San Sebastián.

El presente trabajo está limitado geográficamente a la vía urbana del barrio San Sebastián, que cuenta con una distancia total de 1.27 km, y un ancho de calzada proyectado de 3.60 m y 0.40 m de cuenta.

El análisis desarrollado se está adaptado al total de ingresos percibidos y destinados a obras por parte de la municipalidad de Tarma, por lo que no se plantea un pavimento rígido ni flexible por su costo elevado en comparación al método elegido. Elaborando una propuesta económica de tratamiento superficial a nivel de bicapa que se adapta de mejor manera al presupuesto manejado por la entidad y alta demanda de obras a nivel provincial.

Para la propuesta no se tomaron en cuenta los factores hidrológicos ni estudios geológicos realizados en taludes, porque la evaluación está centrada solo en la aplicación de la metodología de impermeabilización asfáltica con doble capa en la calzada de la vía urbana por lo que el diseño de cunetas, canales, alcantarillas, taludes, y otras obras complementarias no serán evaluadas ni desarrolladas en este análisis.

Los materiales para la estructura del pavimento serán evaluados según las especificaciones técnicas recomendadas por los autores y libros referenciados, los cuales serán comparados con compras similares que realizó la municipalidad de Tarma en actividades de mantenimiento de vías. Por lo que se sugiere evaluar y actualizar las fichas técnicas de los materiales al momento de aplicar la metodología. En efecto, depende mucho de la capacidad de estos para su óptimo funcionamiento y desempeño.

La limitación para el desarrollo de la investigación son los estudios preliminares requeridos para el diseño. Los cuales no fueron elaborados por el investigador por una cuestión económica y de tiempo. Lo cual, se usaron los datos del expediente técnico aprobado “Construcción de trocha carrozable tarma – San Sebastián, distrito de Tarma, provincia de Tarma – Junín”.

## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes bibliográficos

#### - Fuentes internacionales

Campagnoli (2017) publicó para la revista universitaria de “Los Andes” el artículo sobre métodos innovadores de pavimentos aplicados a vías regionales. En el recopila experiencias de métodos de pavimentaciones en Chile y Colombia, los cuales se aplicaron en carreteras de bajo tránsito. En cuanto a la recopilación de resultados, se menciona que las vías con superficie de rodadura bicapa presentan menores costos de producción y mantenimiento, por el leve uso mano de obra calificada y de recursos tecnológicos. El uso de tratamientos monocapa y bicapa son los más utilizados en protección de caminos básicos. En conclusión, se menciona que el uso de tratamientos superficiales está retomando a ser una opción viable, pero se debe tener en cuenta que para un buen funcionamiento se requiere superficies compactadas estables y sistema de drenaje adecuado.

Herra et al. (2017) en su artículo para la revista universitaria UCR en la sección de Infraestructura de transporte, planteó la aplicación de tratamientos superficiales en rutas de lastre. Menciona que Costa Rica tiene la necesidad de mejorar sus carreteras secundarias y terciarias aplicando metodologías que impliquen un menor costo de inversión, para mejorar las rutas de comercio del país. Describe que el método bicapa es aplicado ampliamente a nivel mundial, además describe las funciones, características de los componentes, tipos de tratamientos, y proceso constructivo con fines informativos. Su aplicación en la vía de Silver Creek muestra un buen acabado, superficie lisa y libre de partículas de polvo. Además, que se proyecta un periodo útil de 5 a 7 años y este método genero un ahorro del 75 % a la entidad estatal. En conclusión, se obtuvieron resultados favorables en la aplicación de este método de tratamiento y su tasa de aceptación es mayor, por lo que se proyectan construcciones similares en otras partes del país.

#### - Fuentes nacionales

Contreras (2022) en su tesis de pregrado donde realiza la aplicación de un pavimento flexible con el método de impermeabilización asfáltica con doble capa en el camino vecinal del tramo Huancavelica hasta Occoropuquio. Describe que, en el Perú gran parte de nuestras carreteras no se encuentran pavimentadas y que el estado anualmente invierte grandes

cantidades de dinero en costos de mantenimiento y rehabilitación. Lo que perjudica la transitabilidad vehicular en nuestras vías y esto trae como consecuencia directa un desarrollo lento para el país, ocasionando que el transporte de personas y productos sea ineficiente. Por tal motivo, realizó una investigación de tipo aplicada y nivel descriptivo mediante el uso de un diseño no experimental, la población estuvo constituido por todos los tramos vecinales cercanos al distrito de Huancavelica y Palca. La muestra fue el camino vecinal de Huancavelica a Occoropuquio. Las técnicas e instrumentos siguieron una secuencia lógica para la toma de datos, donde el análisis de documentos uso la recopilación de antecedentes similares, normativas MTC y AASHTO, libros de pavimentación y artículos científicos. La codificación de calicatas mediante instrumentos como fichas técnicas, rotulados y lista de control para obtener los datos exactos del terreno. Codificación de vehículos mediante listas de cuantificación vehicular para determinar el número y tipos de movilidades, y medición geométrica para conocer el perfil del terreno. Con los datos obtenidos realizo el cálculo de IMD que es de 232 vehículos al día, y determinando que la vía es de tránsito liviano. Además, determino el tipo de suelo y su composición en la progresivo 0+160 km y 0+420 km, y el CBR alcanzado al 95 % es de 6.90 % tomando el índice más bajo para un mejor cálculo de la resistencia, y finalmente utilizo ambos factores para diseñar los espesores de cada capa haciendo 3 propuestas de diseño. En conclusión, determina el cálculo del IMD, análisis de cargas, tasa de crecimientos respecto al tráfico para un óptimo diseño, para determinar las características del terreno sugiere estudios de granulometría, CBR y Proctor modificado, y por último indica la importancia de los materiales y las capas subyacentes conformadas para que el asfalto sean de calidad.

Delgado (2020) en su tesis de pregrado aplica al tramo inferior de la vía San Clemente de la provincia Pisco. Por sus características de pavimento de bajo transito aplica el tratamiento superficial. En la cual, ante el gran número de carreteras sin pavimentar y la necesidad de implementar nuevas tecnologías, se desarrolló el estudio para determinar si el tratamiento superficial bicapa se puede considerar como una alternativa en obras de pavimentos que tengas bajo volumen de tránsito. El tipo de investigación fue de tipo cuantitativo, aplicado y uso un método no experimental para el desarrollo de sus variables. En la población se tomó al centro poblado San Clemente y muestra al tramo vehicular por analizar. Para las variables causa como topografía, trafico, suelos y clima se usó las siguientes técnicas e instrumentos como la estación total, GPS, nivel, observación visual,

exploración y obtención de muestras y compra de información. Para las variables efecto como selección del método y tipo de pavimento se utilizó los métodos y modelos de recopilación de la data como guías y manuales de diseño. Para el transformar los datos se utilizó un diagrama de procesos. Se determino un IMD de 156 vehículos al día, que el CBR de la subrasante es de 24 % considerado como buena, según el volumen de tráfico, periodo de diseño y normativa actual el uso del tratamiento superficial a doble capa es la mejor alternativa, contando con un periodo útil de operación de 7 a 10 años aproximadamente. En conclusión, los tratamientos al ser no estructurales dependen de una buena base compactada para no fallar, Asimismo, la importancia de realizar ensayos de calidad para el compuesto asfálticos y resistencia de las gravas o gravillas para realizar un diseño de calidad.

Vásquez y Villegas (2019) durante su investigación de pregrado aplica en la carretera Alto Tambillo hasta Lucma perteneciente a Gran Chimú, Región La Libertad realizan el diseño de pavimento con impermeabilización asfáltica a dos capas. Tiene como objetivo analizar la topografía, características mecánicas del suelo, hidrológicos, determinar el trazo geométrico y estructura de pavimento. En el cual describen, que el principal problema de una carretera deficiente es el retraso para poder desarrollar la economía y a su vez el comercio, porque incrementa los precios de transporte, de los productos, y también genera reducción de tránsito vehicular. Actualmente, el uso del transporte vehicular tiene un rol fundamental en la expansión y desarrollo de las ciudades, y el mejoramiento técnico de las carreteras brindará a la población un óptimo nivel de vida. Realizó una investigación de nivel descriptivo y tipo aplicada, por lo que usó un diseño no experimental y la operación de las variables de tipo correlacional, como población y muestra delimitó la longitud total de la vía a evaluar. Además, como técnicas utilizó la exploración del tramo en estudio, estudios de laboratorio de suelos, levantamientos topográficos, recopilación de información y documentos especializados de pavimentación, por instrumentos contó con cámara digital, equipo de topografía, computadora, instrumentos de laboratorio de mecánica de suelos, libros, manuales e información de la municipalidad de Lucma. Los datos obtenidos del terreno se clasificaron como accidentada, teniendo pendientes transversales de 51 % y 100 % y la variación de la pendiente longitudinal de 1.87 % a 8.00 %, según la clasificación SUCS el terreno está compuesto por arenas limosas arcillosas, y el CBR considerado para la sub rasantes en su máxima densidad seca es de 13.17 %. Con los resultados del estudio hídrico se obtuvo 0.147 m<sup>3</sup>/s como caudal máximo y cunetas de 0.50 m x 0.30 m de pendiente

1 %, una alcantarilla de paso de 80 pulgadas y 14 alcantarillas de descarga de 36 pulgadas. El IMD es de 74 vehículos, velocidad considerada 30 km/h, de los espesores se determinó 50 mm de tratamiento superficial bicapa, base 250 mm y sub base 200 mm. En conclusión, el diseño debe cumplir las normas y consideraciones del DG 2018. Además, de usar fuentes confiables y los rellenos a aplicarse en la sub base y base deben cumplir las especificaciones técnicas.

Macharé (2019) en su tesis de pregrado realiza la investigación comparativa entre un pavimento flexible en caliente y el método de tratamiento superficial a doble capa en la autopista de vía rápida en la ciudad de Jaén. Determina como problema que la pavimentación de la vía de evitamiento es necesario para mejorar las actividades de agricultura, ganadería, de comercio, entre otros, por lo que es de importancia para elevar el nivel social y económico de los pobladores. Realizó una investigación de tipo aplicada, de nivel descriptivo y un diseño no experimental transversal, en la que determinó como variable causa a las metodologías que busca comparar, y variable efecto al diseño de pavimento. En la población consideró a todas las vías no pavimentadas en la región de Cajamarca, y la muestra a la autopista de Jaén. Como instrumentos uso la revisión de documentos, observación y ensayos de mecánica de suelos. Como resultados del diseño por tratamiento superficial bicapa considero una durabilidad de 5 años, en la cual se contempla una altura de capa de base de 250 mm y sub base de 350 mm, con un tiempo de duración de 10 años para el pavimento asfálticos en caliente y su diseño definió 90 mm de capa asfáltica, 150 mm de altura de base granular y 175 mm para subbase. En conclusión, las dimensiones propuestas cumplen con las recomendaciones de las normas vigentes y metodología AASHTO 93. Por lo que en cuestión de durabilidad ambos métodos garantizan pavimentos eficientes.

Caparachin (2018) en su estudio de pregrado investiga sobre la manera de reducir costos y ampliar periodos de mantenimiento aplicando tratamiento bicapa en la carretera tramo Pozuzo hasta Huancabamba. Indica que el tramo analizado perjudica la circulación del transporte por la condición en la que se encuentra debido a las lluvias y su desgaste por el uso, además que anualmente se realizan mantenimientos de 3 meses que no solucionan el problema y que esto solo genera gastos innecesarios. Para ello, desarrolló un estudio de nivel descriptivo y aplicando un diseño no experimenta, mediante un análisis de variables de tipo correlacional a fin de evaluar la relación que existe entre la aplicación a nivel de bicapa y

constatar si los costos de mantenimiento se ven reducidos. Siguió un estudio de tipo aplicado y cuantitativa en el cálculo de datos y obtención de resultados. La población que considero son las cuatro ciudades que tiene todo el tramo, y la muestra puntos determinados para las calicatas, para la recolección de la data utilizo fuentes de confiabilidad del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la aplicación de estudios de mecánicas de suelos. Al finalizar su estudio determina que el uso de bicapa mejora el volumen de tránsito vehicular por la satisfacción de los transportistas ante el estado de las vías pavimentadas, indica que el mantenimiento se reducirá un 22.58 % y el costo es menor en S/ 66,150.00 en comparación a los mantenimientos de vía afirmadas, y que además los mantenimientos se realizarían en periodos de 5 años por lo que en cuestión de costos es factible su uso. En conclusión, el uso de bicapa reduce los gastos de mantenimientos periódicos y rutinarios en la carretera Huancabamba – Pozuzo, y que la frecuencia de los mantenimientos será mucho menor. Por ello, se afirma que ambas variables de estudio están directamente vinculadas y afectará de manera positiva la dimensión costo, por lo que el uso del tratamiento bicapa se vuelve una opción viable.

## **4.2 Bases Teóricas**

Para poder desarrollar la base teórica, se recopiló conceptos de varios autores sobre las variables tratamiento superficial a nivel de bicapa y transitabilidad, a su vez las definiciones sobre sus dimensiones de estudio de ambas variables.

Hernández et al. (2016) indican que los tratamientos superficiales tienen la capacidad de desempeñar funciones específicas, como la de generar una capa antideslizante y superficie estable, este recubrimiento evita que el agua pueda afectar la estructura de la base. Además, esta superficie creada por capas de asfalto bituminoso y agregado brinda un nivel de fricción óptimo entre el pavimento y los neumáticos de los vehículos.

Por su parte Cuchillo (2015) manifiesta que los tratamientos superficiales tienen la finalidad de brindar características físicas a las vías, como la de superficies antideslizantes, impermeabilización y mayor resistencia a las bases estabilizadas. Además, cuentan con diversas funciones por lo que pueden ser utilizados en proyectos de rehabilitación de carreteras, protección de base en superficies de volumen de tránsito ligeros.

Aguilar y Salas (2012) definieron que un tratamiento superficial es la conformación de un pavimento asfáltico producto de la aplicación de capas de ligante asfálticos y agregados una encima de otra de manera uniforme. Cumple el propósito principal aumentar las propiedades de impermeabilidad, durabilidad y textura de las calzadas, además considera que este uso es el más económico y para su aplicación es necesario realizar distribución adecuada en los tamaños de los agregados de cada capa.

Zúñiga (2012) indica que, en los tratamientos superficiales bituminosos múltiples de dos o más capas el tamaño de agregado debe descender luego de cada aplicación, el tamaño sugerido es de la mitad de la capa anterior, además indica que el agregado a utilizar deber de contar con estudios de laboratorio donde determinemos su resistencia y granulometría, estar libre de suciedad y otras partículas, además de cumplir con la calidad necesaria para su uso y correcto desempeño al momento de resistir las cargas del tránsito del pavimento, condiciones del clima y otros.

Ulloa (2011) define a los tratamientos superficiales como una manera de aplicar mezclas asfálticas sobre carreteras que tienen un tránsito vehicular leve, estas capas tienen la función de impermeabilizar la base y extender el ciclo de vida de las vías. Estos tratamientos tienen diversas aplicaciones y su preparación también deben de adecuarse a las condiciones estructurales del terreno y su finalidad. Además, por su bajo costo lo hace una opción al sellar superficies y conservar capas de rodadura existentes.

Cabello (2019) manifiesta que el vehículo de diseño, está basado en el estudio del movimiento de autos, camionetas. Además, como medio de transporte en un tiempo de evaluación que pueden ser horas, días o semanas, analizando la movilidad de vehículos de un lugar a otro desplazándose en una vía. El tráfico vehicular puede identificarse como flujo de vehículos o tráfico.

Corilla (2018) manifiesta que el vehículo de diseño refleja el desempeño del transporte en una vía, siendo lo ideal que sea eficiente tanto en su ejecución individual y en conjunto. Por lo que actualmente el desarrollo de modelos es muy variado debido a formas y tipos en las que se puede clasificar, por lo que la evaluación del modelo se vuelve importante al momento de analizar esta dimensión.

Cárdenas (2013) mencionó que, el IMDA de diseño es la comprensión de la tipología y número de vehículos que se identifica en una carretera, este análisis se da evaluado los parámetros de movimiento vehicular presente, velocidad de transporte, frecuencia, etc. Por lo que sus resultados nos ayudan a determinar capacidades teóricas proyectadas e identificar niveles de servicio.

Fernández (2011) define que el volumen de tránsito es el estudio que se puede aplicar a toda carretera, intersecciones de vía, estacionamiento, entre otros, que tiene como finalidad analizar la cantidad y modelos de móviles que circulan en el elemento estudiado, analizado durante un periodo de tiempo y relacionado directamente con la capacidad para realizar diseños que satisfagan la demanda actual y proyectada.

Cal et al. (2007) señalaron respecto al tráfico vehicular como el número total de medios de transporte, clasificados en tipos y analizados en periodos de tiempo los cuales pueden ser anual, mensual, semanal, diario, horario y periodos menores. A fin de determinar lineamientos básicos de diseño los cuales son volumen, tasa de flujo frecuente, demanda y capacidad vehicular.

Torres (2021) señala la importancia del estudio de suelos para conocer el comportamiento estructural y propiedades físicas de la base al ser de lo más importantes al momento de realizar diseños de pavimentos. Se requiere conocer su desempeño ante las diversas fuerzas que se aplican en la subrasante y el plan de uso de canteras para una correcta compactación de la sub base y base los cuales serán usados durante en la fase de ejecución.

Trujillo (2018) mencionó que el análisis de suelos mediante pruebas de laboratorio comprende trabajos in situ como la perforación de calicatas en diversos tramos de la vía y la indagación de las propiedades de nuestra subrasante, entre los más importantes análisis describe a la granulometría por tamizado, cálculo del límites plásticos y líquidos, Proctor modificado, CBR y clasificación SUCS y AASHTO para conocer las características de suelo y estructura base del tratamiento superficial.

Duque y Escobar (2016) manifiesta que, los ensayos de laboratorio de suelos y/o estudio geotécnico es el análisis de las particularidades mecánicas y fisicoquímicas que contiene la superficie y estratos interiores de la vía en estudio. Por lo que se considera

esencial en las diferentes fases de programación, diseño y producción de proyectos como puentes, carreteras, túneles, canales y otras estructuras que requieran datos del terreno.

Crespo (2004) define que, un estudio geotécnico tiene muchas maneras diferentes para clasificar los estratos de suelo, mencionando los métodos de clasificación SUCS, CAA, AASHTO, entre otros, todas estas tienen como objetivo determinar las particularidades físicas y mecánica con las que cuentan las capas analizadas, a fin de aplicar estos conocimientos en la creación de proyectos más eficientes. Puesto que la evaluación del terreno es de los estudios más importantes que se deben realizar a fin de garantizar en obras de ingeniería.

Huamán y Chang (2016) define que, un recubrimiento bituminoso es el cemento asfáltico el cual tiene cualidades de resistencia e impermeabilización y que sus propiedades cambian al paso del tiempo y al calentarse. Lo que ayuda a ganar resistencia, pero pierda adherencia a los agregados, estas consideraciones son importantes para preverlos durante la construcción y así prolongar los periodos de vida útil de nuestras vías.

Maila (2013) señala que, el asfalto es una sustancia encontrada en yacimientos naturales o fabricado del petróleo, que al calentarse obtiene características líquidas y al combinarse con agregados pétreos le brinda propiedades impermeables, resistencia a los esfuerzos y adherencia. Su composición está dada por moléculas de hidrogeno, carbono, oxigeno, azufre, y otros.

Leiva (2006) define que el recubrimiento con emulsión asfáltica es la acción de separar el asfalto en una fase dispersa y dispersante y aplicarlo sobre una superficie, y donde su composición está determinada por ligante bituminoso, agua y agregados. La aplicación de energía mecánica hace una solución estable con características ligantes y de adhesión. Este material es muy utilizado en proyectos de estabilización de suelos compactados, mediante la aplicación de la metodología de tratamiento superficial.

Padilla (2004) define que, los aglomerantes de asfalto o aglomerados son una mezcla entre ligante bituminoso y fragmentos uniformes de piedra chancada los cuales son utilizados como recubrimientos bituminosos. Esta combinación se aplica y se compactan

sobre la base tratada, este material es muy usado y requerido en proyectos de carreteras por su bajo costo, sus propiedades de adherencia, resistencia al desgaste, comodidad, etc.

Medina (2003) manifiesta que, el cemento asfáltico tiene propiedades pegajosas y viscosas, la cual se adhiere fácilmente a los agregados por lo que su uso en pavimentos asfálticos en caliente es muy recurrente, además brinda características impermeabilizante y resistente a muchos químicos ácidos, bases o sales. Además, su aplicación como alternativa técnica de recubrimiento bituminoso lo hace una opción económica en impermeabilización de capas de rodadura en las calles, la cual prolonga la duración de nuestra vía.

Briceño y Aranibar (2021) manifiestan que, la transitabilidad es la condición de transporte brindado para desplazarte de un punto a otro en una zona pública, el nivel de servicio se evalúa a lo largo de toda la carretera y lo ideal es conservar un volumen de tránsito vehicular apropiado que permita la correcta circulación de transportistas y usuarios. De esta manera alcanzar una satisfacción por parte de los clientes, aumentando el confort de las personas que usan estos servicios.

Campos (2019) mencionó que, el inadecuado servicio de funcionalidad de una carretera se puede analizar por el estado físico de su superficie producto de factores ambientales y de uso, periodos de recorrido ineficientes, los vehículos que transitan presentan averías, entre otras apreciaciones. Por lo que recomienda proyectos de conservación de vías a fin de mejorar el aspecto social y económico.

Ministerio de Transportes y Comunicación (2018) manifiesta que, una vía es transitable de manera favorable por el estado físico que presenta la infraestructura vial y puede ser calculada mediante el nivel de aceptación de los consumidores al momento de usar este servicio, analizado diversos factores en un periodo determinado.

Obando (2014) define que, para la rama de la ingeniería de transporte, el término transitabilidad es el grado de aceptación y considera la capacidad de las carreteras, su volumen de tránsito y también el desempeño como indicador para elaboración de proyectos de conservación vial. Además, indica los parámetros para medir la capacidad de satisfacción

de una vía determinados por el estado del pavimento, puentes, drenajes, seguridad vial, señalización, entre otros.

Pomasonco (2010) señala que, en el Perú el concepto de transitabilidad está definido por el uso de la vía, muchas veces por factores naturales como las intensas lluvias provocan que nuestras carreteras se vean bloqueadas por deslizamientos y erosión por ríos, lo que perjudica a los transportistas y usuarios.

Gamarra y Delgado (2016) manifiesta que, los factores para determinar los valores de satisfacción en el rubro de transporte para pasajeros están dado por el manejo del conductor, cantidad de vehículos en una vía sin que esto generen congestión, aspecto del conductor y vehículo, y por último la duración del viaje afecta la percepción de los usuarios sobre si utilizar o no el servicio de transporte urbano de las ciudades.

Kotler y Keller (2012) señalan que la calidad se puede medir en función al cierre de brechas, la primera está en relación al concepto de calidad brindado, la segunda a la confianza generada por los usuarios, la tercera es la satisfacción real del cliente al usar el servicio, la cuarta la comunicación externa y la quinta es la opinión de satisfacción o no del cliente, para generar estrategias de mejora.

Lovelock y Wirtz (2009) menciona que, la calidad de servicio está determinada por la observación de cinco dimensiones, primero la tangibilidad, que está comprendido por todos los aspectos físicos, segundo la confiabilidad (evitar fallas), tercero la capacidad de respuesta (atención rápida y eficiente), cuarta la seguridad que brinda y quinta la empatía sobre las preocupaciones del cliente.

Duque (2005) manifiesta que, las diferencias entre lo que se espera y recibe de un servicio, sumados a la percepción analizado de manera transversal se conoce como calidad. Además, detalla que esta experiencia del usuario está conformada por la suma de diferentes factores que percibió durante el uso del servicio. Por otro lado, Setó (2004) define al concepto de calidad como la relación directa entre la idea del usuario y lo que siente realmente al utilizar un servicio, por lo que la finalidad es satisfacer la necesidad de la

población generando opiniones favorables y productos que estén en óptimas condiciones para su uso.

Morante (2019) señala que, la dureza del agregado a utilizar debe contar con la capacidad de soportar el desgaste producto del movimiento del transporte, por lo que un mal estudio afecta la durabilidad reduciendo su tiempo de vida y generando desprendimiento y desintegración de la grava de la capa asfáltica.

Caparachin (2018) define que, la durabilidad es la consecuencia del uso correcto de materiales y métodos de trabajo, por lo que sus características están ligados a las resistencias obtenidas ante el desgaste de la capa de pavimento producto del tránsito vehicular y condiciones climáticas. Una buena resistencia prolonga la elaboración de proyectos de rehabilitación y mantenimientos de carreteras.

Zúñiga (2012) manifiesta que, la durabilidad depende de la calidad y resistencia de los agregados, por lo que indica la importancia de realizar ensayos de desgaste por abrasión la cual debe dar como resultado un dato menor al 40 %. Por otro lado, Aguilar (2005) señala que la durabilidad de un pavimento se debe a su diseño y construcción, especialmente en los tratamientos superficiales bituminosos por lo que el uso correcto y cálculo de la cantidad de capas necesarias puede aumentar su resistencia al tránsito vehicular, factor climático, pendientes pronunciadas, etc.

Montejo (2002) manifiesta la importancia de realizar una correcta construcción a fin de garantizar la durabilidad de nuestras carreteras, reduciendo los plazos de mantenimientos y rehabilitaciones requeridos más adelante, a fin de garantizar un correcto tránsito vehicular durante todas las épocas del año.

Lazo (2013) definen al costo como el total de dinero que se retribuye por la adquisición de un bien, ejecución de un servicio, o lograr un objetivo determinado, en el cual su elemento de medición de resultados es el valor agregado. Y Altahona (2009) menciona que los costos representan la inversión económica de una empresa o entidad para la adquisición de bien o ejecución de un servicio, sin considerar los gastos de operación y mantenimiento, ya que estos son considerados como gastos administrativos.

Torres (2007) manifiesta que, la inversión para un pavimento flexible resulta más económica que realizar pavimento rígido, esta afirmación se cumple si analizamos solo la fase de construcción, para esta comparación se consideró las mismas cargas, espesores de apoyo compactados, materiales, tiempos y parámetros de diseño. Cabe aclarar que los dos procedimientos cumplen con las exigencias para brindar servicios de calidad.

#### **4.3 Definición de términos básicos**

- Tratamiento superficial bicapa, es la aplicación de pavimento asfáltico con una metodología de impermeabilización no estructural sobre la superficie de una base compactada, que está compuesta por dos capas de ligante asfálticos y agregados que disminuyen su dimensión por aplicación, la cual brinda propiedades físicas como resistencia, superficies antideslizantes, fricción, durabilidad y otros a una carretera.
- Tránsito vehicular, es el estudio de la cantidad de vehículos (diferenciados por su tipo), que recorren un área de estudio en un determinado intervalo de tiempo. Que sirven como referencia para poder determinar espesores de pavimentos, brindando factores de diseño como el IMD, capacidades de cargas sobre ejes, frecuencia, etc.
- Análisis de mecánica de suelos, son pruebas de laboratorio que investigan las muestras tomadas del terreno mediante el uso de calicatas para determinar la composición física y química de los suelos, y también limitar sus capacidades mecánicas ante las construcciones.
- Mezclas asfálticas, son combinaciones entre un ligante asfáltico y agregados como grava o gravilla pétreo.
- Transitabilidad, es el nivel de servicio que brinda una infraestructura vial analizado en un lapso de tiempo.

- Calidad, es la percepción y nivel de agrado de los usuarios ante un servicio además de crear opiniones favorables de un producto. Cumpliendo estándares físicos, de operación, seguridad, económicos y sobre todo sea eficiente.
- Durabilidad, se entiende como la resistencia que brinda una estructura ante el desgaste por uso, factores de tiempo y condiciones climáticas, en el cual su vida útil sea prolongada y su funcionalidad sea de normal a optimo.

## 5 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### 5.1 Metodología de la solución

#### - Tratamientos superficiales

Para Aguilar y Salas (2012) la metodología de tratamiento superficial bituminoso son aplicaciones de una o varias capas que tienen como función cubrir toda la carretera mediante una combinación de asfalto y agregado pétreo. En la cual, según el tipo de trabajo a desempeñar se debe realizar estudios de granulometría y ensayo de dosificaciones para mejores resultados.

En lo que concierne a sus características físicas Aguilar y Salas (2012) detalla que este tipo de método de pavimento asfáltico brinda una capa impermeable a la base compactada o calzada trabajada, a la cual dota de resistencia a abrasión producto de los vehículos. Estos tratamientos garantizan texturas óptimas para el tránsito, protege la integridad de la base ante el agua y resistencia.

En el uso de esta metodología Aguilar y Salas (2012) mencionan que, tiene como principal objetivo impermeabilizar, sellar e incrementar la durabilidad de una base conformada, lo cual brinda un servicio de calidad al transporte de vehículos. Por lo que es una opción para proteger nuestras carreteras, pero por su composición son considerados como no estructurales.

Los tratamientos superficiales tienen como característica que su espesor de capa es de 25 mm, su aplicación es variada por lo que puede servir para mantenimientos de pavimentos y con la incorporación de grava o gravilla puede usarse para trabajos de asfaltado en vías que tengan baja circulación automovilista. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008) describe en sus publicaciones las diversas aplicaciones de estos tratamientos al hacer uso de cemento asfáltico, u otra variante de mezclas asfálticas por lo que su propósito puede variar de acuerdo al diseño que se aplique. Además, si fuera necesario se puede hacer uso de aditivos que mejoren las características de nuestro asfalto adaptándolas a los resultados que buscamos.

- Clasificación de los tratamientos superficiales

Los métodos de aplicación de tratamientos en superficies compactadas son muy variados, así que la clasificación de estos puede darse por diversas consideraciones por lo que Kraemer et al. (2004) presentan una clasificación por la composición del tratamiento clasificados en riegos con o sin gravilla y mezclas bituminosas em capas de pequeño espesor.

**Figura 3**

*Modelo de agrupación de los tratamientos superficiales*

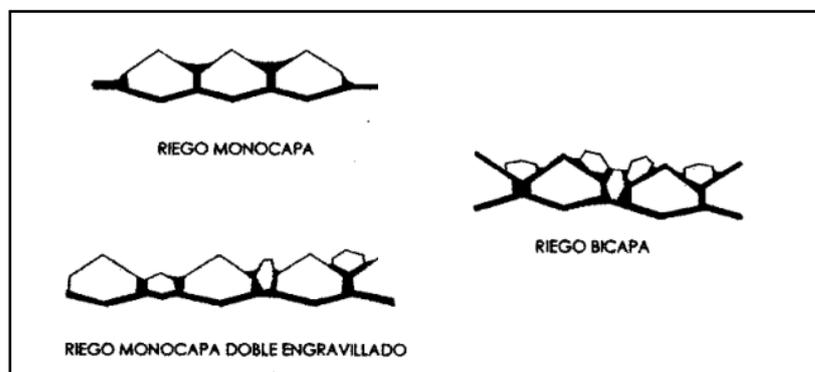
Riegos	Sin gravilla	En negro De imprimación De adherencia De curado
	Con gravilla	Monocapa Bicapa Multicapa Monocapa doble engravillado De sellado
Mezclas bituminosas en capas de pequeño espesor	Lechadas bituminosas Microaglomerados en frío Microaglomerados en caliente	

*Nota:* La clasificación puede ser diversa dependiendo del autor y país. Ingeniería de carreteras, Volumen II, Kraemer et al. (2004)

Dentro del tratamiento superficial de riegos con gravilla se encuentran los métodos a nivel de una capa, doble capa, tres o multicapa, aplicación de una capa con dos niveles de gravilla y de sellado, por lo que, según su composición, cantidades, tamaños de agregados pueden variar en los siguientes modelos:

**Figura 4**

*Tipos de tratamiento superficiales con gravilla*



*Nota:* Ingeniería de carreteras, Volumen II, Kraemer et. al (2004)

- Tratamiento superficial bicapa

Dentro de su compilación de información, la Corporación Andina de Fomento (2010) menciona que el método de tratamiento superficial doble como una solución de tipo funcional que mejora la infraestructura vial. Este método está direccionado a incrementar la duración del pavimento flexible y su desempeño. Por otra parte, su bajo costo lo hace una opción económica para proyectos de carreteras.

Del mismo modo, Cuchillo (2015) explica que el tratamiento superficial bicapa son dos aplicaciones alternadas de ligante bituminoso y agregados, aplicados de manera uniforme sobre la calzada. Además, hace mención que el tamaño del agregado colocado por capa disminuye aproximadamente a la mitad de su dimensión de manera secuencial.

### Figura 5

#### *Soluciones generales de mejoramiento de carreteras*

Grado de conocimiento y nivel de uso	Soluciones estructurales	Soluciones funcionales
Tecnologías universales	<b>Estabilizaciones</b> Estabilización con cal Estabilización con cemento Estabilización con emulsión asfáltica <b>Adición de capas estructurales</b> Adición de capa estructural de material granular Hormigones asfálticos y hormigones de cemento portland Adoquines de hormigón o de arcilla cocida	<b>Tratamientos superficiales y sellos asfálticos</b> Sellos de arena Lechadas asfálticas Tratamiento superficial simple Tratamiento superficial doble Tratamiento superficial múltiple <b>Supresores de polvo</b> Fog Seal (riego neblina)

*Nota:* Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito, Corporación Andina de Fomento (2010)

### Figura 6

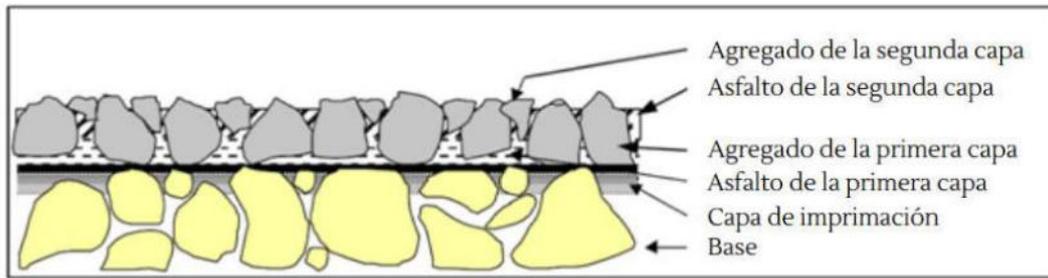
#### *Vida de servicio esperada de algunos tratamientos típicos*

Tipo de sello	Vida de servicio (años)		
	Rango típico	Promedio	
De uso universal	Sello de arena	2-4	3
	Lechada asfáltica	2-6	5
	Tratamiento superficial simple	4-6	5
	Sello doble de arena	6-9	-
	Tratamiento superficial doble	7-10	8
De uso innovador	Sello Otta simple + sello de arena	8-10	-
	Sello del Cabo (13 mm + lechada)	8-10	9
	Sello del Cabo (19 mm + lechada doble)	12-16	12
	Sello Otta doble	10-14	12

*Nota:* De Guideline: low-volume Sealed Roads, Southern African Development Community (2003)

## Figura 7

### *Estructura tratamiento superficial bicapa sobre base granular*



Nota: Guide to Pavement Technology, Austroads (2019)

#### - Características funcionales del tratamiento superficial bicapa

Un tratamiento superficial bicapa al ser considerado como no estructural, tiene la característica de ser de tipo funcional por lo que, Aguilar y Salas (2012) mencionan algunas de las características que brinda a las carreteras:

- Proteger y garantizar la compactación de las bases trabajadas, brindando una capa impermeable capaz de evitar infiltraciones de agua y daños por acción climática.
- Proteger las bases compactadas de la erosión y deslizamientos laterales productos del flujo de los vehículos.
- Garantizar una adherencia adecuada entre la superficie tratada y los neumáticos de vehículos, lo que evita derramamientos y accidentes.
- Un tratamiento superficial bicapa que cumple un buen diseño y ejecución durante la construcción incrementa la duración de su vida útil, resistencia e impermeabilidad de una vía, en comparación a un tratamiento monocapa, además es recomendable para mejorar la transitabilidad de carreteras de altas pendientes y se ven afectadas por climas severos.
- Los materiales que lo componen y su fácil aplicación lo convierte en una opción económica y durable, que aplicado sobre la calzada trabajada permite a esta conservar su capacidad de soporte. Además, su aplicación para mantenimiento de pavimentos asfálticos o rígidos genera que los periodos de reparación sean amplíen, por lo que la vida útil de los pavimentos se incrementa.

- Evita que el agua afecte las capas conformadas y es una opción al tratar pavimentos que presentan fallas como fisuras o desintegración por secciones por el paso del tiempo, prolongando su vida útil.
  - Producto del tránsito de vehículos los pavimentos empiezan a pulirse por lo que la aplicación del tratamiento superficial restaura la resistencia otorgando una textura antideslizante.
  - Brinda un correcto nivel de unión de la base granular compactada y el impermeabilizante asfáltico, esto debido al riego de imprimante que se coloca al iniciar el proceso de tratamiento.
  - Cuando los proyectos tratan de carreteras que presentan una circulación de vehículos leve o mediano, y capacidades de carga ligeras se puede optar por este tratamiento como pavimento flexible, teniendo en consideración todos los aspectos antes mencionados.
  - Cuenta con un mejor grado de adaptabilidad a deformaciones producto de asentamientos en las capas de soporte.
- Materiales utilizados en tratamiento superficial bicapa

Los materiales utilizados en el tratamiento superficial bicapa son los siguientes.

- Agregados

En los tratamientos superficiales monocapa y bicapa, el uso de agregados como grava, gravilla o escoria chancada tienen que contar con ciertas consideraciones físicas para su correcto uso y desempeño. El agregado a usarse debe ser de tamaño uniforme, la forma debe ser angular y contar con propiedades de resistencia al impacto y abrasión. Cuando el asfalto utilizado sea diluido o cortado se recomienda que el agregado este seco, pero si se aplica un asfalto emulsificado podría contener cierto grado de humedad.

Otra consideración es la limpieza del agregado, lo que brinda una mejor adherencia al asfalto y trabajabilidad en conjunto. El tamaño recomendable de agregado suele tener un diámetro de 20 mm, considerar una primera capa de 10 mm y unos 5 mm para segunda capa.

## Figura 8

### Niveles granulométricos para agregados en tratamientos superficiales

Nº de Huso	Tamaño Normal de agregado	Tipo de material (Porcentaje que pasa)								
		1 1/2 (37,5 mm)	1 (25,0 mm)	3/4" (19,0 mm)	1/2" (12,5 mm)	3/8" (9,5 mm)	Nº 4 (4,75 mm)	Nº 8 (2,36 mm)	Nº 16 (1,18 mm)	Nº 50 (300 um)
5	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	100	90-100	20-55	0-10	0-5				
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")		100	90-100	20-55	0-15	0-5			
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)			100	90-100	40-70	0-15	0-5		
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8" a n.º 8)				100	85-100	10-30	0-10	0-5	
9	4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)					100	85-100	10-40	0-10	0-5

*Nota:* Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) indica parámetros de calidad y gradación uniforme que deben tener los agregados empleados en impermeabilizaciones asfálticas.

## Figura 9

### Ensayos y especificaciones mínimas y máximas de calidad en agregados

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con una cara facturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas chatas y alargadas (ASTM D 4791-NTP 400.4)	15% máx.
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (ASTM D 1664-AASHTO T 182)	+95
Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.
Sales solubles total (MTC E 219)	0,5% máx.

*Nota:* Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Los agregados al ser afectados por la abrasión producto del movimiento del tráfico necesitan contar con resistencia al desgaste, para poder alargar el ciclo útil y evitar la creación de superficies lisas con poca fricción a las ruedas de los vehículos, de esta manera prevenir accidentes en nuestras vías por una mala textura en tiempos de lluvia. Por lo que se recomienda el uso del ensayo los Ángeles, siguiendo los parámetros del ASTM C131, en el cual los efectos por abrasión no deben ser superior al 40 %.

- Asfalto bituminoso

Los asfaltos bituminosos que son aplicados en tratamientos superficiales pueden ser cemento asfáltico, asfaltos diluidos y emulsiones catiónicas los cuales deben tener las propiedades necesarias para su uso y estas garanticen una cobertura de calidad en los proyectos de mantenimiento, tratamientos y/o pavimentados.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) presenta consideraciones referenciales de rangos de temperatura, que varían de acuerdo al tipo de tratamiento, aplicación y viscosidad del material asfáltico.

**Figura 10**

*Grados de penetración máximos y mínimos del cemento asfáltico*

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
<b>Pruebas sobre el Material Bituminoso</b>											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) <sup>(1)</sup>	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oliensies) <sup>(2)</sup>											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
<b>Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h</b>											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm <sup>(3)</sup>	MTC E 306			50		75		100		100	

*Nota:* (1)(2) ensayos opcionales; (3) si 100 cm < ductilidad, se aprobará su uso si lo alcanza a los 15,5 °C. Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) especifica que si se plantea usar asfalto diluido debe ejecutarse según lo descrito en la Tabla 415-05 Condiciones para el uso de asfalto bituminoso disuelto para curado medio y Tabla 415-06 Condiciones para el uso de asfalto bituminoso disuelto por curado rápido.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) menciona que si se planea usar emulsiones catiónicas debe ejecutarse según lo descrito en la Tabla 415-04 Criterios para la aplicación de emulsiones catiónicas y Tabla 415-04A Criterios para la aplicación de emulsiones catiónicas con polímeros.

**Figura 11**

*Nivel de viscosidad para cemento asfáltico según sus características*

Características	Grado de Viscosidad				
	AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta a 60°C, Poises	250±50	500±100	1.000±200	2.000±400	4.000±800
Viscosidad Cinemática, 135°C St mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr, 5 s mínimo	200	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	99	99	99	99	99
Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina					
➤ Viscosidad Absoluta, 60°C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
➤ Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	100	100	50	20	10
Ensayo de la Mancha (Oliensies) <sup>(1)</sup>					
Solvente Nafta - Estándar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta - Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano - Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

*Nota:* (1) Porcentajes de solvente a usar, para obtener un ensayo con resultado positivo. Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

**Figura 12**

*Rangos de temperatura para aplicación de asfalto (°C)*

Tipo y Grado del Asfalto	Temperaturas de Esparcido <sup>(2)</sup>		Temperaturas de Mezclado en Planta <sup>(1)</sup>	
	Mezclas in situ	Tratamientos superficiales	Mezclas Densas	Mezclas Abiertas
<b>Asfaltos Diluidos</b>				
MC-30	-,-	30	-,-	-,-
RC-70 o MC-70	20	50	-,-	-,-
RC-250 o MC-250	40	75	55-80	-,-
RC-800 o NC-800	55	95	75-100	-,-
<b>Emulsiones Asfálticas</b>				
CRS-1	-,-	50-85		-,-
CRS-2	-,-	50-85		-,-
CMS-2	20-70	-,-		10-70
CMS-2h, CSS-1, CSS-1h	20-70	-,-		10-70
<b>Cemento Asfáltico</b>				
Todos los grados	140 máx (4)		140 máx (4)	

*Nota:* Asphalt in Pavement Maintenance MS-16, Asphalt Institute (n.d.)

- Aditivos

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) aconseja para los tratamientos que requieran de un mayor nivel de adherencia entre base compactada, material bituminoso y agregados se puede hacer uso de aditivos que tengan estudios corroborados de eficacia en proyectos similares.

- Consideraciones de calidad de los agregados

Por experiencia recopilada Aguilar y Salas (2012) recomiendan que para tratamientos superficiales monocapa y bicapa se debe usar un agregado de tamaño variable entre 6 mm a 16 mm. Si la dimensión en el primer nivel es mayor a 16 mm se podría ocasionar mucho ruido en los neumáticos, y si es menor a 6 mm su trabajabilidad se vería reducido y no se podría hacer un correcto extendido.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) muestra diámetros recomendables para capa, en el cual los factores deben ser analizados por el diseñador considerando las cantidades de ligante asfáltico y agregados a usar.

**Figura 13**

*Cantidades aproximadas de materiales*

Aplicaciones	Tamaño Nominal del agregado	Nº Huso <sup>(b)</sup> Granulométrico	Cantidad de Agregado m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Cantidad de <sup>(a)</sup> Asfalto l/m <sup>2</sup>
Primera Aplicación	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90
Segunda Aplicación	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,18
Primera Aplicación	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68
Segunda Aplicación	9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,91

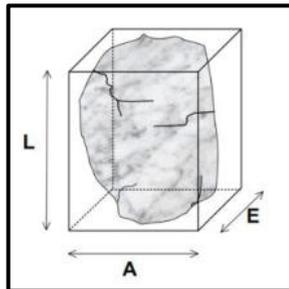
*Nota:* (a) La cantidad de asfalto debe aumentarse un 5 - 10% cuando no hay calentamiento; (b) Según ASTM D 448. Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Partículas Fragmentadas, entre los diversos estudios existentes el ensayo al desgaste o erosión por roce se realiza mediante la máquina los ángeles porque es el método más utilizado y recomendable por los resultados confiables que brinda al momento de analizar la Resistencia a la fragmentación.

Para cuidar la figura y estructura del agregado Aguilar y Salas (2012) recomienda el método estándar de prueba guiada en el ASTM D 3398 o ensayo de partículas chatas y alargadas con método MTC E 221, estos estudios son importante porque los agregados que tienen forma cubica suele resistir más, y los que tienen forma alargada suelen ocupar mayores espacios por lo que se tendría que cambiar las reglas de dosificación a fin de garantizar el cumplimiento del tratamiento superficial.

**Figura 14**

*Forma recomendable para agregado  $A/E > 5/3$  y  $L/A > 9/5$*



*Nota:* Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)

Referente al nivel de angularidad del agregado, Aguilar y Salas (2012) indican que, esta consideración es importante para asegurar el trabajo en conjunto de todo el riego de agregados esparcidos en la capa asfáltica. Sugieren que las partículas deben contar como mínimo como dos lados facturados. Por lo que se sugiere aplicar el ensayo de partículas fracturadas siguiendo el modelo MTC E 210 recomendado por el EG 2013.

**Figura 15**

*Ensayos y frecuencia requeridos*

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia *	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250 m <sup>3</sup>	Pista Dist. Agregado
	Tasa de aplicación		250m <sup>3</sup>	Pista Dist. Agregado
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	250m <sup>3</sup>	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m <sup>3</sup>	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1.000m <sup>3</sup>	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1.000m <sup>3</sup>	Cantera
	Adhesividad		1.000m <sup>3</sup>	Cantera
Tratamiento Superficial	Resistencia al Deslizamiento (1)	MTC E 1004	por día	Pista Compactada
	Profundidad de textura (1)	MTC E 1005	1 por día	Pista Compactada
Material Bituminoso	Según tipo de material. Ver 418.02(b)		$\sqrt{N}$ (2)	Tanque térmico al llegar a obra

*Nota:* (\*) Frecuencia mínima; (1) Aplicable solo en la capa superior; (N) Cantidad de material asfáltico requerido. Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

- Consideraciones para obtener un asfalto idóneo

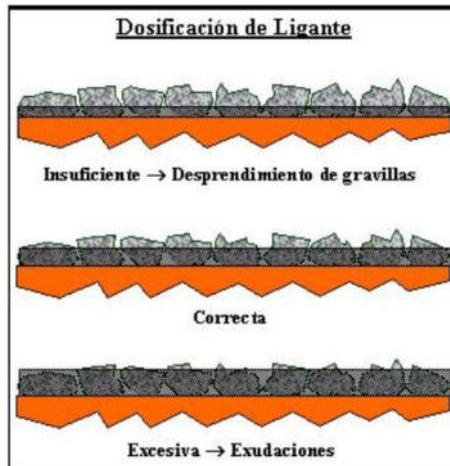
Kreamer et al. (2004) indican que el asfalto que se aplique tiene que contar con las siguientes cualidades como mínimo para garantizar un buen desempeño:

- Durante el imprimado del asfalto este debe estar en un estado líquido trabajable para su correcta distribución uniforme, evitando a su vez que este se desborde.
- Al aplicar la gravilla sobre el asfalto esta debe contar con una viscosidad baja para cubrir fácilmente el agregado y asegurar una adhesión correcta inicial, al igual entre el asfalto bituminoso con la base compactada imprimada.
- El ligante residual tiene que contar con cierto nivel de adhesión para retener los finos cuando la carretera permita el tránsito vehicular.
- El asfalto debe desarrollar adhesión y curado de manera rápida.
- Después de realizar el curado y compactado debe de mantener a los agregados retenidos a la base trabajada para evitar que la gravilla se desprenda con el paso de vehículos.
- Aplicar la cantidad necesaria de asfalto no debe presentar exudación ni desprenderse por cambios de factores climáticos.

Para finalizar, Kreamer et al. (2004) mencionan que, es recomendable usar emulsiones asfálticas de rotura rápida y altos niveles de ligante residual, además que, si el grado de penetración del asfalto es de 150/200 se debe aplicar en climas cálidos y secos, pero no es recomendable usar tales niveles porque aun así podría presentar fallas. Otra consideración importante es que, a mayor dimensión del agregado, el asfalto tiene que contar con niveles de viscosidad elevados.

## Figura 16

*Dosificación correcta de ligante asfáltico*



*Nota:* Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)

## Figura 17

*Características de ligantes y adherencia de asfaltos bituminosos*



*Nota:* Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)

- Metodologías de diseño para la impermeabilización asfáltica de bicapa

En la actualidad hay muchas metodologías para encontrar los espesores de pavimentos asfáltico con impermeabilización bicapa, por nombrar algunos tenemos al método Transport Road and Research Laboratori (TRRL), al método U. S.A.C.E desarrollado por las fuerzas armadas de Estados Unidos mediante su grupo de ingenieros, entre otros.

La presente investigación aplica la metodología AASHTO 93 para la cuantificación de espesores de pavimento asfáltico con impermeabilización superficial bicapa, en los contenidos existen ciertos parámetros que son cambiados para adaptarlos a los tratamientos superficiales. El número estructural del suelo es cambiado por el módulo resiliente para poder realizar estudios racionales de determinación de propiedades.

Los valores de cada capa de conformación como sub base, base y asfalto son calculados por el valor del CBR, modulo resiliente y índice de tránsito vehicular, además considera las condiciones climáticas de la zona para su diseño.

- Proceso constructivo de tratamiento superficial bicapa

Trujillo (2018) describe que la secuencia de ejecución del tratamiento superficial a nivel de bicapa tiene que seguir las etapas descritas a continuación.

Preparación de la base compactada, en esta etapa se tiene que verificar los niveles culminados de la base según el diseño geométrico, también se verifican los trabajos de compactado y se procede a realizar las pruebas de densidades de campo, una vez realizado esas actividades preliminares se inicia la obra. Luego se aplica la capa de adherencia e imprimante y se espera un aproximado de 24 horas para su correcto curado, y antes de aplicar el tratamiento superficial se debe constatar que la base esta seca y libre de agentes que perjudiquen el asfalto bituminoso.

Como segunda etapa se realiza la aplicación del asfalto bituminoso, en la cual el distribuidor del riego asfáltico debe seguir de manera uniforme la longitud de la vía que se va a cubrir, evitando colocar material de más en las juntas. Este proceso debe ser uniforme, y no se debe realizar en días de lluvia o temperaturas menos a 6 °C.

**Figura 18**

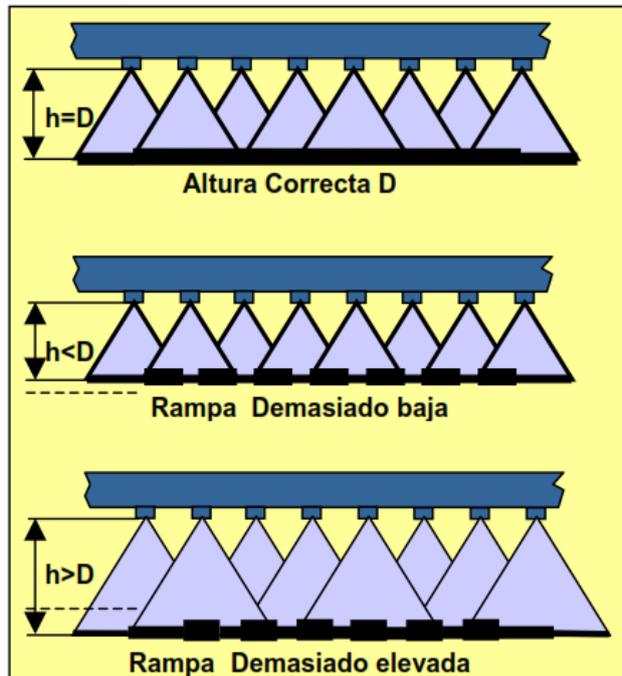
*Aplicación de asfalto bituminoso para tratamiento superficial bicapa*



*Nota: Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)*

**Figura 19**

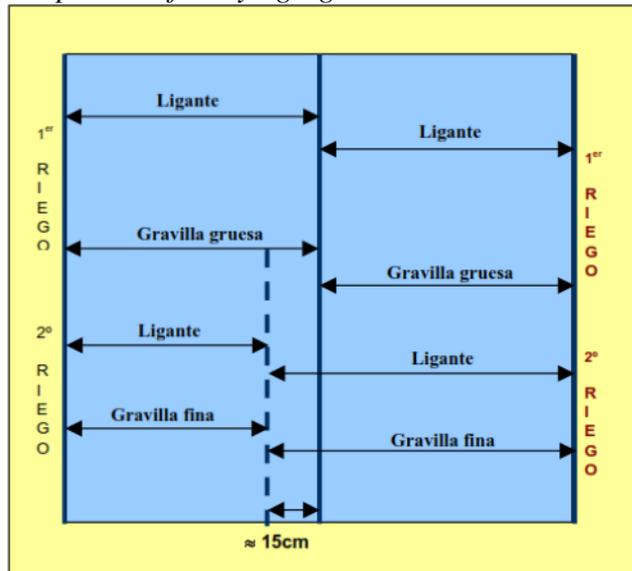
*Altura correcta de aspersores de asfalto bituminoso*



*Nota: Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)*

**Figura 20**

*Forma correcta de aplicar asfalto y agregados*

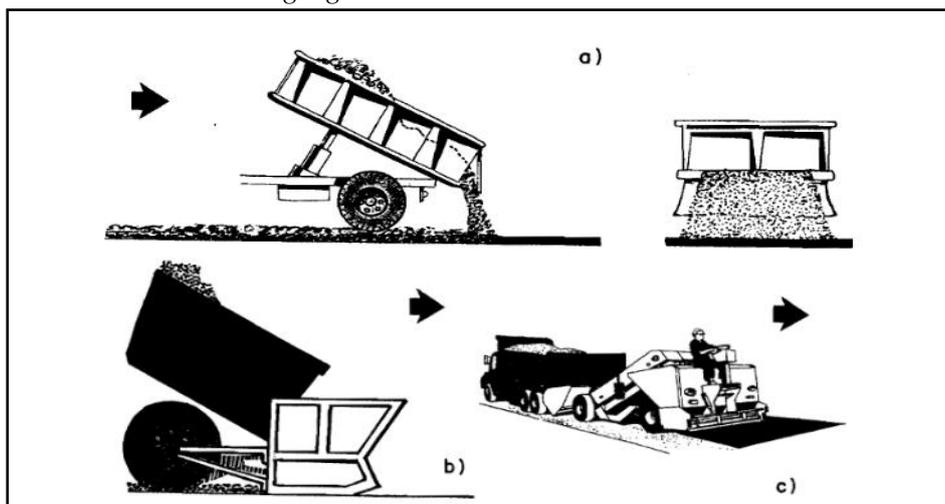


*Nota:* Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)

El agregado debe extenderse de manera uniforme después de la aplicación del asfalto bituminoso, evitando cubrir la base sin ligante asfáltico. Se esparce por franjas evitando cubrir los bordes entre 0.15 m a 0.20 m de la zona con asfalto bituminoso. El proceso de compactado se realiza una vez distribuido el agregado de manera uniforme y comienza por las franjas de la vía hacia el centro en las secciones rectas y en las curvas se empieza por los bordes interiores.

**Figura 21**

*Formas de extendedoras de agregados*



*Nota:* (a) compuerta de volquete; (b) con tolva empujada por el camión; (c) autopropulsada. Ingeniería de carreteras, Volumen II, Kraemer et al. (2004)

## Figura 22

### *Esparcido del agregado para tratamiento superficial bicapa*



*Nota:* Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)

La segunda capa de asfalto bituminoso se colocará una vez pasen 72 horas como mínimo de la apertura al tránsito de vehículos, se tiene que considerar los criterios nombrados en la primera capa y tener cuidado en colocar material en las juntas longitudinales por lo que se sugiere dejar espacios de 20 cm.

Finalmente, se coloca la segunda capa de agregado siguiendo las mismas consideraciones antes mencionadas, y procede a realizar la compactación final por lo que se recomienda el uso de rodillo de cilindro vibratorio liso para darle el acabado terminado. Como consideración adicional se debe eliminar el agregado sobrante mediante el barrido posterior pasado las 24 horas como medida de seguridad y para las carreteras de bajo tránsito vehicular es recomendable colocar una capa de riego de protección luego de realizar el barrido final.

**Figura 23**

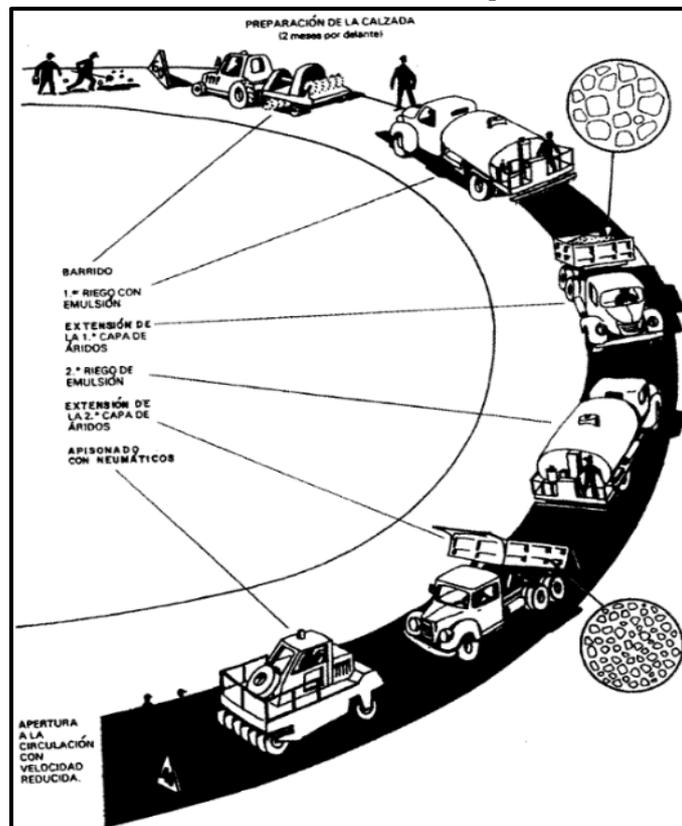
*Consideraciones para la ejecución de tratamientos de una y dos capas*

OPERACIÓN	MONOCAPA (BERMAS)	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA
<b>BARRIDO</b>	Escobas y Compresora de aire	Escobas y Compresora de aire	Escobas y Compresora de aire
<b>RIEGO DERC - 250</b>	Marcado de borde Riego de rc-250 a 0,29 gl/m <sup>2</sup> a 0,02 Velocidad de riego - 220 m./min. Con Tanque Imprimador de 1800 gls. De Capacidad.	Marcado de Pista Riego de rc-250 a 0,435 gl/m <sup>2</sup> a 0,02 Velocidad de riego - 153 m./min. Tanque Imprimador de 1800 gls. De Capacidad.	Marcado de Pista Riego de rc-250 a 0,290 gl/m <sup>2</sup> a 0,02 Velocidad de riego - 220 m./min. Tanque Imprimador de 1800 gls. De Capacidad.
<b>ESPARCIDO AGREGADOS PETREOS</b>	Con esparcidora acoplada a volquete de 10m <sup>3</sup> de cap. Resane con rodillo y escobas. Planchado con Rod. Liso de 8 ton. ( 2 pasadas) Compact. Con Rod. Neumático.	Con esparcidora (comp. Graduable) acoplada a volquete de 10m <sup>3</sup> de cap. Resane con rodillo y escobas. Planchado con Rod. Liso de 8 ton. ( 2 pasadas) Compact. Con Rod. Neumático.	Con esparcidora (comp. Graduable) acoplada a volquete de 10m <sup>3</sup> de cap. Resane con rodillo y escobas. Planchado con Rod. Liso de 8 ton. ( 1 pasada) Es opcional. Compact. Con Rod. Neumático.

*Nota:* Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

**Figura 24**

*Esquema de operaciones de construcción a nivel de bicapa*



Nota: Ingeniería de carreteras, Volumen II, Kraemer et. al (2004)

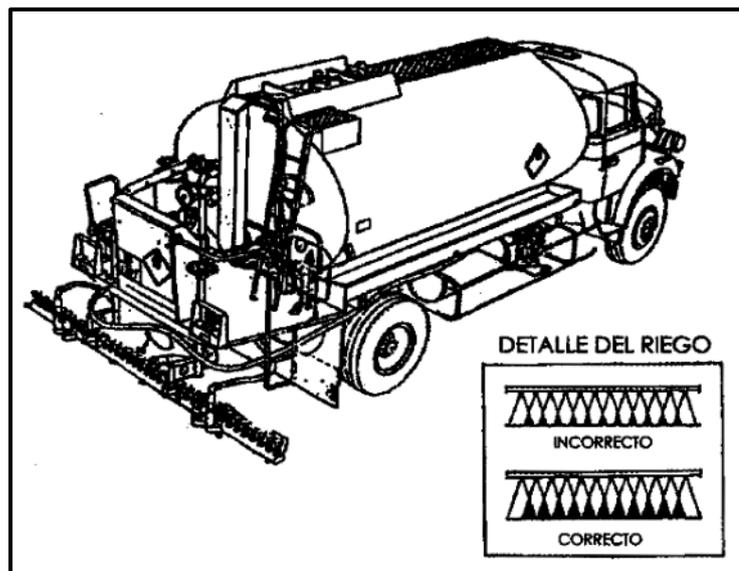
- Equipos para la ejecución de impermeabilizaciones asfálticas bicapa

Para Aguilar y Salas (2012) mencionan la importancia que tienen los trabajadores, equipos y maquinarias en la calidad del resultado final de la obra, describe una lista de consideraciones sobre estos puntos a tener en cuenta y la importancia de realizar inspecciones frecuentes a los equipos.

- Conocimientos técnicos de los operadores y trabajadores.
- Revisión del estado de equipos.
- Contar con compresoras de aire y escobas mecánicas.
- Contar con tanque para esparcir el imprimado.
- Extendedoras para agregados.
- Volquetes.
- Maquinaria compactadora.

### Figura 25

*Cisterna para riego de ligante asfáltico*



Nota: Ingeniería de carreteras, Volumen II, Kraemer et. al (2004)

- Principales deficiencias constructivas en tratamiento superficial bicapa

Vivar (1995) menciona que, los principales errores ocurridos en la ejecución de proyectos pavimentos con tratamiento superficial bicapa son las siguientes:

- El método de tratamiento superficial bicapa es una opción de asfaltado en carreteras de bajo tránsito vehicular, por lo que en tránsitos elevados se debe elegir otros tipos de pavimento.
- No sacar los estudios ni ensayos de laboratorio para analizar las características del asfalto bituminoso y agregados.
- Colocar cantidades excesivas de agregados o lígate asfáltico, que no permita el desempeño adecuado de la capa tratada.
- Utilizar agregados con impurezas o sobre las bases compactadas con rastros de elementos desconocidos.
- Aplicación del tratamiento en condiciones climáticas desfavorables.
- El tendido del agregado debe ser inmediatamente después de colocar la capa de asfalto bituminoso para mejores resultados.
- El compactado al finalizar el proceso debe ser uniforme.

Aguilar y Salas (2012) mencionan la importancia de colocar el ligante asfáltico a una temperatura adecuada, por lo que una elección incorrecta de este factor evitará una correcta adherencia entre materiales.

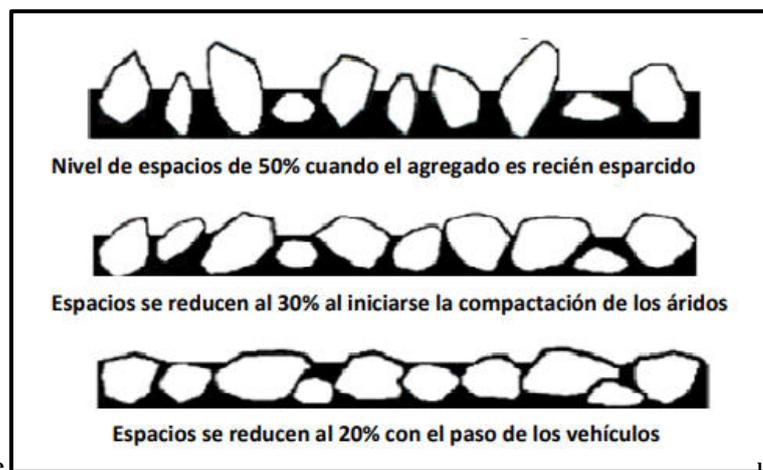
- Aspectos positivos y negativos del tratamiento superficial bicapa

Trujillo (2018) menciona que en comparación a otros métodos de pavimentación el uso del tratamiento superficial bicapa es más económica y su proceso constructivo es simple. Este método de aplicación no requiere calentar el agregado a comparación del pavimento flexible en caliente, además el asfalto bituminoso requiere temperaturas no mayores a los 100 °C. Otro aspecto positivo es que su preparación puede ser en el lugar de la obra, y los agregados pueden ser de canteras cercanas por lo que no es necesario costos elevados por transporte de material. Por último, aclara que, aunque no tenga capacidad estructural, garantiza la impermeabilización y reducción de esfuerzos en las bases compactadas.

Respecto a los aspectos negativos, Trujillo (2018) menciona que las carreteras que apliquen este tratamiento superficial deben limitar las altas velocidades en los primeros días porque el agregado podría desprenderse ya que el asfalto bituminoso requiere de tiempo para adherirse por completo a los áridos, también menciona que este método al ser una cobertura requiere que la base este correctamente compactada y libre de irregularidades, por ultimo menciona que los cambios del clima podrían afectar las capas de asfalto los primero meses luego de su aplicación.

### Figura 26

*Nivel de espacios compactados en el proceso constructivo*



Nota: Seguimiento de *Trujillo (2018)*

### Figura 27

*Textura final e importancia del barrido de agregado excedente*



Nota: Riegos con gravilla, Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2018)

**Figura 28**

*Espesores de diseño para tratamiento superficial a nivel de bicapa*

EE		Tr0	Tr1	Tr2
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000
CB R %	Mg 2555x $CBR^{0.84}$	T.S.B. 25 cm 	T.S.B. 30 cm 	T.S.B. 30 cm 
CBR < 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	18 cm (*) 	20 cm (*) 	25 cm (*) 
≥ 6%	> 8,040 psi (55.4 MPa)	T.S.B. 25 cm 	T.S.B. 30 cm 	T.S.B. 30 cm 
CBR < 10%	≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	18 cm 	20 cm 	25 cm 
≥ 10%	> 11,150 psi (76.9 MPa)	T.S.B. 25 cm 	T.S.B. 25 cm 	T.S.B. 25 cm 
CBR < 20%	≤ 17,380 psi (119.8 MPa)	15 cm 	20 cm 	23 cm 
≥ 20%	> 17,380 psi (119.8 MPa)	T.S.B. 18 cm 	T.S.B. 20 cm 	T.S.B. 25 cm 
CBR < 30%	≤ 22,530 psi (155.3 MPa)	15 cm 	17 cm 	15 cm 
CBR ≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	T.S.B. 27 cm 	T.S.B. 32 cm 	T.S.B. 35 cm 

*Nota:* (\*) sub rasante. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Ministerio de Economía y Finanzas (2015)

## 5.2 Desarrollo de la solución

Para poder efectuar el presente estudio, la evaluación de la estructura de pavimento flexible en la vía urbana del barrio San Sebastián utilizando el tratamiento superficial a nivel de bicapa estará dada por los parámetros descritos anteriormente, para plantear el diseño se usaran los datos recopilados en el expediente técnico a nivel de afirmado con el que cuenta la Municipalidad de Tarma, los datos referentes a la calidad de los materiales mínimos se utilizaran los lineamientos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y demás normativa vigente nacional. El diseño será por medio de los criterios del método para pavimentos AASHTO 93. Para el desarrollo se requerirá determinar los siguientes datos:

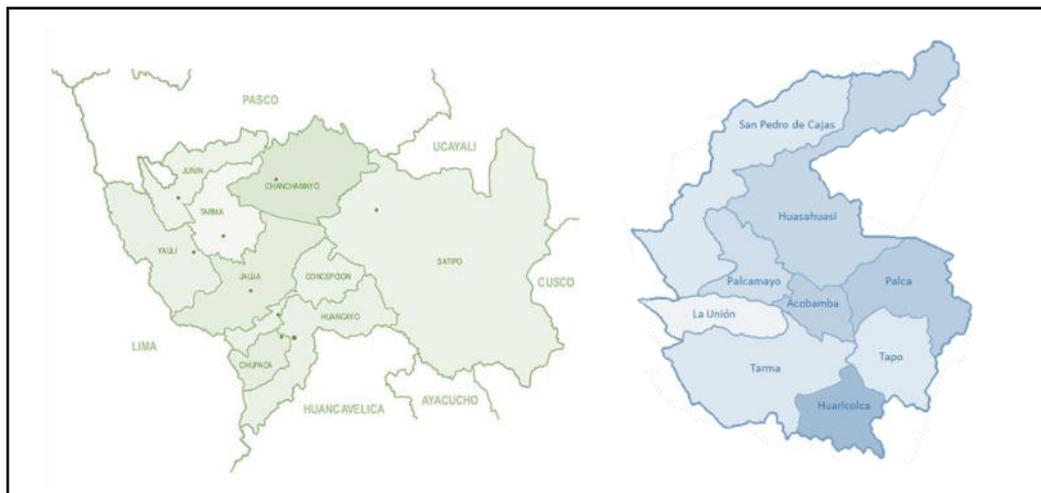
- Para delimitar las características de la vía urbana se analizará el estudio topográfico y diseño geométrico realizado en el expediente técnico de la trocha carrozable San Sebastián.

- El estudio de tráfico se realizó durante la experiencia profesional, por lo que los datos utilizados tienen menos de medio año de antigüedad.
  - Sobre las consideraciones del estudio de mecánica de suelos se analizará los establecidos en el expediente técnico de la trocha carrozable San Sebastián y consideraciones del método AASHTO 93.
  - Cálculos de espesores y propuestas a evaluar mediante el método de tratamiento superficial a nivel de bicapa.
- Ubicación política, geográfica y localización del área de investigación

La ubicación política de la ruta investigada, se encuentra en el barrio San Sebastián perteneciente a la ciudad de Tarma, departamento de Junín. Mientras que las coordenadas geográficas del tramo en su progresiva 0+000 km tiene una latitud  $11^{\circ}25'33.50''S$  y longitud  $75^{\circ}41'37.41''O$ , y las coordenadas en la progresiva 1+270 km tiene una latitud  $11^{\circ}25'19.28''S$  y Longitud  $75^{\circ}41'57.50''O$ . Además, se encuentra en una altitud de 3050 m.s.n.m.

### Figura 29

*Provincias de la Región Junín y distritos de Tarma*

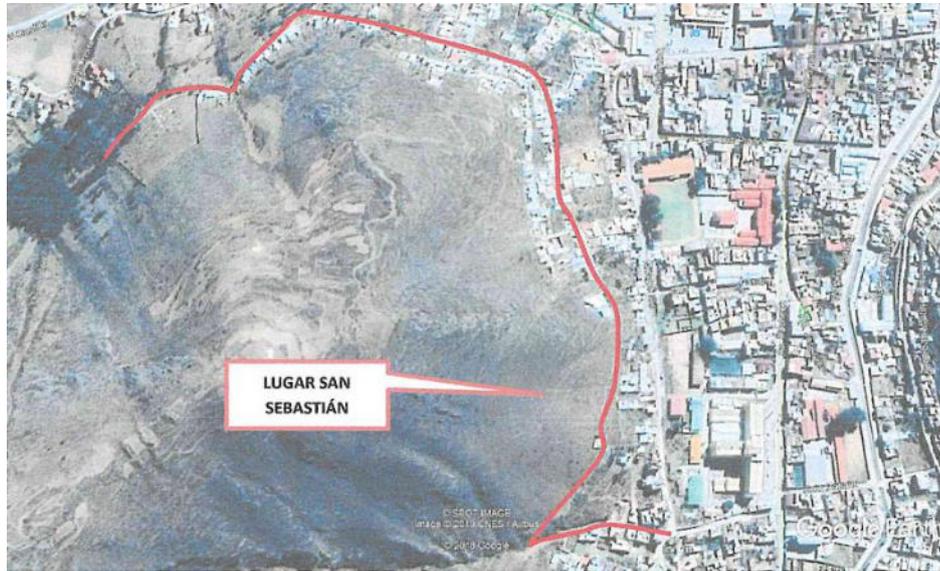


*Nota:* web (<https://www.viajaraperu.com>)

En la imagen mostrada a continuación se encuentra representada la vía urbana del barrio San Sebastián el cual cuenta con una distancia de 1.27 km y 4.00 m de ancho uniforme.

### Figura 30

#### Localización de la vía urbana del barrio San Sebastián



El tipo de clima en Tarma (zona de estudio) cambian en el transcurso del año mediante las temporadas, se puede definir como un clima mesotermal o templado, con zonas geográficas semiáridas de poca cobertura vegetal y una amplitud térmica media que varía entre los 10 °C a 18 °C. Según SENAMHI la temperatura registrada es de no menos de 6.3 °C y no más de 19.3 °C. Además, las precipitaciones se dan en un periodo marcado a partir del mes de noviembre a marzo registrándose según SENAMHI una precipitación anual acumulada de 383.5 mm/año, y en los meses restantes presenta una etapa de sequía.

#### - Análisis de características de la vía urbana

Como es sabido para todo estudio vial es necesario analizar la topografía del tramo, para conocer detalles geográficos, geológicos y características físicas que nos ayuden a definir la geometría de la vía. Analizando la información con la que se cuenta en el levantamiento topográfico del expediente técnico del barrio San Sebastián se puede describir las siguientes características:

- Se ejecutó el estudio topográfico mediante el uso de una poligonal abierta, recabando datos cada 10 m en los cuales se tomaron como mínimo 5 puntos

paralelos, además se anotaron puntos adicionales para delimitar cada vivienda y la ubicación de sus conexiones domiciliarias.

- Para el diseño se utilizó la normativa peruana vigente, aplicando un contraste con las pautas cubanas usadas en el diseño de caminos rurales. Para el estudio a nivel de afirmado se proyectó para un tiempo de duración de 20 años con una intensidad proyectada de tránsito vehicular de 720 veh/día al terminar la ejecución.
- Otros criterios que se tuvieron en cuenta un tráfico de 25 km/hora como velocidad de diseño, radio mínimo de volteo de 13.00 m, longitud de curva vertical 80.00 m y un peralte de calzada de 2%.
- Se realizó la nivelación en ambos extremos manteniendo un equilibrio entre el corte y relleno, así para hallar el perfil longitudinal de terreno que servirá para la pendiente del diseño, altura de cada buzón y conexiones domiciliarias.
- Se llega a la conclusión que la topografía al inicio de la apertura de la trocha es inclinada del terreno natural es de la zona de sur hacia la zona norte y semiplana en el sector de las viviendas, analizando los planos de perfil longitudinal esta vía presenta una pendiente variable los cuales son 16.30 % en 150 m, 8.5 % en 120 m, 6.19 % en 70 m, 0.28 % en 210 m, 1.20 % en 420 m, 6.55 % en 170 m y 4.00 % en 130 m.

Por último, para mayor detalle los planos de perfiles topográficos tanto longitudinal y transversal de la vía urbana del barrio San Sebastián están adjuntadas en los anexos.

- Estudio de tráfico

Para obtener los factores requeridos se empezó por identificar la cantidad de movimiento vehicular que existe en la zona, cuantificando el número de vehículos, tipos y proyectando los datos obtenidos para el periodo de diseño los cuales son elementos necesarios para la elaboración del diseño a nivel de bicapa. Se desarrollo la siguiente secuencia de estudios:

- Análisis de la cantidad y tipo de tránsito actual en la vía urbana.
- Descripción del método de estudio aplicado.
- Realización del conteo vehicular y elaboración de tablas con resultados.

- Cálculo del Índice Medio Diario Anual en la vía de estudio.
  - Interpretación del Índice Medio Diario Anual en la vía de estudio.
  - Cálculo del tránsito proyectado para el ciclo de diseño.
  - Determinar el peso sobre la vía por ejes equivalentes.
- Análisis de la cantidad y tipo de tránsito actual en la vía urbana

Los modelos de vehículos presente en esta vía urbana son en su gran parte mototaxi y autos que realizan el transporte de pasajeros, automóviles y camionetas, en base a este primer análisis se recomendó el uso del tratamiento superficial bicapa debido a que el tránsito que se aprecia es ligero y se adapta a la metodología antes mencionada. Además, esta vía es usada de manera frecuente por la población del barrio San Sebastián, ya que es el único acceso vehicular de la zona, y es utilizado para el traslado de los pobladores que por la ubicación en la que se encuentran requieren hacer uso de esta vía para poder ir a sus centros de estudios, labores, compra de víveres entre otras actividades del día a día.

- Descripción del método de estudio aplicado

El método utilizado se basó en la observación, en el conteo de vehículos mediante criterios recomendados, para lo cual se analizó y determinó que la calle cuenta con una distancia longitudinal de 1.27 km, y como esta vía tiene un solo acceso se colocó la estación de control en el ingreso progresiva km 0+000.

El formato utilizado fue el aportado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, según la metodología de diseño y en cumplimiento a lo referido en cálculos de espesores de pavimentos el estudio se realizó durante 7 días, las 24 horas como tiempo de control diario.

- Realización del conteo vehicular y elaboración de tablas con resultados

Se realizó la lista con los vehículos transitados por la vía urbana del barrio San Sebastián según su tipología y en los periodos de tiempo antes mencionadas en el punto de control.

Con los datos recopilados se identificó que los vehículos que usan esta vía son considerados ligeros, los cuales fueron agrupados y se calculó el promedio diario de vehículos transitados (IMD) por día y un promedio de vehículos semanal. En la tabla siguiente se colocan un resumen de los cuadros de conteo vehicular realizados.

**Tabla 2**

*Cuantificación de la cantidad y tipo de vehículos diarios*

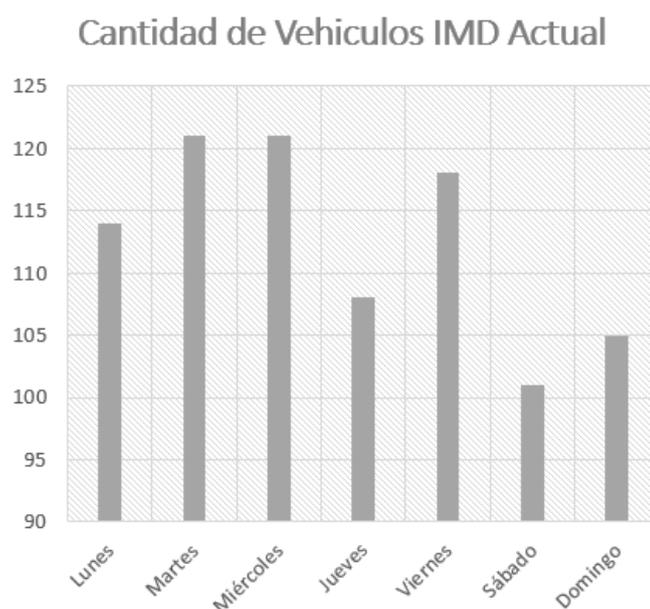
<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Moto Taxi	28	32	34	32	35	29	29
Auto	58	56	68	73	66	62	69
Station Wagon	3	3	4	3	5	4	6
Pick Up	12	12	8	10	11	11	10
Panel	0	2	0	3	3	2	3
Rural Combi	0	0	0	0	1	0	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0

Según los resultados conseguidos se muestra el Índice Medio Diario realizado según la cuantificación de vehículos diarios en la estación 0+000.

Una vez culminado el conteo, se calculó el Índice Medio Diario Semanal (IMDS), que consiste en la aplicación de una simple formula que divide el número de vehículos por tipo (promedio de los siete días evaluados) dividido entre 7. Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla y gráfico, el cual nos da un Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de 115 veh/día.

**Tabla 3***Aplicación de la formula y cálculo de Índice Medio Diario Semanal*

Tipo de vehículo	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Cantidad
Moto Taxi	28	32	34	32	35	29	29	219
Auto	58	56	68	73	66	62	69	452
Station Wagon	3	3	4	3	5	4	6	28
Pick Up	12	12	8	10	11	11	10	74
Panel	0	2	0	3	3	2	3	13
Rural Combi	0	0	0	0	1	0	1	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>114</b>	<b>121</b>	<b>121</b>	<b>108</b>	<b>118</b>	<b>788</b>

**Figura 31***Gráfico de número de vehículos promedio a la semana*

Analizando los resultados se puede apreciar que los días martes y miércoles presentan mayor cantidad de vehículos recorridos, mientras que los días sábado y domingo una menor cantidad lo cual se puede deber a que son días no laborales y el tránsito en su mayoría es para el transporte de pasajeros.

- Cálculo del Índice Medio Diario Anual en la vía de estudio

Para cuantificar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) se tiene que multiplicar la media obtenido en la semana de estudio por su multiplicador de corrección estacionaria (FC) para nuestro análisis el valor adoptado será de 1 por la no presencia de peajes cercanos, además al ser una vía recién habilitada se ve recomendable trabajar con este factor para no reducir la cantidad de vehículos y trabajar con un valor mayor.

**Tabla 4**

*Registro de cálculo de IMDA según clasificación vehicular*

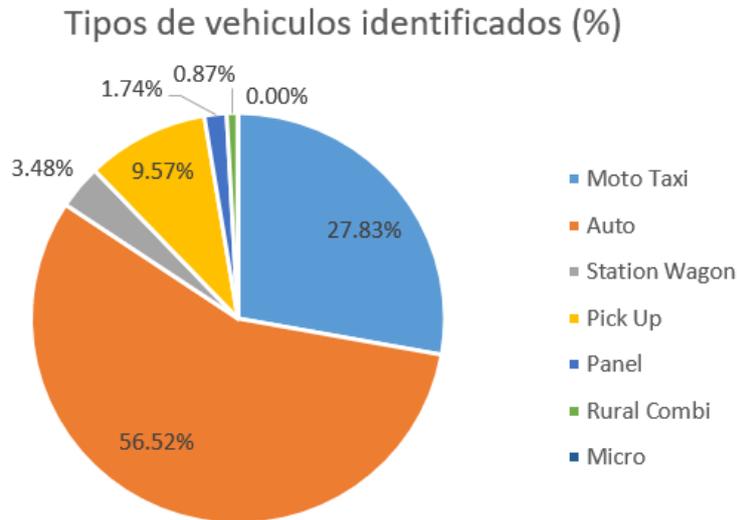
<b>Modelo de vehículo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Moto Taxi	32	27.83%
Auto	65	56.52%
Station Wagon	4	3.48%
Pick Up	11	9.57%
Panel	2	1.74%
Rural Combi	1	0.87%
Micro	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>	<b>100.00%</b>

- Interpretación del Índice Medio Diario Anual en la vía de estudio

Del estudio realizado se concluye un Índice Medio Diario Anual (IMDA) en la vía urbana del barrio San Sebastián es de 115 vehículos por día, de los cuales según la tabla 14 se puede decir que la mayor presencia es de moto taxi con un porcentaje de 27.83 %, autos un 56.52 %, un 3.48 % de Station Wagon, un 9.57 % de Pick Up, un 1.74 % camioneta tipo panel y 0.87 % rural combi. Por lo que según el análisis realizado el 100 % presenta a vehículos ligeros.

**Figura 32**

*Tipos de vehículos identificados en estación km 0+000*



Analizando los datos obtenidos podemos determinar que la distribución de tipo de vehículo es de tránsito liviano, por lo que cumple la condición para la impermeabilización de bicapa recomendado por las fuentes de referencia.

**Tabla 5**

*Clasificación vehicular por peso y tipo*

Modelo de vehículo	Promedio	Clasificación por el tipo de vehículo	Cantidad	Porcentaje
Moto Taxi	32			
Auto	65			
Station Wagon	4			
Pick Up	11	LIVIANOS	115	100.00%
Panel	2			
Rural Combi	1			
Micro	0			
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>		<b>115</b>	<b>100.00%</b>

- Cálculo del tránsito proyectado para el ciclo de diseño

Para cuestiones de diseño con la metodología de tratamiento superficial a nivel de bicapa es conveniente conocer la adición vehicular en el año 0 y el tránsito proyectado a futuro.

Para el diseño se tiene que calcular una demanda proyectada según la vida útil de pavimento, para poder realizar este cálculo utilizaremos una fórmula de tasa de crecimiento  $T_n = T_o (1 + r)^n$  donde, el “ $T_n$ ” es el valor planeado de vehículos a alcanzar en un tipo “ $n$ ”, “ $T_o$ ” es el valor vehicular del año actual denotada en veh/día, “ $r$ ” el índice de crecimiento vehicular producido en un año y “ $n$ ” es el año proyectado.

El número de años de la vida de servicio sugerido para el tratamiento de bicapa para la calle del barrio San Sebastián, con el fin de mejorar la transitabilidad de la trocha, se tomará un ciclo de utilidad de 10 años.

**Tabla 6**

*Proyección de tránsito para la vida de servicio*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
Moto Taxi	32	32	34	36	38	40	42	45	47	50	53
Auto	65	65	69	73	77	81	86	91	96	102	108
Station Wagon	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7
Pick Up	11	11	12	12	13	14	15	15	16	17	18
Panel	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Rural Combi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Trafico Normal</b>	<b>115</b>	<b>115</b>	<b>122</b>	<b>129</b>	<b>136</b>	<b>144</b>	<b>152</b>	<b>161</b>	<b>171</b>	<b>181</b>	<b>191</b>

*Nota:* La tasa de aumento considerado de 5.80%.

La tasa de aumento “ $r$ ” depende de la clasificación del vehículo y nivel de crecimiento social y económico; para el caso de vehículos ligeros que se encargan del traslado de pasajeros está en relación al porcentaje de crecimiento poblacional. Por lo que tomando de referencia.

**Figura 33***Índice considerado para tasa de aumento para vehículos livianos*

Variable	Ponderación (Año Base 2007=100,0)	Var. % 2022/2021 Diciembre
<b>Índice Nacional del Flujo Vehicular</b>	<b>100.0</b>	<b>2.9</b>
Índice del Flujo de Vehículos Pesados	55,6	-0,7
Índice del Flujo de Vehículos Pesados de Carga (3 a 7 ejes)	33,2	-0,8
Índice del Flujo de Vehículos Ligeros	44,4	5,8

*Nota:* De Flujo vehicular por unidad de peaje, Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2023)

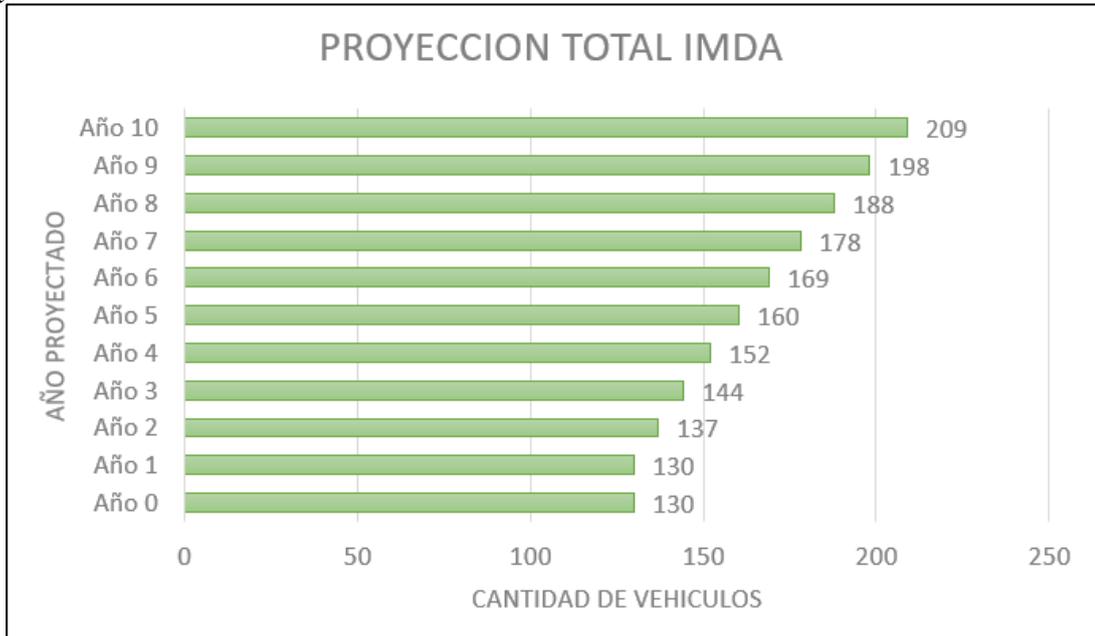
Además de considerar el tránsito proyectado, se tendrá en cuenta el tránsito generado en consecuencia a la mejora de la infraestructura vehicular en la zona urbana del barrio San Sebastián. Considerando el incremento de tráfico generado por proyectos de mejoramiento y rehabilitación de vías con pavimentos asfáltico, este aumento se debe por la mejora de movilidad en menores tiempos de recorrido.

**Tabla 7***Proyección de tránsito generado por mejoramiento de vía y tránsito total*

Tipo de vehículo	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Moto Taxi	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
Auto	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Station Wagon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pick Up	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rural Combi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trafico Normal	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>137</b>	<b>144</b>	<b>152</b>	<b>160</b>	<b>169</b>	<b>178</b>	<b>188</b>	<b>198</b>	<b>209</b>

**Figura 34**

*Proyección total IMDA*



Del grafico podemos determinar que, considerando un tiempo de diseño recomendado de 10 años proyectado al 2033, el IMDA considerado será de 209 veh/día.

- Determinar el peso sobre la vía por ejes equivalentes

Para determinar la cantidad de reiteraciones presentes por eje equivalente, se consideró el Manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. El cual presenta la siguiente formula:

$$Nrep \text{ de EE } 8.2t = \sum (EE_{\text{dia carril}} \times Fca \times 365)$$

Donde: EL Nrep de EE 8.2 t, es cantidad de reiteraciones presentes por eje equivalente, nos recomiendan usar el valor de 8.2 t que es el factor vehicular para alcanzar el deterioro para un periodo de 10 años. El valor de EE<sub>dia carril</sub>, es el eje equivalente según la tipología del vehículo presente por día para el diseño del carril. Y por último Fca, es un índice considerado por crecimiento acumulado para cada tipología de vehículo.

De igual manera el manual de carreteras nos presenta la siguiente fórmula para el cálculo del eje equivalente según la tipología del vehículo y número de carriles.

$$EE_{\text{dia carril}} = \text{IMDA} \times F_d \times F_c \times F_{vp} \times F_p$$

Donde: El Índice Medio Diario Anual tiene que ser afectado por el multiplicador direccional ( $F_d$ ), carril ( $F_c$ ), vehículo pesado ( $F_{vp}$ ) y de presión de neumático ( $F_p$ ).

**Figura 35**

*Factores recomendados para el  $F_d$  y  $F_c$  por el MTC*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional ( $F_d$ )	Factor Carril ( $F_c$ )	Factor Ponderado $F_d \times F_c$ para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

*Nota:* Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

Del cuadro mencionado tomaremos los factores requeridos, el Factor Direccional por usar será de 0.50 y el Factor Carril de 1.00.

**Figura 36**

*Fórmula para calcular valores de ejes equivalentes*

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2 \text{ tn}}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

*Nota:* Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

El Factor Vehículo Pesado a utilizar será al especificado en la siguiente tabla 8.

**Tabla 8**

*Aplicación de fórmula para factores de vehículo pesado*

Clasificación	Modelo de vehículo	Descripción	Eje delantero	Eje posterior	Factor vehículo pesado
Liviano	Auto, Station Wagon, Pick Up,	CARGA (t)	1	1	0.00105403
	Panel, Rural Combi, Micro	F.EE.	0.00052702	0.00052702	

Ya que solo se aprecian vehículos ligeros el valor de vehículo pesado es el mismo para todos los modelos de vehículos que se identificaron en el conteo vehicular.

Para poder determinar el multiplicador por presión de neumático, tenemos que calcularlo en base a la tipología del vehículo y la presión del contacto del neumático y el pavimento flexible. Para la presión se considera por lo general solo al 90 % de su capacidad y para el caso de impermeabilizaciones bicapa se considerará un espesor de 25 mm.

**Figura 37**

*Factores de ajuste por inflado de neumáticos*

Espesor de Capa de Rodadura [mm]	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

*Nota:* Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

Las presiones calculadas en los vehículos ligeros por la experiencia se pueden decir que los valores de presión de neumáticos son menores del 80 PSI por lo que se tomará este último y se considerará un factor de 1.00.

**Tabla 9**

*Cálculo de eje equivalente día según número de carriles*

Detalle	Livianos						
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro
							
Índice Medio Diario Anual (IMDA)	61.00	113.00	8.00	20.00	4.00	3.00	0.00
Factor Direccional (Fd)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Factor Carril (Fc)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor Vehículo Pesado (Fvp)	0.001054	0.001054	0.001054	0.001054	0.001054	0.001054	0.001054
Factor de Presión de Neumático	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>EEdia carril (IMDAxFdxFcxFvpxFp)</b>	<b>0.032147</b>	<b>0.059552</b>	<b>0.004216</b>	<b>0.010540</b>	<b>0.002108</b>	<b>0.001581</b>	<b>0.000000</b>

Para calcular el peso por eje equivalente, nos falta determinar el factor de crecimiento acumulado para lo cual utilizaremos la siguiente formula.

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

El valor de “r” este dado por 5.80 % y el valor “n” por el ciclo útil de 10 años.

**Tabla 10***Cálculo de eje equivalente día según número de carriles*

Detalle	Livianos						
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro
							
EEdia carril (IMDAxFdxFcxFvp Fp)	0.032147 92	0.059552 70	0.004216 12	0.010540 30	0.002108 06	0.001581 05	0.000000 00
Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)	13.06	13.06	13.06	13.06	13.06	13.06	13.06
Días del año	365	365	365	365	365	365	365
Peso por eje equivalente	153.22	283.83	20.09	50.24	10.05	7.54	0.00
<b>Nrep de EE 8.2t proyectado</b>	<b>524.96</b>	<b>EE</b>					

Teniendo en consideración lo mencionado por el Manual de Carretera, se identifica un tipo de carretera 0 siendo una vía de bajo tránsito y para el proyecto se considerará un Nrep de 100,000.00 EE por ser el mínimo valor recomendado.

- Consideraciones del estudio de mecánica de suelos

Es fundamental tener como antecedente este estudio para realizar el cálculo de las capas que componen nuestra vía mediante la impermeabilización a nivel de bicapa, se tiene que reconocer cuales son las cualidades de desempeño, químicas y estructurales de la capa sub rasante, para lo cual se realizó la evaluación del estudio presentado en el expediente de la trocha carrozable de la vía urbana del barrio San Sebastián, identificando lo siguiente:

- La metodología aplicada para la obtención de muestras se realizó mediante perforaciones o calicatas, para lo cual se excavaron pozos exploratorios de 0.50 m x 0.80 m aproximadamente, con una profundidad de 1.20 m.
- El estudio se realizó mediante la aplicación de pruebas de laboratorio, a fin de conocer los continuidad y tipos de estratos mediante gráficos y valores. Entre los

ensayos aplicados están el análisis granulométrico, ensayo de corte directo, esfuerzo desviador vs deformación unitario, peso específico, clasificación del tipo de terreno en el sistema SUCS y cálculo de límites de Atterberg.

- Es importante mencionar que la zona no presenta irregularidades como fallas, afloramientos rocosos, ruinas arqueológicas, rellenos u otro tipo de anomalías.

Como consideración adicional se tiene que mencionar que el proyecto de trocha carrozable San Sebastián se divide en tres partes, una primera sección de una longitud de 120 m de rehabilitación de vía existente, un segundo tramo de 430 m donde se desarrollaron trabajos de creación de trocha carrozable y un tercer tramo restante de 720 m donde se realizaran trabajos de rehabilitación y ensanchamiento.

### **Figura 38**

*Trabajos de rehabilitación de vía progresiva km 0+000 hasta km 0+120*



*Nota:* Se visualiza una superficie semirocosa con presencia de arcilla.

Las calicatas evaluadas pertenecen al segundo tramo, los cuales fueron realizados en la progresiva 0+120 km y 0+370 km, y los resultados se aplicarán en todo el tramo de estudio por lo que para mejores resultados en una proyectada ejecución se aconseja lleva a cabo un mayor número de exploraciones a cielo abierto.

**Figura 39**

*Reconocimiento de sub suelo durante experiencia profesional*



**Figura 40**

*Visualización de terreno rocoso en el segundo tramo*



## **Figura 41**

*Análisis complementario de visualización de estratos en taludes*



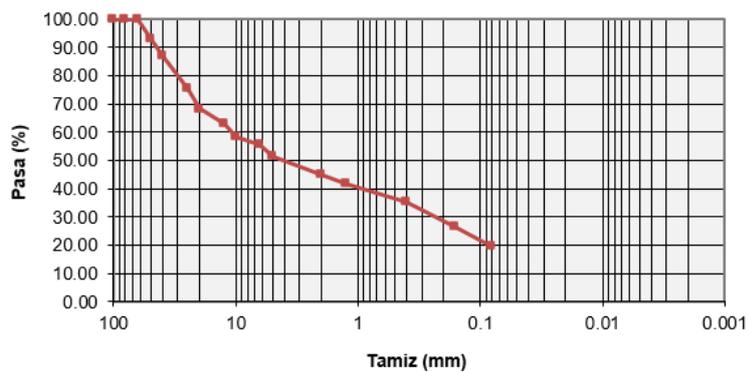
El informe geotécnico analizado describe los resultados de las cualidades estructurales del suelo de fundación del área analizada. Como conclusión se define que evaluar el estado superficial y capas inferiores de la vía para adquirir información gráfica y numérica es de utilidad para poder definir la composición de las capas del tratamiento superficial, mediante criterios similares y poder obtener un diseño que cumpla con las necesidades de la vía. Con la finalidad de conseguir una servicialidad adecuada, confort y duración optima a lo largo de su ciclo útil como proyecto.

Del análisis realizado se puede determinar que el tipo de terreno es variable en todo su tramo de los 1.27 km, caracterizándose mayormente que presenta un suelo de tipo semirocoso, con presencia de poca arcilla. En la parte de la quebrada el suelo es relativamente suelto con presencia de arcillas y poco limoso.

A continuación, se muestran datos adecuados al tipo de terreno encontrado, teniendo en cuenta que los estudios tomados fueron elaborados para una vía a nivel de afirmado y la cantidad de muestras no son los suficiente se requerirán actualizar los datos mostrados para una futura ejecución, pero tomando esta investigación como una guía para su elaboración.

**Tabla 11***Granulometría de tipo de suelo semirocoso con presencia de arcillas*

Tamiz (mm)	Tamiz (pulgadas)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100.00	4"	100.00	100.00	0.00	0.00
75.00	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
63.50	2 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
50.00	2"	92.77	92.77	7.23	7.23
40.00	1 1/2"	87.17	87.17	12.83	5.60
25.40	1"	75.60	75.60	24.40	11.57
19.00	3/4"	68.25	68.25	31.75	7.35
12.70	1/2"	62.98	62.98	37.02	5.27
9.51	3/8"	58.22	58.22	41.78	4.76
6.35	1/4"	55.44	55.44	44.56	2.78
4.76	N° 4	51.28	51.28	48.72	4.16
2.00	N° 10	45.11	45.11	54.89	6.17
1.19	N° 16	41.73	41.73	58.27	3.38
0.42	N° 40	35.10	35.10	64.90	6.63
0.18	N° 80	26.34	26.34	73.66	8.76
0.07	N°200	19.40	19.40	80.60	6.94

**Figura 42***Resultados de prueba granulométrica según porcentaje que pasa***Resultados de prueba granulométrica**

**Tabla 12***Límites, composición y clasificación del tipo de suelo*

Muestra	Ensayo de Atterberg			Porcentajes según fracciones			Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
	Límite Líquido	Límite Plástico	Límite de Contracción	% Grava	% Arena	% Finos		
M-1	31.00	20.00	11.00	51.28	29.32	19.40	GC - Grava arcillosa con arena	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa

Basado en las categorización y valores conocidos producto del análisis se puede determinar que la sub rasante presenta un suelo bueno. Además, todos los ensayos deben realizarse según los parámetros que nos indica la normativa, por mencionar el Ensayo de Atterberg se desarrolla según la NTP 339.129 y/o ASTM D 4318. Para las clasificaciones del suelo de igual manera aplicar la normativa peruana o internacional. Para los demás datos necesarios se tomarán los recomendados según la metodología AASHTO 93, la cual nos nuestro un cuadro con valores promedios.

**Figura 43***Relación entre el tipo de suelo, densidad seca y valores de CBR*

Clasificación AASHTO	Descripción	Clasif. S. U.	Densidad Seca (kg/m <sup>3</sup> )	CBR (%)	Valor K (psi/in)
Suelos granulares:					
A-1-a, bien graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 - 450
A-1-a, mal graduada			120 - 130	35 - 60	300 - 400
A-1-b	Arena Gruesa	SW	110 - 130	20 - 40	200 - 400
A-3	Arena Fina	SP	105 - 120	15 - 25	150 - 300
A-2 Material granular con alto contenido de finos					
A-2-4 gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 - 500
A-2-5, gravoso	Grava Areno Limosa				
A-2-4, arenoso	Arena Limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A-2-5, arenoso	Arena Gravo Limosa				
A-2-6, gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A-2-7, gravoso	Grava Areno Arcillosa				
A-2-6, arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
A-2-7, arenoso	Arcilla Grava Arenosa				

*Nota:* Manual de diseño de pavimentos en base al Método AASHTO 93, Universidad Nacional San Juan (2006)

En base a esta tabla se determina que la densidad seca optada para el diseño será de 130 kg/cm<sup>3</sup> además un C.B.R. al 95 % de compactación un 30 %.

- Cálculo de espesores para la impermeabilización con bicapa

Para poder cuantificar el espesor de las capas del pavimento flexible con tratamiento superficial a nivel de bicapa para mejorar el servicio de la vía urbana del barrio San Sebastián, el dimensionamiento de las alturas se realizó mediante el método AASHTO 93, además juntamente con los manuales de carreteras según el MTC nos indican que la proyección de movimiento vehicular y propiedades del suelo para sub rasante influyen en nuestro diseño. Por lo que teniendo los datos anteriormente calculados se procederá a calcular las alturas de las capas del tratamiento superficial a nivel de bicapa las cuáles serán las responsables de soportar la circulación de vehículos y brindar un servicio óptimo para todo el ciclo útil proyectado.

La fórmula que nos muestra la metodología AASHTO 93 para estructuras de pavimentos flexibles es la mostrada a continuación:

$$\text{Log}(W) = ZR \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}(\text{MR}) - 8.07$$

- El factor logaritmo está dando en base al periodo de diseño, según los autores e investigaciones recopiladas se estimó un tiempo de 10 años.
- El valor W está dado por el calculado según ejes equivalentes de 100,000.00 EE, que es el dato mínimo recomendado para vías de bajo tránsito.
- El factor ZR de desviación estándar normal será de -0.385.
- El S<sub>0</sub> es un dato factor de corrección por la perspectiva de tráfico vehicular y el desempeño estructural que tendrá el pavimento flexible, nos recomiendan usar valores comprendidos entre 0.40 y 0.50, para el cálculo se usará 0.45.
- El valor ΔPSI está dado por la resta del factor de servicialidad inicial de 3.80 (P<sub>i</sub>) y la final de 2.00 (P<sub>f</sub>), para el estudio se usará el valor de 1.80.
- El MR está dado por el módulo resiliente, como el rango de tolerancia resistente de la sub rasante. Para poder calcular este valor tenemos que aplicar la ecuación

$MR = 2555 \times CBR^{0.64}$  el valor obtenido esta expresado en libras entre pulgadas al cuadrado (PSI); aplicando la formula tenemos un valor de MR (PSI) = 22,529.34.

**Figura 44**

*Valores de desviación estándar normal (Zr) para vías de bajo transito*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,001	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	-0.842

*Nota:* De Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

**Figura 45**

*Diferencial de servicialidad ( $\Delta$ PSI) para vías de bajo transito*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	1.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	1.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	1.80
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	1.80

*Nota:* Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

En base a los factores calculados aplicamos el método AASHTO 93, en el cual tenemos la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(524.96) = & -0.385 \times 0.45 + 9.36 \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{1.80}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} \\ & + 2.32 \text{Log}_{10}(22529.34) - 8.07 \end{aligned}$$

Del resultado se despeja y conoce el número estructural valor SN, considera la capa total del pavimento asfáltico, por lo que se tiene que descomponer en cada espesor de impermeabilizante bicapa, base y sub base. El valor que conseguimos es de SN = 0.30.

Finalmente, para poder cuantificar los espesores, la metodología AASHTO 93 emplea la siguiente formula en la cual hace uso de valores estructurales para la bicapa, sub base y base.

$$\text{SN} = a_1 \times d_1 + a_2 \times m_2 \times d_2 + a_3 \times m_3 \times d_3$$

Donde los coeficientes a1, a2 y a3 son valores de la capacidad estructural de las capas; los valores d1, d2 y d3 son la altura de cada nivel cuantificados en centímetros y los valores m2 y m3 multiplicadores por el factor de drenaje en la base y sub base.

Según el procedimiento AASHTO 93 el desarrollo de la formula del número estructural tiene muchos resultados de acuerdo a las combinaciones que logren el valor SN calculado. Estas opciones deben ser analizadas y decidir la mejor opción.

**Figura 46***Valores de coeficientes estructurales para base y sub base*

<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a <sub>2a</sub>	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	a <sub>2b</sub>	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	a <sub>2c</sub>	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

*Nota:* Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

En nuestro diseño consideraremos las variables de m<sup>2</sup> y m<sup>3</sup> igual a 1.00, dicha cantidad es el recomendado para drenajes en la base y sub base. Además, para conocer que valores usar en a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> y a<sub>3</sub> se calcularán en base a los cuadros mencionados anteriormente.

El valor de a<sub>1</sub> será igual a 0 porque la capa de tratamiento superficial a nivel de bicapa no tiene capacidad estructural; el valor por capacidad estructural de la base a<sub>2</sub> según el cuadro es 0.052 (/cm) y para el valor a<sub>3</sub> será de 0.047 (/cm) para la sub base.

**Tabla 13***Alternativa número 1 – Espesores de diseño*

SN (REQUERIDO)	SN (OBTENIDO)	APLICACIÓN DE VALORES ESTRUCTURALES		
		Capa de tratamiento superficial a nivel de bicapa	Capa de Base Granular	Capa de Sub Base Granular
1.30	1.30	a1	a2	a3
		0.000	0.052	0.047
			m2	m3
			1.00	1.00
		d1	d2	d3
		2.50 cm	25.00 cm	0.00 cm

**Tabla 14***Alternativa número 2 – Espesores de diseño*

SN (REQUERIDO)	SN (OBTENIDO)	APLICACIÓN DE VALORES ESTRUCTURALES		
		Capa de tratamiento superficial a nivel de bicapa	Capa de Base Granular	Capa de Sub Base Granular
1.30	1.64	a1	a2	a3
		0.000	0.052	0.047
			m2	m3
			1.00	1.00
		d1	d2	d3
		2.50 cm	18.00 cm	15.00 cm

**Tabla 15***Alternativa número 3 – Espesores de diseño*

SN (REQUERIDO)	SN (OBTENIDO)	APLICACIÓN DE VALORES ESTRUCTURALES		
		Capa de tratamiento superficial a nivel de bicapa	Capa de Base Granular	Capa de Sub Base Granular
1.30	1.49	a1	a2	a3
		0.000	0.052	0.047
			m2	m3
			1.00	1.00

d1	d2	d3
2.50 cm	15.00 cm	15.00 cm

Las tres alternativas cumplen con el número estructural mínimo, la primera opción propone una capa solamente de base granular el cual se vuelve funcional siempre y cuando se realicen trabajos de compactación a nivel de sub rasante para asegurar mejores resultados. La segunda alternativa está basada en el catálogo de estructuras presentado por el MEF en el año 2015, donde los datos de CBR y momento resiliente se acercan a los obtenidos. Y por último se propone una tercera alternativa con capas iguales tanto en la base y sub base para mejor transición de cargas.

**Tabla 16**

*Evaluación final del tratamiento superficial a nivel de bicapa*

Parámetros	Nivel o grado	Consideración optima según la SATCC	Análisis de Tratamiento superficial bicapa propuesto en la vía urbana del barrio San Sebastián	Consideraciones a tener en cuenta	
Vida de servicio requerida	Corta			La vida de servicio promedio es de 10 años, el cual se considera optimo al ser un tratamiento superficial.	
	Media	X	X		Cumple
	Larga				
Nivel de tránsito	Liviano		X	El tránsito presente en la vía de estudio es liviano por lo que el tiempo de servicio puede prolongarse.	
	Mediano	X			
	Pesado				
Impacto de las acciones del tránsito	Bajo	X	X	Se verifico que el volumen de tránsito es bajo, según el cálculo de ejes equivalentes.	
	Medio	X			
	Alto				
Pendiente longitudinal	Bajo	X		La mayor parte del tramo tiene pendiente muy baja, excepto los primero 100 m en los que no se recomienda este método.	
	Moderado	X	X		Cumple
	Empinado				
Calidad del material	Pobre			Es de suma importancia que los materiales cumplan las consideraciones mínimas descritas.	
	Moderada				
	Buena	X	X		Cumple
	Pobre				

Calidad del pavimento y de la base	Moderada Alta	X X	X	Cumple	La textura final es óptima y al ser un impermeabilizante protege de buena manera la base compactada.
Experiencia y capacidad del contratista	Buena Moderada Alta				Es importante una correcta ejecución del método, ya que al no tener capacidad estructural depende en gran medida de su proceso constructivo.
Capacidad de mantenimiento	Baja Moderada Alta	X X	X	Cumple	Es necesario realizar un mantenimiento periódico a los 5 y 10 años, lo cual prolonga el periodo útil del proyecto.

Evaluando según la Comisión de Transporte de África Meridional SATCC, se resuelve que según los parámetros de calidad y durabilidad la bicapa es una alternativa que mejora la infraestructura vial, flujo vehicular y movilidad de los usuarios del barrio San Sebastián.

### 5.3 Factibilidad técnica – operativa

En esta parte del estudio se describen todos los recursos identificados que fueron utilizados y los factores positivos que tuvieron durante la ejecución del trabajo.

**Tabla 17**

*Cuadro de recursos y análisis de factibilidad técnica*

Recurso	Factor positivo	Análisis
Personal	Formación académica	Se cuenta con los conocimientos, habilidades y experiencia relacionada al tema de estudio.
Accesibilidad	Exploración de la zona de estudio Documentos de la municipalidad provincial de Tarma	Se cuenta con acceso de manera física, documentaria

	Comunicación con la junta de vecinos del barrio San Sebastián	y de interacción social con el área de estudio.
Recolección de datos	Expediente técnico del barrio San Sebastián (integral y I etapa) Antecedentes de investigación similares Libros sobre tratamientos superficiales Normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones Normas AASHTO-93 Artículos, Manuales, Guías, etc.	Se cuenta con la información necesaria sobre métodos de diseño con tratamiento superficial bicapa, transitabilidad vehicular, dimensiones y lugar de estudio.
Desarrollo de instrumentos	Formatos del MTC para conteo vehicular Fichas técnicas Estudios y ensayos de mecánica de suelos desarrollados Diseño geométrico desarrollado Parámetros de evaluación, encuestas	Se cuenta con instrumentos necesarios para desarrollar el presente trabajo y responder las incógnitas a investigar.

Para poder desarrollar del estudio se hizo uso de herramientas que ayudaron a ordenar y procesar los datos necesarios para responder los problemas de estudio. A continuación, se realiza una lista con los recursos que fueron empleados para procesar la data recopilada en la ejecución del presente trabajo.

### Tabla 18

*Cuadro de recursos y análisis de factibilidad operativa*

Recurso	Factor positivo	Análisis
Técnicos	Computadora Cámara digital Impresora multifuncional Fichas técnicas resumen	Sirven como herramientas para el desarrollo de otros recursos.

Procesamiento de información	Cuadros estadísticos	Se cuenta con procesos de ordenamiento y estructuración de la información recopilada, que serán usados en el desarrollo del presente estudio.
	Trabajos de gabinete	
	Organigramas	
	Aplicación de formulas	
Operación digital de datos	Programa Microsoft Word	Sirve para la redacción, ordenamiento y ejecución del presente estudio.
	Programa Microsoft Excel	Sirve para la elaboración de cuadro y tablas para el análisis de datos.
	Google Earth Pro	Identificar y analizar geográficamente el área estudiada.
	AutoCAD	Herramienta para analizar la información del diseño geométrico planteado en el expediente técnico del barrio San Sebastián.

#### 5.4 Cuadro de inversión

Los estudios especializados para la formulación de los espesores de impermeabilización superficial a nivel de bicapa fueron recolectados del expediente técnico aprobado “Construcción de trocha carrozable Tarma – San Sebastián, distrito de Tarma, provincia de Tarma – Junín”, por lo que no se efectuaron gastos adicionales a los mostrados a continuación.

**Tabla 19***Cuadro de inversión de gastos realizados*

N°	Descripción de la Inversión	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo (S/)
<b>1</b>	<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
	Profesional Autor del TSP				
	Inversión por asesoramiento del TSP	glb	1.00	S/5,000.00	S/5,000.00
<b>SUB TOTAL 1</b>					<b>S/5,000.00</b>
<b>2</b>	<b>MATERIALES</b>				
	Papel	millar	1.00	S/40.00	S/40.00
	Lapiceros	und	5.00	S/1.00	S/5.00
	Archivadores	und	2.00	S/16.00	S/32.00
	Tablero de madera	und	1.00	S/5.50	S/5.50
	Otros artículos de oficina	glb	1.00	S/20.00	S/20.00
	Compra de libros, manuales y otros referentes a pavimentos	glb	1.00	S/200.00	S/200.00
	Compra digital de información relacionada	glb	1.00	S/100.00	S/100.00
<b>SUB TOTAL 2</b>					<b>S/402.50</b>
<b>3</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>				
	Flexómetro	und	1.00	S/15.00	S/15.00
	Cinta métrica	und	1.00	S/35.00	S/35.00
<b>SUB TOTAL 3</b>					<b>S/50.00</b>
<b>4</b>	<b>EQUIPOS</b>				
	Mantenimiento de Laptop	glb	1.00	S/20.00	S/20.00
	Mantenimiento de Impresora	glb	1.00	S/20.00	S/20.00
	Alquiler de GPS	glb	1.00	S/30.00	S/30.00
	Alquiler de cámara digital	glb	1.00	S/20.00	S/20.00
<b>SUB TOTAL 4</b>					<b>S/90.00</b>
<b>5</b>	<b>OTROS GASTOS REALIZADOS</b>				
	Copias, escaneo e impresiones	glb	1.00	S/50.00	S/50.00
	Compra de licencia para el Ms Office	glb	1.00	S/60.00	S/60.00
<b>SUB TOTAL 5</b>					<b>S/110.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>S/5,652.50</b>

## 6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1 Análisis Costos – beneficio

- Cálculo del Valor Actual Neto (V.A.N.)

Para determinar el Valor Actual Neto, se realizó una estimación de costos de ejecución del pavimento asfáltico con tratamiento superficial a nivel de bicapa en comparación con el costo proyectado necesario para la operación y mantenimiento de la obra.

**Tabla 20**

*Costo estimado de ejecución del tratamiento a nivel de bicapa*

N o.	Actividades - Inversión	Unidad	Cantida d	Costo Unitario (S/)	Costo (S/)
<b>1 EQUIPO</b>					
	Carrotanque irrigador de asfalto bituminoso	hm	36.58	S/190.00	S/6,949.44
	Esparcidor de agregados (incluye volqueta)	hm	36.58	S/185.00	S/6,766.56
	Rodillo liso vibratorio	hm	36.58	S/155.00	S/5,669.28
	Compresor (Soplado y/o Barrido de la Superficie Pavimento)	hm	18.29	S/15.00	S/274.32
<b>SUB TOTAL 1</b>					<b>S/19,659.60</b>
<b>2 MATERIALES EN OBRA</b>					
	Agregado Pétreo para Tratamiento Superficial Primera Capa	m3	54.86	S/75.00	S/4,114.80
	Agregado Pétreo para Tratamiento Superficial Segunda Capa	m3	27.43	S/75.00	S/2,057.40
	Emulsión (CRR-2)	litro	11841.48	S/4.49	S/53,184.98
<b>SUB TOTAL 2</b>					<b>S/59,357.18</b>
<b>3 TRANSPORTES</b>					
	Agregado pétreo	glb	1.00	S/1,000.00	S/1,000.00
<b>SUB TOTAL 3</b>					<b>S/1,000.00</b>
<b>4 MANO DE OBRA</b>					
	Peones (8)	hh	292.61	S/12.00	S/3,511.30
	Oficial (2)	hh	73.15	S/13.50	S/987.55

<b>SUB TOTAL 4</b>				<b>S/4,498.85</b>
<b>5 COSTO INDIRECTOS</b>				
Administración 20%	glb	1.00	S/16,903.13	S/16,903.13
Imprevistos 5%	glb	1.00	S/4,225.78	S/4,225.78
Utilidad 5%	glb	1.00	S/4,225.78	S/4,225.78
<b>SUB TOTAL 5</b>				<b>S/25,354.69</b>
<b>TOTAL</b>				<b>S/109,870.32</b>

Para calcular el valor estimado se realizó la lista de partidas requeridas como mínimo para el desarrollo de los trabajos de pavimentado, las unidades son las sugeridas por la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO), mientras que, las cantidades están calculadas según la longitud de 1,270.00 m que tiene la carretera del barrio San Sebastián y ancho de vía constante de 3.60 m. Referente a la estimación de costos y rendimientos se colocaron valores producto de la experiencia en obras de carreteras. Por último, se consideró costos indirectos producto de trabajos administrativos, imprevistos y utilidad a fin de contar un amortiguador financiero.

Los pavimentos no requieren designación de costos por operación En efecto se procede a calcular la inversión por mantenimiento en un periodo de 10 años (vida útil). Tomando en consideración lo necesario para mejorar la transitabilidad de la carretera del barrio San Sebastián.

**Tabla 21**

*Costo estimado de mantenimiento para ciclo de vida de 10 años*

N°	Actividades - Inversión	Unidad	Cantidad	Costo	
				Unitario (S/)	Costo (S/)
<b>1 MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>					
	Corte de Césped (1 vez al año)	glb	10.00	S/300.00	S/3,000.00
	Limpieza de cunetas (1 vez al año)	glb	10.00	S/300.00	S/3,000.00
	Reparación de señales (1 vez al año)	glb	10.00	S/300.00	S/3,000.00
<b>SUB TOTAL 1</b>				<b>S/9,000.00</b>	
<b>2 MANTENIMIENTO PERIODICO</b>					
	Sellado de asfalto (1 veces cada 10 años)	glb	1.00	S/10,000.00	S/10,000.00
	Pintado de líneas de tránsito (1 veces cada 5 años)	glb	2.00	S/500.00	S/1,000.00

<b>SUB TOTAL 2</b>					<b>S/11,000.00</b>
<b>3 COSTO INDIRECTOS</b>					
Administración 10%	glb	1.00	S/2,000.00		S/2,000.00
Imprevistos 5%	glb	1.00	S/1,000.00		S/1,000.00
<b>SUB TOTAL 3</b>					<b>S/3,000.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>S/23,000.00</b>
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL</b>					<b>S/2,300.00</b>

Para calcular en Valor Actual Neto (V.A.N) utilizaremos la siguiente ecuación:

$$VAN = -I + \sum \frac{FNE}{(1+i)^n}$$

Donde:

I: S/ 109,870.32 Soles, costo estimado de ejecución del pavimento asfáltico con tratamiento superficial bicapa, para efecto de la formula este valor va con signo negativo.

NE: S/ 2,300.00 Soles, valor estimado para operación y mantenimiento anual.

n: 10 años, periodo de vida útil de diseño utilizado.

i: tasa de descuento 11%, destinado para proyectos de inversión.

FNE: Flujo Neto Efectivo.

Para valorar el FNE se considera que los ingresos y beneficios tienen un valor de S/ 30,000.00 soles, el cual es el costo aproximado de mantenimiento a nivel de afirmado que invierte la Municipalidad Provincial de Tarma de manera anual.

**Tabla 22**

*Determinación de Flujo Neto Efectivo*

Periodo (Año)	Costos (Egresos)		Ingresos	FNE
	Inversión	Operación y mantenimiento	Beneficios	
<b>0</b>	-S/109,870.32	S/109,870.32		
<b>1</b>		S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
<b>2</b>		S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
<b>3</b>		S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
<b>4</b>		S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00

5	S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
6	S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
7	S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
8	S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
9	S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00
10	S/2,300.00	S/30,000.00	S/27,700.00

Aplicando la formula nos da el siguiente valor.

$$VAN = S/ 53,261.41$$

Por lo que se declara que el proyecto de tratamiento superficial con impermeabilización asfáltica bicapa es RENTABLE.

- Procedimiento para hallar la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

Para poder determinar cuál es la Tasa Interna de Retorno se utilizaron la información representada según la tasa de descuento y el valor neto a dicho porcentaje.

### Tabla 23

*Determinación de la Tasa de Descuento Aproximado*

Tasa de Descuento	Valor Actual Neto
0.00%	S/167,129.68
5.00%	S/104,021.74
10.00%	S/60,334.19
15.00%	S/29,149.57
20.00%	S/6,261.16
25.00%	-S/10,967.38
30.00%	-S/24,234.68
35.00%	-S/34,663.63
40.00%	-S/43,014.40
45.00%	-S/49,813.02
50.00%	-S/55,431.04
55.00%	-S/60,135.90

60.00%                      -S/64,123.54

---

Donde:

FNE: S/ 27,700.00 Soles, es la diferencia entre los ingresos y beneficios referentes a los mantenimientos a nivel de afirmado y el costo de operación y mantenimiento anual del proyecto de pavimento con tratamiento superficial bicapa, no se consideraron otros costos adicionales.

I: S/ 109,870.32 Soles, costo estimado de ejecución del pavimento asfáltico con tratamiento superficial bicapa, para efecto de la formula este valor va con signo negativo.

n: 10 años, periodo de vida útil de diseño utilizado.

Aplicando la regla de tres simples directa nos da el siguiente valor:

$$\text{TIR} = 21.66 \%$$

La Tasa Interna de Retorno que se obtuvo tiene un valor de 21.66 % el cual es superior al porcentaje de la tasa de descuento de 11.00 % por lo que se considera RENTABLE.

Al concluir las evaluaciones se llega a la conclusión que en términos económicos el proyecto de pavimento asfáltico con tratamiento superficial bicapa es viable. Además, se realiza el análisis de los beneficios obtenidos en un lapso de 10 años y se considera que es sostenible. También, con un mantenimiento adecuado la durabilidad optima se puede extender.

## **7 APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN**

En el desarrollo de la experiencia profesional se llevó un control organizado y estructurado de toda la documentación relacionada a la obra ejecutada. Se separó los contenidos en ficha técnica, resoluciones, contratos, actas, informes de obra, valorizaciones, cuaderno de obra, requerimientos, conformidad de servicios, documentos de adicional, deductivos y ampliaciones de plazo, y otros documentos relacionados. Se mantuvo así la documentación disponible para su uso en todo momento y facilitó la entrega de información a los organismos de control.

Se garantizó que los trabajos de obra se realizaran mediante un correcto uso de recursos y procesos constructivos adecuados. El ancho de calzada es de 3.60 m con cunetas laterales de 0.40 m. Se supervisaron las dosificaciones en el vaciado de concreto en baden y muros de contención, así como los trabajos previos a esta partida. Se regresó los materiales sobrantes a la municipalidad; en conclusión, se respetó lo indicado en el expediente y se cumplieron todas las metas del proyecto.

En trabajo conjunto con el residente y supervisor, se realizó la presentación de los informes mensuales dentro de los plazos establecidos. De igual manera, el adicional deductivo vinculante N°01 y ampliaciones de plazo se realizaron según lo establece la Ley de Contrataciones del Estado, por lo que su aprobación mediante resolución se desarrolló sin impedimentos.

El manejo del clasificador de gastos fue el adecuado en todas las etapas de construcción de la obra. Desde la formulación de las solicitudes de compra de materiales, insumos, equipos, servicios por terceros, certificaciones de crédito presupuestables, elaboración de órdenes de compra y servicio. Además, la verificación del cumplimiento dentro de los plazos y calidad establecidos, y la organización de la documentación de sustento necesario para la conformidad de contratos y el pago a los proveedores, Todos estos trabajos se realizaron de manera organizada por lo que no se presentaron demoras, ni reclamos al respecto.

## 8 CONCLUSIONES

En el estudio elaborado se determinó que la aplicación del tratamiento superficial a nivel de bicapa es una alternativa que mejora el servicio de transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023. Según la definición de Obando (2014) la transitabilidad vehicular es el nivel que satisfacción que brinda una vía a sus usuarios, y mide su desempeño por el estado físico, señalización adecuada, sistema de drenaje, etc. Además, Vásquez y Villegas (2019) en sus objetivos realiza los estudios de topografía, características mecánicas del suelo, hidrológicos, configuración geométrica de la vía y espesores de pavimento con tratamiento superficial a nivel de bicapa en la carretera Lucma a Alto Tambillo. Lo cual, cumplen las normas del DG 2018, especificaciones técnicas que garanticen un mejor nivel de transitabilidad vehicular y mejore el confort de los pobladores al traer crecimiento sociocultural y económico. Por lo tanto, se concluyó que la impermeabilización asfáltica a nivel de bicapa mejora las cualidades físicas y la resistencia a las fuerzas presentes en la infraestructura vial del barrio San Sebastián brindando una textura cómoda para el desplazamiento de los vehículos y confort en los pobladores al contar con servicios óptimos. Reduciendo enfermedades respiratorias, mejorando el desplazamiento del día a día de la población en la compra de alimentos, movilidad de los padres a sus centros de labores y a los niños a sus escuelas, permitir un mejor patrullaje y atención de emergencias en la zona.

A su vez se determinó el tipo, clasificación, cantidad y vehículo de diseño del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023. En referencia el autor Cabello (2019) manifiesta que el vehículo de diseño, está basado en el análisis del movimiento vehicular en ambos sentidos de autos, camionetas, y otros tipos de transporte en un lapso de tiempo que pueden ser horas, días u otra medida. Además, Contreras (2022) en su tesis de pregrado aplica la metodología de tratamiento superficial con doble capa en el camino vecinal Huancavelica hasta Occoropuquio, en el cual indica la importancia de establecer el Índice Medio Diario IDM y tasas de crecimiento anuales para realizar un correcto diseño, por lo que aplica en su estudio codificaciones a los vehículos y mediante listas de conteo vehicular determina la cantidad y tipos de movilidad presente. Por lo tanto, se concluyó en nuestro estudio un Índice Medio Diario Anual de 115 veh/día, teniendo los días martes y miércoles

la mayor cantidad de vehículos recorridos, presentándose la moto taxi con un porcentaje de 27.83 %, autos un 56.52 %, un 3.48 % de Station Wagon, un 9.57 % de Pick Up, un 1.74 % camioneta tipo panel y 0.87 % rural combi. Por tanto, se llegó a la conclusión de un 100 % presenta a vehículos livianos y para el diseño se obtuvo un IMDA proyectado al 2033 de 209 veh/día. La aplicación de esta consideración traerá beneficios en el flujo vehicular, generando un servicio de calidad en el transporte, reduciendo periodos de traslado y comentarios positivos de la población por la capacidad de servicio en la vía.

También, se determinó la composición de la estructura base para el pavimento del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023. Según menciona Trujillo (2018) el análisis de suelo mediante pruebas de laboratorio comprende trabajos in situ mediante la perforación de calicatas en secciones variadas de la vía e indagación de las propiedades de nuestra sub rasante, mediante análisis de granulometría por tamizado, cálculo de estados limites, CBR y clasificación en los sistemas AASHTO y SUCS. Además, Delgado (2020) aplica los estudios de suelos en la vía San Clemente, realizando los análisis necesarios logra determinar un CBR de la subrasante de 24 % y lo cataloga como buena según los parámetros del MTC. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que el terreno presenta un suelo semirocoso con presencia de poca arcilla. Por ello, cuenta con un porcentaje de 51.28 % de grava, 29.32 % de arena y 19.40 % de finos, con un límite líquido de 31 %, plástico de 20 % y de contracción de 11%, Así como una clasificación SUCS de grava arcillosa con arena, AASHTO de grava y arena arcillosa o limosa A-2-6, y C.B.R. recomendado según el AASHTO 93 para un suelo de estas características de 30 % al 95% de compactación.

Finalmente se determinó la estructura base del pavimento como solución básica del tratamiento superficial a nivel de bicapa para la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, en la localidad de Tarma, 2023. Hernández et al. (2016) indican que los tratamientos superficiales tienen la capacidad de desempeñar funciones específicas, como la de generar una capa antideslizante y superficie estable. Este recubrimiento evita que el agua pueda afectar la estructura de las bases compactada. Además, Machare (2019) como resultado de su investigación comparativa entre un pavimento flexible en caliente y el método de tratamiento superficial a doble capa en la ciudad de Jaén, una durabilidad útil de 5 años para el método bicapa con una altura de base de 250 mm, sub base de 350 mm y capa

asfáltica de 25 mm y durabilidad útil de 90 mm de capa asfáltica, 150 mm base y 175 mm sub base, siendo ambos métodos aceptables. Por lo tanto, se concluyó como primera alternativa una capa de 2.50 cm de tratamiento superficial a nivel de bicapa y 25 cm de la capa base granular, una segunda alternativa de 2.50 cm de tratamiento superficial a nivel de bicapa, 18 cm de base y 15 cm de sub base y tercera alternativa de 2.50 cm de tratamiento superficial a nivel de bicapa, 15 cm de base y 15 cm de sub base.

## 9 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el proyecto ya que los resultados mostrados garantizan que el pavimento asfáltico con tratamiento superficial a nivel de bicapa es una opción para mejorar la transitabilidad vehicular en la vía urbana del barrio San Sebastián, cumpliendo las características de calidad, durabilidad y costo, por lo que su ejecución ejercerá un efecto positivo en el desarrollo del barrio San Sebastián y la periferia de Tarma.

Se recomienda desarrollar un diseño adecuado siguiendo los criterios básicos de las normas vigentes establecidos por el MTC, Manual DG-2018 diseño de geometría en carreteras, Manual EG-2013 especificaciones para la construcción de carreteras, Manual de características del suelo en vías, consideraciones AASHTO 93 para cálculo de espesores en pavimentos flexibles. A su vez, el uso de datos verificados y otras herramientas adquiridas de fuentes confiables para el análisis de propiedades de los materiales, y desarrollo de un proceso constructivo adecuado.

Se recomienda un cálculo exacto de cargas e índice de tránsito promedio para garantizar una correcta resistencia recordando que este método debe aplicarse en vías de bajo tránsito. Además, que las condiciones de sus materiales pueden prolongar la duración del pavimentado con tratamiento superficial a nivel de bicapa por lo que se sugiere que se mantenga libre de agentes químicos perjudiciales. También, realizar una buena construcción para garantizar el tiempo de vida útil y la incorporación de un plan de mantenimiento rutinario cada 5 años extender su durabilidad.

Respecto al costo, el pavimento flexible como tratamiento superficial bicapa es una opción viable y rentable en proyectos de inversión por lo que se recomienda no reducir gastos por ensayos de materiales del agregado, asfalto bituminoso, estudios de mecánica de suelos, compactación ni proceso constructivo. Por tanto, este método depende mucho de la capacidad de resistencia de sus materiales y correcta aplicación para obtener resultados eficientes.

## 10 REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2005). *Mejoramiento de la carretera Vinzos-Chuquicara a nivel de tratamiento superficial bicapa* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://1library.co/document/zw5d980z-mejoramiento-carretera-vinzos-chuquicara-nivel-tratamiento-superficial-bicapa.html>
- Aguilar, N y Salas, C. (2012). *Comparación entre tratamiento superficial bicapa y asfalto en caliente, en la rehabilitación de la carretera Chacachaca-Yunguyo-Kasani Tomo I* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://es.scribd.com/document/376634576/TESIS#>
- Altahona, T. (2009). *Libro practico sobre contabilidad general*. Editorial Pporter y Universidad de Investigación y Desarrollo. [https://www.academia.edu/40198431/LIBRO\\_PR%C3%81CTICO\\_SOBRE\\_CONTA\\_BILIDAD\\_GENERAL\\_TERESA\\_DE\\_JESUS\\_ALTAHONA QUIJANO\\_FACULTAD\\_DE\\_ADMINISTRACION\\_DE\\_EMPRESAS\\_BUCARAMANGA\\_2009\\_UNIVERSITARIA\\_DE\\_INVESTIGACION\\_Y\\_DESARROLLO\\_UDI](https://www.academia.edu/40198431/LIBRO_PR%C3%81CTICO_SOBRE_CONTA_BILIDAD_GENERAL_TERESA_DE_JESUS_ALTAHONA QUIJANO_FACULTAD_DE_ADMINISTRACION_DE_EMPRESAS_BUCARAMANGA_2009_UNIVERSITARIA_DE_INVESTIGACION_Y_DESARROLLO_UDI)
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (Sexta Edición). Editorial Episteme. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas. (2018). *Riegos con gravilla* (A. Bardesi & R. Tomás, Eds.). Editorial ATEB. [https://www.ateb.es/images/pdf/monografias/2.\\_RIEGOS\\_CON\\_GRAVILLA.pdf](https://www.ateb.es/images/pdf/monografias/2._RIEGOS_CON_GRAVILLA.pdf)
- Asphalt Institute. (n.d.). *Asphalt in Pavement Maintenance MS-16* (Third Edition). Retrieved January 31, 2023, from <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/asphalt-in-pavement-maintenance1.pdf>
- Briceño, H. y Aranibar, C. (2021). *Propuesta de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado - Picota - San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú - UCP]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1833/BRICE%c3%91O%20FLO>

- RES%20HENRY%20Y%20ARANIBAR%20MU%c3%91OA%20CHRISTIAN%20ARISTO%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabello, M. (2019). *Evaluación del tránsito vehicular de la intersección a nivel tipo “T” en el óvalo de Cayhuayna - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1832/CABELLO%20QUISPE%2c%20Maycold%20Michael.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cal, M. R. y Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones* (Octava Edición). Alfaomega Grupo Editor S.A. <https://www.libreriaingeniero.com/2019/02/ingenieria-de-transito-rafael-cal-mayor-reyes-james-cardenas.html>
- Campagnoli, S. (2017). Innovación en métodos de pavimentación: Casos regionales. *Revista de Ingeniería*, 22–31. <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/937/1119>
- Campos, A. (2019). *Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención del camino vecinal “Magllanal - Loma Santa”, distrito de Jaén - Jaén - Cajamarca 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3014/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caparachin, L. (2018). *Aplicación de la bicapa para reducir el ciclo de mantenimiento en la vía de Huancabamba - Pozuzo de la región Pasco - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27457/Caparachin\\_PLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27457/Caparachin_PLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (Segunda Edición). Ecoe Ediciones. <https://tiposdetecnologia.online/wp-content/uploads/2020/10/Dise%C3%B1o-geom%C3%A9trico-de-carreteras-2da-Edici%C3%B3n-James-C%C3%A1rdenas-Grisales.pdf>
- Contreras, P. (2022). *Diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica-Occoropuquio* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4454/T037\\_75210577\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4454/T037_75210577_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Corilla, C. P. (2018). *Propuesta de mejora del nivel de servicio del tránsito vehicular en la Av. Huancavelica - tramo Av. 13 de Noviembre y Paseo La Breña en la ciudad de Huancayo* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5035/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Corilla\\_Huaman\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5035/1/IV_FIN_105_TE_Corilla_Huaman_2018.pdf)
- Corporación Andina de Fomento. (2010). *Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito*. Editorial CAF. [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/401/publicacion\\_caf\\_soluciones\\_e\\_innovaciones-oct2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/401/publicacion_caf_soluciones_e_innovaciones-oct2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Quinta Edición). Editorial Limusa S.A. y Grupo Noriega Editores. <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- Cuchillo, O. (2015, June 29). *Guía para el tratamiento superficial de carreteras*. Civilgeeks.Com Ingeniería y Construcción. <https://civilgeeks.com/2015/06/29/guia-tratamiento-superficial-carreteras/>
- Delgado, G. (2020). *Selección y diseño de pavimento de bajo tráfico con tratamiento superficial del paso inferior San Clemente - Pisco - Ica 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7277/Delgado%20Yafac%2c%20Gilberto%20Eduardo.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Duque, E. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. *Revista Innovar Journal, Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 64–80. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81802505>
- Duque, G. y Escobar, C. (2016). *Geomecánica*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/geomecanica.pdf>
- Ley Orgánica de Municipalidades, Pub. L. No. Ley N°27972 (2021). <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>
- Fernández, R. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular* (J. Dextre, Ed.; Primera Edición). Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/173103/Elementos%20de%20la%20teor%3%ada%20del%20tr%3%a1fico%20vehicular.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gamarra, B. y Delgado, J. (2016). *Calidad del servicio de transporte público urbano en la ciudad del cusco 2014* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/98/253T20160004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, J. y Rosales, K. y Trigueros, W. (2016). *Metodología para el diseño y construcción de tratamientos superficiales dobles para caminos de bajo volumen de tránsito mediante los métodos de la dimensión mínima promedio y Texas DOT en el Salvador* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/10332/>
- Hernández, R. y Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición). Editorial McGraw-Hill y Interamericana Editores S.A. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera Edición). Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernandez-%20Metodolog%3%ada%20de%20la%20investigaci%3%b3n.pdf>
- Herra, L., Guerrero, S., Rodríguez, J., Salas, M., Sequeira, W. y Loría, L. (2017). *Tratamientos superficiales como alternativa en rutas de lastre*. <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/866>
- Huamán, N. y Chang, C. (2016). *La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú*. [https://doi.org/10.31381/perfiles\\_ingenieria.v2i11.402](https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v2i11.402)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. (2023). *Flujo vehicular por unidad de peaje*. <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-flujo-vehicular-dic-2022.pdf>
- Kotler, P. y Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing* (Decimocuarta Edición). Editorial Pearson Educación de México S.A. <http://www.leo.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/direccion-de-marketing-philip-kotler-1.pdf>
- Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sánchez, V. y Del Val, M. (2004). *Ingeniería de carreteras: Vol. Volumen II* (C. Fernández Madrid, Ed.; Primera Edición). Editorial McGraw Hill y Interamericana de España S.A.U.

- <https://www.libreriaingeniero.com/2020/02/ingenieria-de-carreteras-kraemer-pardillo-rocci-vol-i-y-ii.html>
- Kroger, I. y Kroger, S. (2020). *Tratamientos superficiales de alto desempeño* (Edición 2.1). Grupo BITAFAL. <https://bitafal.com.uy/libro-tratamientos-superficiales/>
- Lazo, M. (2013). *Contabilidad de los Costos I* (Primera Edición). Universidad Peruana Unión. <https://ccpayacucho.org.pe/portal/wp-content/uploads/2021/06/1.-Costos-I-CPC-Merlin-Lazo-Palacios.pdf>
- Leiva, F. (2006). *Estudio comparativo de metodologías de diseño de tratamientos superficiales bituminosos*. [https://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/437/ESTUDIO\\_DISENO\\_TRATAMIENTOS.pdf?sequence=1](https://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/437/ESTUDIO_DISENO_TRATAMIENTOS.pdf?sequence=1)
- Lovelock, C. y Wirtz, J. (2009). *Marketing de servicios: personal, tecnología y estrategia* (Sexta Edición). Editorial Pearson Educación de México S.A. <https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/1902-marketing-de-servicios-christopher-lovelock.pdf>
- Macharé, P. A. (2019). *Diseño de pavimentos con alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamiento de la ciudad de Jaén* [Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3694/MACHAR%c3%89%20AQUI%c3%91O%20PIERO%20ALEXIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maila, M. (2013). *Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (EVA)* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <https://core.ac.uk/download/pdf/71898835.pdf>
- Medina, V. (2003). *Aplicaciones de las emulsiones asfálticas y los asfaltos diluidos en mezclas asfálticas en frío utilizando agregados del río Aguaytía - Ucayali* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/18671>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras* (Primera Edición). [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf)

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*.  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). Resolución Directoral N°02-2018-MTC/14. *Diario Oficial El Peruano, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*.  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19534/1\\_0\\_4032.pdf?v=1571430906](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19534/1_0_4032.pdf?v=1571430906)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*.  
<https://forums.autodesk.com/autodesk/attachments/autodesk/321/22248/2/10.Manual%20Pavimentadas.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción*.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (Segunda Edición). Universidad Católica de Colombia.  
[https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)
- Morante, H. (2019). *Pavimento flexible con tratamiento superficial para aeródromo de tráfico ligero* [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura].  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4082/ICI\\_270.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4082/ICI_270.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Municipalidad Provincial de Tarma. (2022). *Reglamento de Organización y Funciones ROF* (Ordenanza Municipal N°039-2022-CMT).  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3807900/ROF\\_2022.pdf?v=1667490308](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3807900/ROF_2022.pdf?v=1667490308)
- Obando, W. (2014). *La conservación vial por niveles de servicio*.  
[https://www.academia.edu/6288437/LA\\_CONSERVACION\\_VIAL\\_POR\\_NIVELES\\_DE\\_SERVICIO](https://www.academia.edu/6288437/LA_CONSERVACION_VIAL_POR_NIVELES_DE_SERVICIO)

- Padilla, A. (2004). *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista* [Universidad Politécnica de Cataluña]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3334>
- Patrick, S. (2019). *Guide to Pavement Technology Part 4K: Selection and Design of Sprayed Seals*. Editorial Austroads. [www.austroads.com.au](http://www.austroads.com.au)
- Pimienta, J. y De La Orden, A. (2017). *Metodología de la Investigación* (Tercera Edición). Editorial Pearson Educación de México S.A. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1268/1/Pimienta-Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%203ra%20ed.pdf>
- Pomasonco, R. (2010). *Evaluación de la transitabilidad utilizando el rugosímetro Merlín monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km.110+000 al Km.112+000*. <https://1library.co/document/y4g5mgky-evaluacion-transitabilidad-utilizando-rugosimetro-monitoreo-conservacion-carretera-huancayo.html>
- Queirolo, A. (2009). *Seguimiento de un doble tratamiento superficial para camino de alto tránsito* [Universidad de Chile]. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103525/queirolo\\_a.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103525/queirolo_a.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Setó, D. (2004). *De la calidad de servicio a la fidelidad del cliente* (Primera Edición). Editorial Esic. <https://books.google.com.pe/books?id=9Nk8sWMjoBcC&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=twopage&q&f=false>
- Southern African Development Community. (2003). *Guideline: low-volume Sealed Roads*. Editorial SADC. <https://www.ssatp.org/sites/ssatp/files/publication/LVSR-Guideline-FullText.pdf>
- Torres, J. (2021). *Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vial del jr. CD Santo Toribio. 02, 03, 04 años05, en la localidad de Posic. San Martín, 2020*. [https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1284/Torres\\_Jose\\_trabajo\\_suficiencia\\_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1284/Torres_Jose_trabajo_suficiencia_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Torres, R. (2007). *Análisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2802\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2802_C.pdf)

- Trujillo, E. (2018). *Tratamiento superficial bicapa de la carretera regional AR-109 del distrito de Huambo, provincia de Caylloma, Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://core.ac.uk/download/pdf/198121289.pdf>
- Ulloa, A. (2011). Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. *Métodos y Materiales, Volumen 1*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6240953.pdf>
- Universidad Nacional de San Juan. (2006). *Manual de diseño de pavimentos en base al Método AASHTO 93* (Escuela de Caminos de Montaña, Ed.; Tercera edición). [https://www.academia.edu/34103801/DISENO\\_DE\\_PAVIMENTO\\_METODO\\_AASHTO\\_93\\_ESPANOL\\_1\\_](https://www.academia.edu/34103801/DISENO_DE_PAVIMENTO_METODO_AASHTO_93_ESPANOL_1_)
- Vásquez, M. y Villegas, B. (2019). *Diseño de la carretera Lucma - Alto Tambillo con tratamiento superficial bicapa, distrito de Lucma, Gran Chimú - La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41338/Vasquez\\_RME-Villegas\\_ABB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41338/Vasquez_RME-Villegas_ABB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vivar, G. (1995). *Diseño y Construcción de Pavimentos* (Segunda Edición). Capítulo de Colegio de Ingenieros del Perú. <https://pdfcoffee.com/disen-y-const-de-pavimentos-vivarpdf-4-pdf-free.html>
- Zúñiga, N. (2012). *Propuesta de una metodología para la evaluación del desempeño de tratamientos superficiales en laboratorio* [Tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3253/34684.pdf?sequence=1>

# 11 ANEXOS

## ANEXO

### Documentos de Aprobación de expediente técnico del barrio San Sebastián

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA**  
*"Ciudad Noble y Leal"*

190

---

**RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 747-2019-ALC/MPT**

Tarma, 27 de diciembre de 2019

**VISTO:**  
El Informe N° 430-2019-GDUI/MPT de fecha 26 de diciembre de 2019, de la Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura, e Informe N° 698-SGI-MPT/2019 de la Sub Gerencia de Infraestructura, que adjunta el Expediente Técnico: "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN", y;

**CONSIDERANDO:**  
Que, en el marco de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades; el artículo 194° de la Constitución Política del Estado, en concordancia con la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, señala: "Las municipalidades provinciales y distritales son los órganos de gobierno local. Tienen autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia";  
Que, mediante Resolución de Alcaldía N° 338-2018-ALC/MPT de fecha 27 de diciembre del 2018 se aprueba el Presupuesto Institucional de Apertura (PIA) para el Año Fiscal 2019 de la Municipalidad Provincial de Tarma, en la que se encuentra incluido el Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN"; en consecuencia, es necesario aprobar el mencionado expediente, mediante Resolución de Alcaldía;  
Que, el Expediente Técnico del Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN", con Código SNIP 77758, tiene como objetivo elevar las condiciones de vida del Sector de San Sebastián, elevar el nivel socio económico de sus habitantes y generar fuentes de trabajo eventual en el proceso de ejecución, disminuir el desempleo, evitando la migración de los trabajadores. El estudio del Proyecto en mención se ha elaborado de acuerdo a la normatividad de la Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y a las Normas Complementarias de la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública;

Que, la Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura de la Municipalidad de Tarma, mediante Informe N° 430-2019-GDUI/MPT, habiendo revisado y evaluado, otorga la conformidad del Expediente Técnico del Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN"; con el monto de S/. 2 470,891.55 son: Dos Millones Cuatrocientos Setenta Mil Ochocientos Noventa y Uno y 55/100 soles; asimismo, cuenta con el Informe N° 698-SGI-MPT/2019, de conformidad de la Sub Gerencia de Infraestructura; consecuentemente, y estando a los informes señalados es necesario su aprobación mediante resolución de alcaldía;

Que, estando de conformidad a las normas acotadas en los considerandos precedentes, en uso de las facultades conferidas por el inciso 6) del artículo 20° y 43° de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, contando con la aprobación y el visto bueno del Gerente de Desarrollo Urbano e Infraestructura y el Sub Gerente de Infraestructura, quienes después de una revisión y evaluación remiten el Expediente en mención para su aprobación;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- APROBAR, EL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN"; con el monto de S/. 2 470,891.55 son: Dos Millones Cuatrocientos Setenta Mil Ochocientos Noventa y Uno y 55/100 soles.**

**Artículo 2°.- NOTIFICAR, la presente Resolución a Alcaldía, Gerencia Municipal, Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura y la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto.**

**Regístrese, comuníquese y cúmplase**

  
  
**St. José Luis Montes de Saraniego**  
**ALCALDE**

1.- Alcaldía  
2.- Gerencia Municipal  
3.- Sub Gerencia de Infraestructura  
4.- Archivo



# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA

188

## GERENCIA DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA

### INFORME N° 430 -GDUI-MPT-2019

**A** : Sr. José Luis Mansilla Samaniego  
Alcalde de la Municipalidad Provincial de Tarma

**DE** : Arq. Sandro Fabrizio Anticona Rodríguez  
Gerente de Desarrollo Urbano e Infraestructura

**ASUNTO** : APROBACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO

**Referencia** : Aprobación de Expediente Técnico "CONSTRUCCION DE LA TROCHA CARROZABLE TARMA -SAN SEBASTIAN DEL DISTRITO DE TARMA - TARMA - JUNIN"

**FECHA** : Tarma, 26 de diciembre de 2019



Mediante el presente me dirijo a Ud. para saludarlo muy cordialmente y en atención al documento de la referencia comunico lo siguiente:

Que, de acuerdo al Informe N° 698-SGI-MPT/2019 de fecha 26/12/2019, emitido por el Sub Gerente de Infraestructura, en el cual indica que el expediente técnico del proyecto "CONSTRUCCION DE LA TROCHA CARROZABLE TARMA -SAN SEBASTIAN DEL DISTRITO DE TARMA - TARMA - JUNIN" ha sido elaborado a cargo del Ing. Elvis David Tacuri Naupari, dicho expediente técnico demanda de un presupuesto de S/. 2'470,891.55 soles.

Por tanto, informo que contando con el informe de revisión y conformidad del expediente técnico a cargo del Ing. Winston Sánchez Jerónimo – Sub Gerente de Infraestructura, otorgo conformidad al expediente técnico del proyecto "CONSTRUCCION DE LA TROCHA CARROZABLE TARMA -SAN SEBASTIAN DEL DISTRITO DE TARMA - TARMA - JUNIN", el cual adjunto al presente para su aprobación mediante acto resolutivo.

Es cuanto informo a Ud. para los fines que el caso amerite.

Atentamente;





Municipalidad Provincial de Tarma  
 “La Perla de Los Andes”

183

**INFORME N° 698-SGI-MPT/2019**



A : Arq. Sandro Fabrizio Anticona Rodríguez  
**GERENTE DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA**

DEL : Ing. F. Winston Sánchez Jerónimo  
**SUB GERENTE DE INFRAESTRUCTURA**

ASUNTO : Revisión del Expediente Técnico “Construcción de trocha carrozable Tarma – San Sebastián, distrito de Tarma, provincia de Tarma – Junín”

REFERENCIA : Expediente de Registro N° 064482; Proveído N° 2834-GDU-MPT/2019; Proveído N° 1270-SGI/MPT-2019

FECHA : Tarma, 26 de Diciembre del 2019

430

Mediante el presente, me dirijo a Ud. a fin de hacer de conocimiento lo siguiente:

Que, habiéndome derivado el documento de la referencia, presentado por el Ing. Elvis David Tacurí Ñaupari, quien hace entrega del Expediente Técnico: “CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIÁN, DISTRITO DE TARMA - PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN” para su revisión correspondiente.

ANTECEDENTES:

. El proyecto: “Construcción de Trocha carrozable Tarma – San Sebastián, provincia de Tarma – Junín”, ha sido declarado viable con código Snip N° 77758 con fecha 06/08/2008 con un monto de S/. 234,598.00

. El expediente de técnico presentado asciende a un monto de S/. 2'470,891.55

DE LA REVISION:

Luego de la revisión del expediente técnico presentado a esta sub gerencia se manifiesta lo siguiente:

- Resumen Ejecutivo: Conforme
- Memoria Descriptiva: Conforme
- Especificaciones Técnicas: Conforme
- Ingeniería de Proyecto: Conforme
- Mecánica de Suelos: Conforme
- Metrado: Conforme
- Presupuesto de Obra: Conforme





## Municipalidad Provincial de Tarma “La Perla de Los Andes”

184

Análisis de Costos Unitarios: Conforme  
Relación de Insumos: Conforme  
Fórmula Polinómica: Conforme  
Analítico de Gastos Generales: Conforme  
Analítico de Supervisión: Conforme  
Cronograma de Ejecución de Obras (PERT-CPM): Conforme  
Cronograma Valorizado de Obra: Conforme  
Cronograma de Adquisición de Insumos: Conforme  
Planos: Conforme  
Panel Fotográfico: Conforme

### CONCLUSIONES

- El Expediente Técnico “CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA – SAN SEBASTIÁN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA – JUNÍN”, cuenta con el contenido solicitados en el TDR que demanda un expediente técnico, por lo que se encuentra **Conforme**, salvo mejor parecer.

### RECOMENDACIONES

- Se emita la Resolución de Alcaldía aprobando el Expediente Técnico con el monto total de S/. 2'470,891.55, incluye costo de la obra, expediente y la supervisión.
- Así mismo luego de su aprobación pase a la unidad formuladora para su registro en la fase de inversión
- Antes de ejecutarse la obra se debe contar con la Resolución de ejecución de obra.

Atentamente,



c.c. Archivo.

JR. LIMA N° 199

TLF. 321010 – 321021

FAX 064-321374



**ELVIS DAVID TACURI NAUPARI**  
**INGENIERO CIVIL C.I.P.**  
**REG. N° 78978**

Oficina: Jr. Huamco N° 254 3er Piso - Tarma  
Domicilio: Jr. Chanchamayo N° 403 - Tarma  
Celular: 964-030558 - RPM \*830171

75

183  
91

"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

Tarma, 04 de Diciembre del 2,019

**CARTA N° 050-ING. CIVIL/ EDTN/2019**

**SR. : JOSE LUÍS MANCILLA SAMANIEGO**

Alcalde de la Municipalidad Provincial de Tarma

**ATENCIÓN: ARQ. SANDRO F. ANTICONA RODRÍGUEZ**

Gerente de Desarrollo y Servicios Urbanos de la Municipalidad Provincial de Tarma

**ASUNTO : ENTREGA DE EXPEDIENTE TÉCNICA DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA -JUNÍN".**

De mi mayor consideración:

Por medio del presente me dirijo a Usted, para hacerle entrega el Expediente Técnico del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA -JUNÍN" el mismo que consta de 01 juego en original, de acuerdo a los términos de referencia del contrato N° 074-2019-SGL/MPT, suscrito con su representada.

En espera de su atención, me suscribo de Usted no si antes manifestarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente.



  
  
Elvis David Tacuri Naupa  
INGENIERO CIVIL  
C.P. Reg. N° 78978 - C.C.O Reg. N° C31



"Solo Pensamos en Construir... al Resto... Déjalo Ser"

# ANEXO

## Ingeniería del Proyecto del expediente técnico del barrio San Sebastián

93

### EXPEDIENTE TECNICO

"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"

## INGENIERIA DE PROYECTO

### 1. INTRODUCCION:

El presente estudio representa la Ingeniería del proyecto, donde se presentan los datos y cálculos justificatorios y se describen los métodos y criterio usados para realizar el proyecto "CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN".

### 2. CARACTERISTICAS DE DISEÑO:

#### 2.1. GENERALIDADES:

El diseño del presente proyecto está basado en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras en concordancia con la Norma Cubana para el Diseño de Carreteras Rurales.

#### 2.2. PERIODO DE DISEÑO:

La Vía se diseñara para un periodo de 20 años.

#### 2.3. CATEGORIA DE LA VIA:

Se espera una intensidad de transito de 720 Veh./día.

CLASIFICACION	NORMA CUBANA (N.C.C) PAIDT	NORMA PERUANA (N.P.C) IMD Veh/día
I	Mayor que 4000 a 8000	2000 a 4000
II	Mayor que 2000 a 4000	400 a 2000
III	Mayor que 750 a 2000	Hasta 400
IV	Menor que 750	TROCHAS CARROZABLES

NC: TABLA 1 Pag. 2

NP: Pag. 8

#### 2.4. TIPO DE TERRENO:

El tipo de terreno es variable en todo su tramo de los 1,270.00 m, caracterizándose mayormente que presenta un suelo de tipo semirocoso, con presencia de poca arcilla. En la parte de la quebrada el suelo es relativamente suelto con presencia de arcilla y poco limoso.

De la experiencia adquirida en los numerosos proyectos de apertura de carreteras, merece un acápite aparte el estudio de suelo de fundación, siendo este la parte integral que recibe

  
  
David Tacuri Napari  
INGENIERO CIVIL  
C.R. No. 147256 - C.C.O. Reg. 1º C11

EXPEDIENTE TECNICO

"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"

directamente las mayores cargas verticales del flujo vehicular el cual desestabiliza la estructura del pavimento ejecutado. Con los diferentes ensayos que se realizan se determinará si es aceptable el suelo de fundación o se deberá de mejorar empleando alguna técnica adicional para lograr en primer lugar un suelo de fundación estable para tener la estructura de la carpeta afirmada de la carretera dentro de los rangos aceptables. Para el presente trabajo, el estudio de suelos fue realizado de acuerdo a las normas establecidas para el Estudio de Suelos, los resultados y conclusiones de este estudio se presenta al final del estudio de suelos adjuntos al presente proyecto.

2.5. ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO:

Para esto se contó con un plano topográfico a escala 1/2000 en la cual se trazó las posibles rutas. Primando al final el criterio técnico - económico para definir el posible eje de la carretera y una franja a la izquierda y derecha del mismo.

ALTERNATIVAS DE TRAZO:

Se trazó dos posibles rutas.

1ra Ruta: cuenta con una vía principal y una secundaria.

La vía principal inicia en la Mina I y atraviesa la Población A, llegando a la población B punto final con una Longitud de 2500 m, dos desarrollos, con una pendiente promedio de 5%, numero de alcantarillas 2.

La vía secundaria se inicia en la Mina II y Llega a la Vía principal en la Población B, con una longitud de 1050m., sin desarrollos, pendiente de 2%, sin alcantarillas.

2da Ruta: Cuenta con una vía principal y una secundaria.

La vía principal inicia en la Mina I, pasa a 150 m debajo de la población A, llegando a la población B punto final con una Longitud de 3000m, dos desarrollos, con una pendiente promedio de 6%, numero de alcantarillas 2.

La vía secundaria se inicia en la Mina II y Llega a la Vía principal en el km 2.500, con una longitud de 1800m., sin desarrollos, pendiente de 2%, sin alcantarillas

ELECCIÓN DE RUTA: Se tomó la 1ra Ruta, ya que esta es la menos corta y beneficia a la población A.

2.6. TRAZADO DEL EJE:

Se analizó la pendiente entre los puntos de paso obligado y se determinó con la siguiente fórmula:

S =  $\frac{\text{Diferencia de cotas}}{\text{Longitud}}$

*Etris David Tacuri Nanpari*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: Reg. N° 78948 - CCO Reg. 1° CIPM

**EXPEDIENTE TECNICO**

**"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"**

Si "S" es mayor que la pendiente máxima dada en las Normas peruanas Vecinales, entonces será necesaria la realización de desarrollos artificiales tratando de compensar tramos de máxima pendiente con otros de descanso.

**3. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA CALZADA:**

- Clasificación de la carretera:
  - Según la jurisdicción : Vecinal.
  - Según el servicio : Tercer orden.
- Velocidad directriz : 15 a 25 Km/hora.
- Ancho de calzada : 3.60 m.
- Ancho de plataforma : 4.00 m.
- Cunetas: Ancho : 0.50 m.
- Profundidad : 0.40 m.
- Taludes de corte y relleno : Según Normas Vecinales.
- Pendiente máxima normal : 8.5%.
- Pendiente máxima excepcional: 10.0%.
- Pendiente mínima : 1%.
- Radio mínimo (de volteo) : 13.00 m.
- Longitud de curva vertical : 80.00 m.
- Peralte de calzada : 2% mínimo.
- : 6% en curva de volteo.

**4. GEOMETRIA DE DISEÑO**

**4.1 VELOCIDAD DIRECTRIZ:**

Por su volumen y servicio de tráfico se ha considerado una velocidad de 15 a 25 Km/hora., teniendo en cuenta las características topográficas del terreno, evitando excesivo movimiento de tierras y preservando las condiciones de seguridad.

**4.2 VISIBILIDAD DE PARADA:**

Se ha adoptado una longitud mínima de 30 mts. Que es lo suficiente para evitar que impacte un objeto inmóvil, que se encuentre en su trayectoria.

**4.3 VISIBILIDAD DE PASO:**

Se ha omitido por el escaso tráfico, además resulta oneroso un costo adicional para satisfacer éste requisito; en reemplazo de ello se ha habilitado plazoletas cada cierta distancia (se ha ampliado en ancho la calzada), en las cuales un vehículo pueda ceder el paso a otro que desee adelantarlos.

**4.4 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS:**


## EXPEDIENTE TECNICO

"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"

Dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada y además influenciada por el volumen y composición del tránsito, deben satisfacer las condiciones mínimas para permitir circular un determinado tipo de vehículo.

**4.5 ALINEAMIENTO HORIZONTAL:**

La configuración del terreno es el elemento principal en la elección del alineamiento horizontal. Se han considerado curvas que se adapten a la topografía del terreno, para minimizar el movimiento de tierras.

**4.6 CURVAS HORIZONTALES:**

El enlace de alineamientos rectos se hará por medio de curvas, utilizando curvas simples en otros casos compuestos si así lo requiere el terreno.

**4.7 RADIOS MINIMOS:**

Están en función de la velocidad directriz, del peralte y del coeficiente de fricción lateral entre la llanta y la superficie de rodadura; el radio mínimo adoptado en las curvas de volteo es de 13 mts.

**4.8 ALINEAMIENTO VERTICAL:**

En general se adaptó al relieve del terreno y cuya pendiente ponderada se aproximó más a la pendiente media del tramo en estudio, sin imponer costos de operación vehicular excesivos, y en base a ellos se diseñó la rasante más apropiada.

**4.9 PENDIENTE MINIMA:**

Se adoptó una pendiente no menor de 1% para posibilitar el drenaje longitudinal.

**4.10 PENDIENTE MAXIMA:**

Teniendo en cuenta que la Carretera en estudio está sobre los 3,000 m.s.n.m., donde los vehículos sufren una pérdida de la potencia se adoptó como pendiente máxima 8.5% y máxima excepcional 10%.

**4.11 CURVAS VERTICALES:**

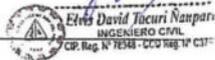
Las curvas verticales se proyectaron de modo que permitan obtener cuanto menos la distancia mínima de parada. En curvas convexas con diferencia de pendientes mayor o igual al 2% se unirán con una curva parabólica de longitud de 80 mts como mínimo.

**4.12 SECCION TRANSVERSAL:**

La carretera del presente proyecto a nivel de sub rasante, mejorándose en zonas que lo requieran.

**4.13 SUPERFICIE DE RODADURA:**

Es la falda destinada a la circulación permanente de los vehículos, y se le ha asignado 4.00 mts.

  
  
Efrén David Ticuri Nanpan  
INGENIERO CIVIL  
CIP. Reg. N° 76348 - CCO REG. 1º C317

EXPEDIENTE TECNICO

"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"

4.14 BOMBEO:

Es la inclinación transversal de la superficie de rodadura en los tramos en tangente, y será de 2% para evacuar rápidamente el agua hacia las cunetas y taludes de la carretera.

4.15 PERALTE:

Es la sobre elevación del borde exterior con relación al borde interior en los tramos en curva para evitar la fuerza centrífuga de los vehículos, se usarán en todas las curvas horizontales; siendo la mínima de 2%, en las curvas de volteo se usarán 6% y en casos excepcionales 10%.

4.16 SOBREALCHO:

Es un ancho adicional que se da a la superficie de rodadura en los tramos de curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos; como mínimo será de 0.30 mts. y como máximo 3.00 mts. (En curvas de radio mínimo).

4.17 TALUDES:

Dependen de la naturaleza del terreno y su estabilidad en todo el recorrido de la carretera se han observado terrenos de roca suelta, fija, tierra compactada y suelta, el siguiente cuadro es tomado como referencia:

CLASE DE TERRENO	TALUD (V:H)
ROCA FIJA	10:1
ROCA SUELTA	4:1
TIERRA COMPACTADA	2:1
TIERRA SUELTA	1:1

Los taludes de relleno estarán en función de los materiales empleados en corte, debiéndose usar como referencia lo siguiente:

TIPO DE MATERIAL	TALUD (V:H)
ENROCADO	1:1
SUELOS DIVERSOS	1:1.5

5. DRENAJE:

Tiene por objeto alejar las aguas de la carretera ya sea estancada o en movimiento, para así evitar la influencia negativa sobre ella, sobre su estabilidad y transmutabilidad.

Las formas en las que el agua se presenta en la carretera son por las precipitaciones pluviales así como por el escurrimiento del agua en forma superficial de los terrenos adyacentes.

Drenaje superficial:

**Elvin David Tacuri Nanpa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Reg. N° 72543 - CCO Reg. N° C17

## EXPEDIENTE TECNICO

"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"

La función principal es la de eliminar las aguas precipitadas sobre la superficie del camino y sus respectivas zonas adyacentes (zona de influencia); incluyendo a los provenientes de deshielos, quebradas y otros del sistema de riego. Esto se logra adoptando un bombeo adecuado en la sección transversal de la carretera.

**Cunetas:**

Son estructuras que sirven para recepcionar, transportar y eliminar el agua proveniente del escurrimiento superficial de la calzada, de los taludes de corte y otras áreas de influencia que ejerce.

Las cunetas se encuentran ubicadas al pie del talud de corte, y cuando el corte es cerrado las cunetas se encuentran a ambos extremos de la calzada.

Las cunetas de base tienen pendiente igual al alineamiento.

Para evitar los depósitos o estancamiento por sedimentación es recomendable que las cunetas tengan una pendiente mínima de 0.5%.

**Alcantarillas:**

Son denominados de drenaje transversal, se usa para desaguar arroyos, cañadas, puentes de bajo perfil, etc.

Las alcantarillas forman parte integral del sistema de drenaje en las carreteras y se las ubica en sección transversal, de modo que no interfieran con la continuidad de la pendiente y alineamiento del cauce ya existente en el terreno.

La cantidad y ubicación serán fijadas en forma de garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas en cada obra. Estos mismos deberán ser proyectados de modo que tengan capacidad suficiente para evacuar rápidamente el agua que llegue a ellos, a la vez para resistir el esfuerzo por relleno y sobrecarga (del tráfico).

En el presente Proyecto, por economía, se ha diseñado alcantarillas de albañilería de piedra y concreto, según se detalla en los planos.

**6. PERFORACION Y VOLADURA DE ROCAS:**

Antes de que pueda excavar la roca, deberá aflojarse y romperse en pedazos lo suficientemente pequeños para que puedan ser manejados con los equipos de excavación. El método más común para aflojarlo es perforar agujeros en la roca y colocar explosivos.

**EQUIPOS DE PERFORACION:**

Se perforarán con martillos neumáticos de hasta 8 pies de profundidad.

El martillo será de 25 Kg. de peso, que es el más apropiado, pues pueden ser manejados por un solo hombre.

Conviene utilizar compresoras de 4 atmósferas de presión como mínimo.

  
 Elvin David Tacuri Napari  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Reg. N° 78948 - CCC Reg. N° C3711

**EXPEDIENTE TECNICO**

**"CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIAN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIN"**

**EXPLOSIVOS:**

Los explosivos a utilizarse serán sustancias sólidas que se transforman en grandes cantidades de gases por acción de choque u otras formas de incendio, además de producir energía (de expansión) produce calor, lo que ayuda a dilatarse a los gases.

El explosivo a utilizarse será detonante, recomendándose tipo dinamita, que contendrá 60% de nitroglicerina.

**DISPOSITIVOS PARA PRODUCIR LA EXPLOSION:**

Se utilizarán fulminantes, que son cápsulas de aluminio con un extremo cerrado y cargado de un explosivo muy sensible y violento; el fulminante tiene por finalidad producir la explosión de la carga.

También se usarán guías de seguridad, que es un dispositivo que lleva en su interior pólvora negra confinada; que lleva la flama al explosivo, debe tener un diámetro de 4 a 5 mm.

~~~~~

  
  
Evis David Tacuri Nanpani  
INGENIERO CIVIL  
C.O. Reg. N° 7234 - C.C.O. Reg. N° C370

## ANEXO

### Estudio de Mecánica de Suelos del expediente técnico del barrio San Sebastián

85



EXPEDIENTE TÉCNICO  
"CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIÁN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA –JUNÍN"

---

## **ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**"CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE TARMA - SAN SEBASTIÁN, DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA –JUNÍN"**

**1.0 GENERALIDADES**

**1.10 OBJETIVO DEL ESTUDIO:**

*El presente informe tiene por objetivo el Estudio de Mecánica de Suelos con fines de realizar el estudio de las características físico – mecánicas del suelo para el Proyecto "Construcción de Trocha Carrozable Tarma - San Sebastián, Distrito de Tarma, Provincia de Tarma –Junín". Los Estudios de Mecánica de Suelos se ejecutan con la finalidad de asegurar la estabilidad de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.*

*El estudio comprende trabajos de campo mediante sondeos por calicatas y ensayos de laboratorio, que sirven para establecer el perfil estratigráfico del terreno donde se ejecutara el proyecto propuesto.*

*El informe concluye con el análisis de suelos obtenidos mediante perforaciones o calicatas realizadas en elegidas zonas del terreno en donde se ejecutara el mencionado proyecto con el fin de realizar el estudio para determinar los espesores y características físico – mecánicas de los suelos de fundación básicamente en el alineamiento existente de acuerdo al trazo proyectado.*

*Toda la información es complementada con los ensayos de laboratorio efectuados a los materiales seleccionados para su empleo en la construcción de la carretera, así como a los suelos de la sub rasante lo que conllevara a la definición óptima de la estructura de la carretera.*

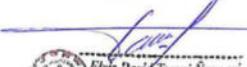
**1.20 UBICACIÓN DE LA ZONA:**

*El proyecto se ubica en el Barrio de San Sebastián, en la parte alta del Barrio Milagro Sur y Milagro Norte, en el Distrito y Provincia de Tarma y Departamento de Junín. La ciudad de Tarma se comunica con el resto del país mediante la carretera departamental y central.*

**2.0 MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESTUDIOS**

**2.1 INFORMACION PREVIA**

*La metodología seguida para la ejecución del estudio, comprendió básicamente una investigación de campo a lo largo del tramo de la trocha proyectado mediante prospecciones de exploración (calicatas), con obtención de muestras*


Elio David Tacuri Naspari  
INGENIERO CIVIL  
COP. Reg. 147824 - CDP Reg. 147824

*Estudio de Suelos para Trocha 1*



representativa en cantidades suficientes, las que fueron objeto de ensayo de laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio. Basándose en normas y reglamentos correspondientes y la experiencia profesional en estos tipos de estudios.

**Del terreno a investigar:**

El terreno es una falda del cerro de San Sebastián, cuenta con pendientes altas, ahí donde se realizará el trazo de la trocha carrozable con pendientes permisibles y normadas par la circulación de vehículos livianos. Gran parte del terreno presenta suelos de tipo semirocoso las cuales hace que esta estructura de la trocha se hace estable. Se ha determinado realizar el proyecto en tres tramos más resaltantes: la primera parte es la rehabilitación de una vía existente de una longitud de 120.00 m, la segunda parte es la construcción de una trocha carrozable con una longitud de 430.00 m, y la tercera parte es también una rehabilitación y ensanchamiento de un pasaje existente con fines de hacerlo para tránsito vehicular. El estudio se realizara solo en el segundo tramo.

**2.2 EXPLORACION DE CAMPO**

Con el objeto de determinar las características físico – mecánicas de los materiales del terreno de fundación se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios de 0.80 x 0.50 aproximadamente, a cielo abierto, y de 1.20 de profundidad mínima, distanciadas aproximadamente a 250.00 m uno del otro, las que se distribuyeron en dos, de tal manera que la información obtenida sea representativa. Se comprobó que se cumple las condiciones de frontera indicados en el ítem 2.3.2.a de la citada norma. Las características del suelo son semejantes a las de los terrenos colindantes ya edificados.

No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades. No existen edificaciones situadas a menos de 10 m. del terreno a edificar que presente anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación.

**Numero "n" de puntos a investigar:**

Según el tipo de estructura se investigará 02 puntos cada 250 ml.

Se clasificó en función al tipo de estructura a realizarse y al área de la superficie del terreno que se ocupará:

Tipo de Estructura : Trocha carrozable y habilitación de vía

Distancia / Longitud : 1,270.00 ml

  
  
Elvis David Tacuri Neupari  
INGENIERO CIVIL  
CIP. Reg. N° 28318 - CCS Reg. 1P 0337

Estudio de Suelos para Trocha 2



Número de sondeos : 2

Tipo de estructura : Carretera

De acuerdo al terreno y por la importancia de la obra se realizó 02 calicatas de acuerdo al croquis que se adjunta, se realizó el estudio de 02 muestra obtenida del lugar más desfavorable.

**Profundidad "P" mínima a alcanzar en cada calicata:**

Para cimentación superficial la norma E-020 establece, para un edificio sin sótano recomienda que:

$$p = D_f + z$$

Donde :

$D_f$  = Profundidad de desplante, distancia vertical de la superficie del terreno al fondo de la cimentación. ( $D_f = 3.00$  m.)

$Z = 1.5 B$ , siendo  $B$  ancho de cimentación prevista de mayor área, en nuestro caso  $B$  es  $0.70$ , entonces  $Z = 1.05$ ,

Luego:

$P = 3.85 >$  que  $3$  que es el mínimo requerido.

Considerándose que en estas profundidades se desarrollan las fuerzas que desarrollan las zonas de falla (activa, transición y pasiva) establecido por Terzaghy y otros autores.

**Distribución de los puntos de exploración:**

La calicata fue elegida según el tipo de terreno y estratégicamente ubicada dentro de la zona a ocupar en la edificación de la estructura.

Número y tipo de muestras a extraer:

De cada estrato de calicata se ha tomado muestras tipo  $M_{ab}$  y  $M_{ib}$  o  $M_{it}$  según sea el caso las mismas que fueron conducidos al laboratorio para los ensayos respectivos.

**2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO**

Se realizaron los ensayos típicos con las muestras extraídas

ASTM D 422

ANALISIS GRANULOMETRICO

  
Elvis David Yacuri Naupari  
INGENIERO CIVIL  
C.R. Reg. N° 12345 - C.O. Reg. N° 6789



*Curva Granulométrica y Clasificación e identificación de suelos, contenido de humedad y otros.*

|             |                                            |                                                                             |
|-------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| ASTM D3080  | ENSAYO DE CORTE DIRECTO                    |                                                                             |
|             |                                            | <i>Esfuerzos de corte y normal, Desplazamientos laterales y verticales.</i> |
| ASTM D2850  | Esfuerzo Desviador vs Deformación Unitaria |                                                                             |
| ASTM D 854  | PESO ESPECIFICO                            |                                                                             |
| ASTM D 2487 | CLASIFICACION SUCS                         |                                                                             |
| ASTM D 4318 | LIMITES DE ATTERBERG                       |                                                                             |
|             |                                            | <i>Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción.</i>             |

*La muestra obtenida fue estudiada y analizada en la ciudad de Tarma, con fecha de 23 de noviembre del 2,019. Ensayo realizado por el Jefe del proyecto.*

#### 2.4 DESCRIPCION GEOTECNICA DE LA ZONA

*El suelo en la zona se encuentra constituido mayormente por arena con poca arcilla y finos y con mediano contenido de humedad, hasta una profundidad de 2.20 m. y 0.80 m. en la parte más baja se encontró material arenoso compacto, después de esta se ha encontrado zonas partes arcillosa y arenosas. La mayor parte de la zona se aprovecha con viviendas y terrenos edificados.*

#### 2.5 NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

*En la zona la napa freática se encuentra a más de 5 metros de profundidad, por lo que considerando el tipo de cimentación superficial, no tendrá efecto en las zapatas.*

#### 2.6 PERFIL DEL SUELO

*La estratigrafía del suelo se puede considerar uniforme con algunas variaciones puntuales, tal como se evidencia en los sondeos efectuados. Se sigue las siguientes secuencias de arriba hacia abajo en cada una de las calicatas. Se ha realizado 01 calicata de la cual se ha tomado una muestra para su evaluación.*

##### Calicata N° 01

*En la calicata estudiada se ha encontrado que en la parte superior de la corteza existe una primera capa de arena con poca arcilla de color marron oscuro medianamente compacto aproximadamente de un metro de profundidad, luego se tiene en el siguiente estrato un suelo arenoso con poca arcilla de color oscuro de baja*

  
Elvis David Tacuri Napari  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 200 N° 24348 - CCO Reg. IP C337

*Estudio de Suelos para Trocha 4*



plasticidad en una capa de 1.00 m. aproximadamente, la siguiente capa o estrato es nuevamente una arena con poca arcilla de baja plasticidad y de color amarillo oscuro hasta llegar a la profundidad de 3.00 m., posterior a este nivel se encuentra un suelo uniforme descrito anteriormente. La profundidad excavada es de 3.00 m. encontrándose predominantemente solo un estrato de suelo uniforme. Se realizó en el jardín colindante a la zona a intervenir.

### 3.0 DISTORSIÓN ANGULAR TOLERABLE

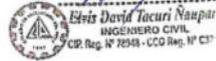
Según la tabla 3.2.0 de las Normas E-020 del R. N. C., la distorsión angular ( $\alpha$ ) permisible para el tipo de edificación es 1/500: Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.

### 4.0 ASENTAMIENTO DIFERENCIAL TOLERABLE

Para luces de pórticos de hasta 10.00 m., con la distorsión angular anterior, se obtiene un asentamiento diferencial ( $\delta$ ) tolerable de 0.02 m.

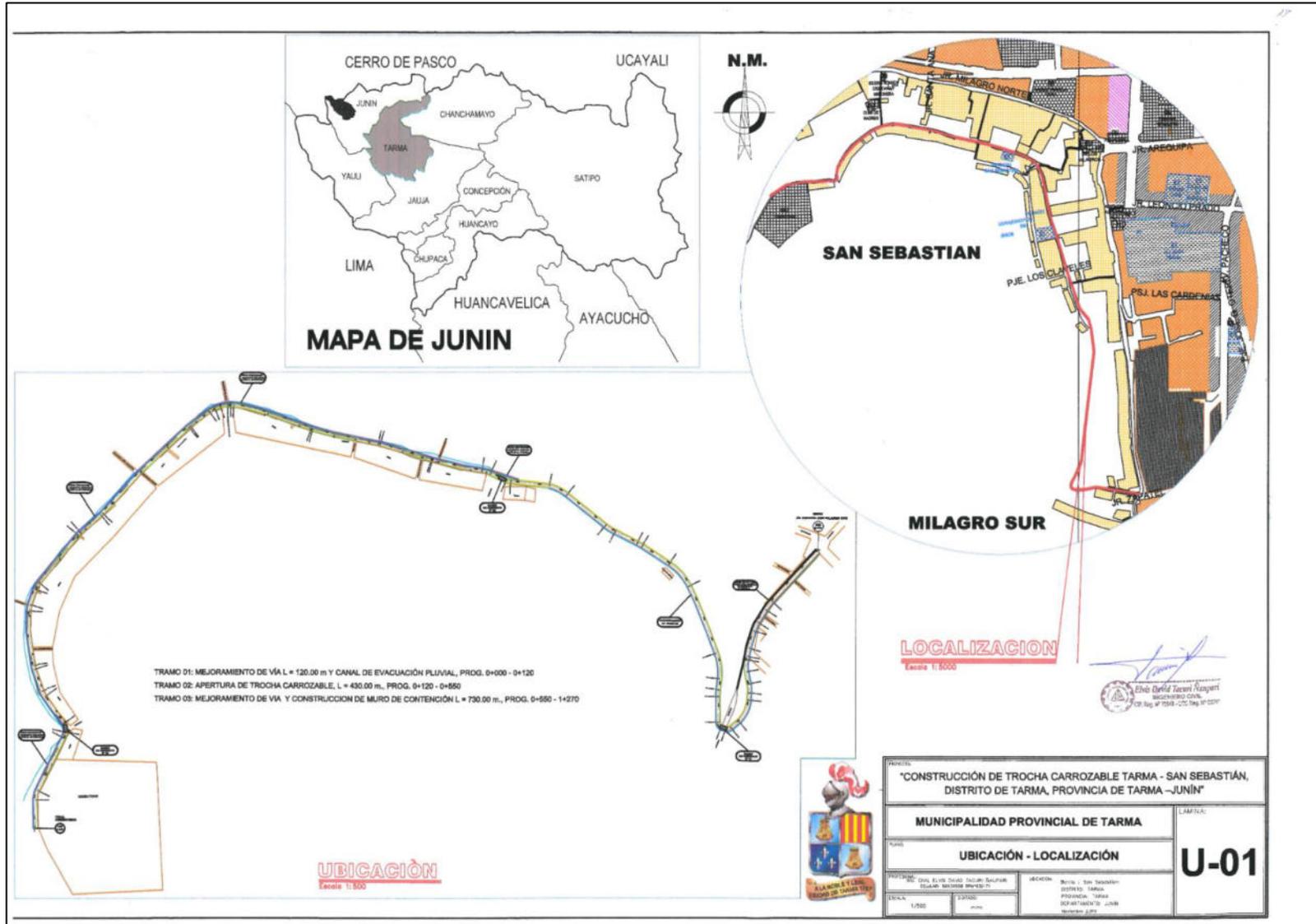
### 5.0 ASENTAMIENTO TOTAL TOLERABLE

Según los criterios de diseño de la Norma, el asentamiento total (S) se puede estimar como el 133% del asentamiento diferencial. Por lo tanto en este caso resulta un asentamiento total tolerable de 0.0266 m. es decir (1.05")

  
  
David Tacuri Naupú  
INGENIERO CIVIL  
CIP. Reg. N° 25948 - CCO Reg. N° 037

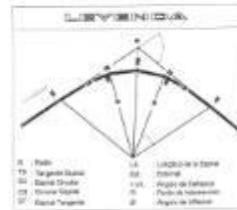
**ANEXO**

Planos del expediente técnico del barrio San Sebastián

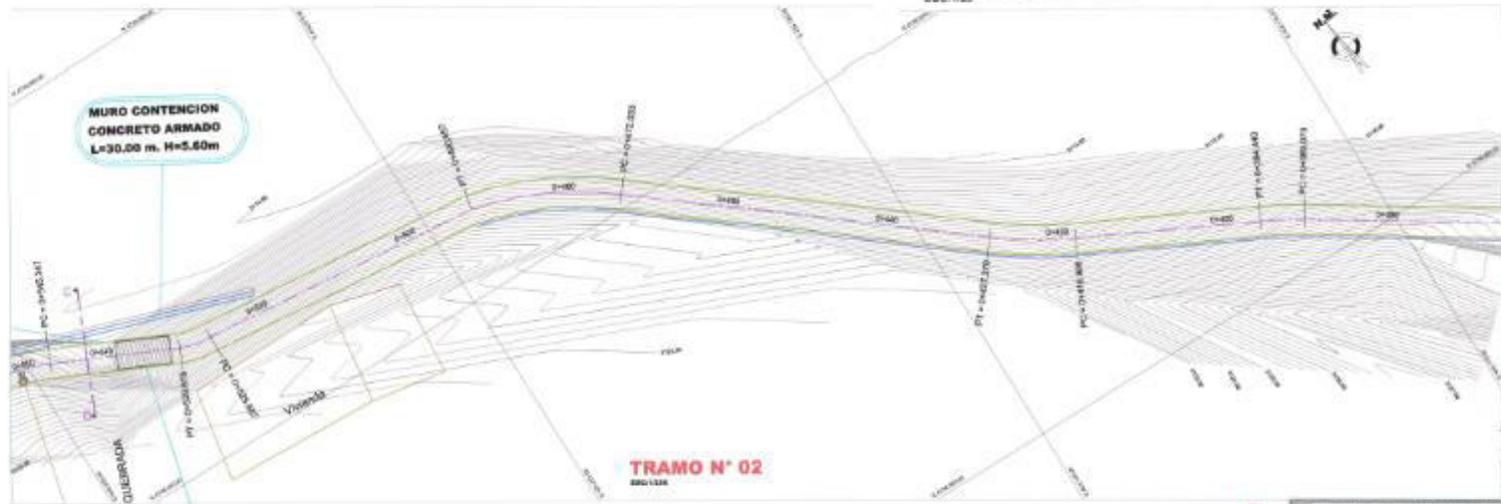
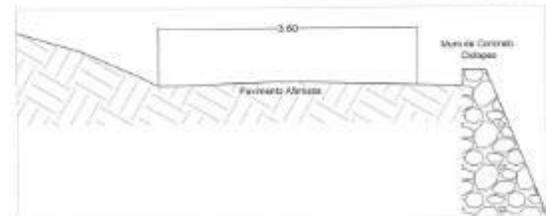








| Orden | Descripción           | Material | Cantidad | Unidad         | Valor Unitario | Valor Total |
|-------|-----------------------|----------|----------|----------------|----------------|-------------|
| 1     | Pavimento             | Asfalto  | 1000     | m <sup>2</sup> | 100            | 100000      |
| 2     | Bordes                | Asfalto  | 200      | m              | 50             | 10000       |
| 3     | Faja de Seguridad     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 4     | Faja de Separación    | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 5     | Faja de Influencia    | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 6     | Límite de la Vialidad | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 7     | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 8     | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 9     | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 10    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 11    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 12    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 13    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 14    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 15    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 16    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 17    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 18    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 19    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 20    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 21    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 22    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 23    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 24    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 25    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 26    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 27    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 28    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 29    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 30    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 31    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 32    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 33    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 34    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 35    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 36    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 37    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 38    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 39    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 40    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 41    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 42    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 43    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 44    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 45    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 46    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 47    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 48    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 49    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |
| 50    | Límite de la Zona     | Asfalto  | 100      | m              | 50             | 5000        |



CONSTRUCCIÓN DE TRONCO CARRETERO TAPPA - SAN SIMÓN  
 DISTRITO DE TAPPA, PROVINCIA DE TAPPA - ECUADOR

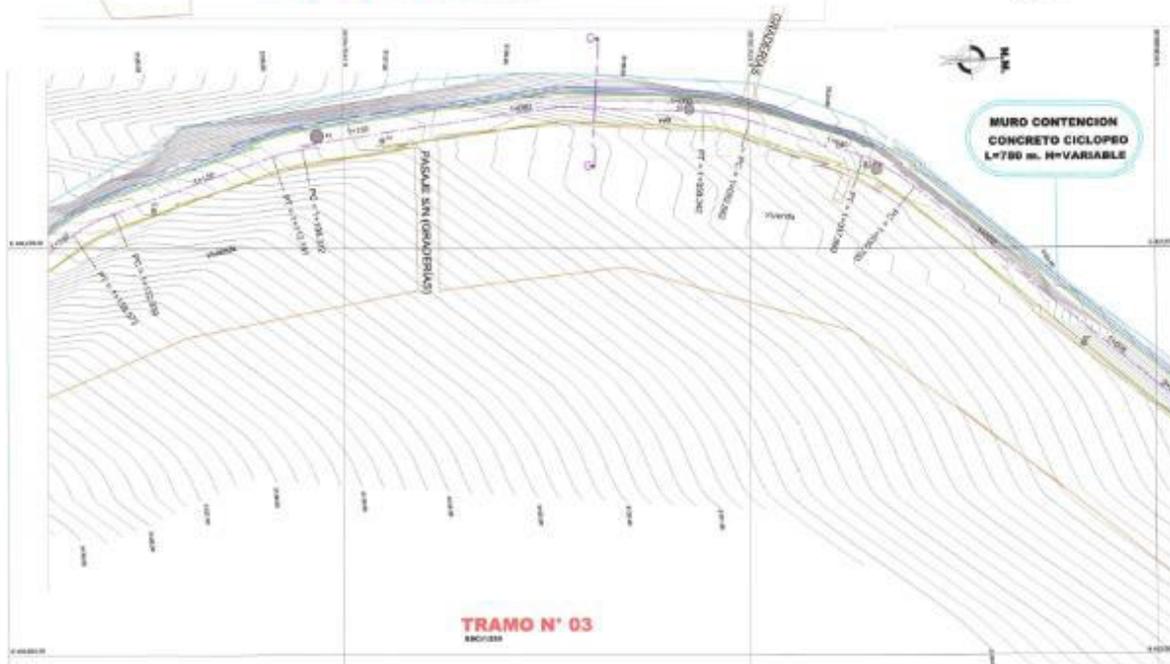
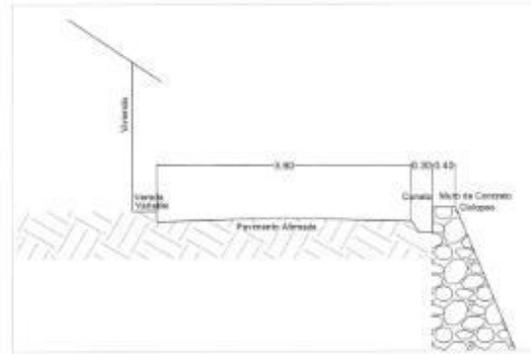
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TAPPA

PLANTA GENERAL  
 TRONCO CARRETERO TAPPA - SAN SIMÓN  
 ESC: 1/25

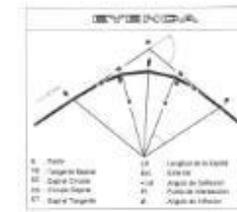
**P-05**







| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------|-------------|----------|--------|----------------|-------------|
| 1    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 2    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 3    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 4    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 5    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 6    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 7    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 8    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 9    | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 10   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 11   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 12   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 13   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 14   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 15   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 16   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 17   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 18   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 19   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 20   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 21   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 22   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 23   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 24   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 25   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 26   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 27   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 28   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 29   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 30   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 31   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 32   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 33   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 34   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 35   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 36   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 37   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 38   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 39   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 40   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 41   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 42   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 43   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 44   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 45   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 46   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 47   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 48   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 49   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 50   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 51   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 52   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 53   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 54   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 55   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 56   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 57   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 58   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 59   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 60   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 61   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 62   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 63   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 64   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 65   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 66   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 67   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 68   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 69   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 70   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 71   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 72   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 73   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 74   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 75   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 76   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 77   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 78   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 79   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 80   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 81   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 82   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 83   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 84   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 85   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 86   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 87   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 88   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 89   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 90   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 91   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 92   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 93   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 94   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 95   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 96   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 97   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 98   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 99   | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |
| 100  | ...         | ...      | ...    | ...            | ...         |



CONSTRUCCIÓN DE TRONCALIZACIONES CARROZABLES TIPO A-10 - SAN SEBASTIAN  
 DISTRITO DE TARIJA, PROVINCIA DE TARIJA - BUENOS AIRES

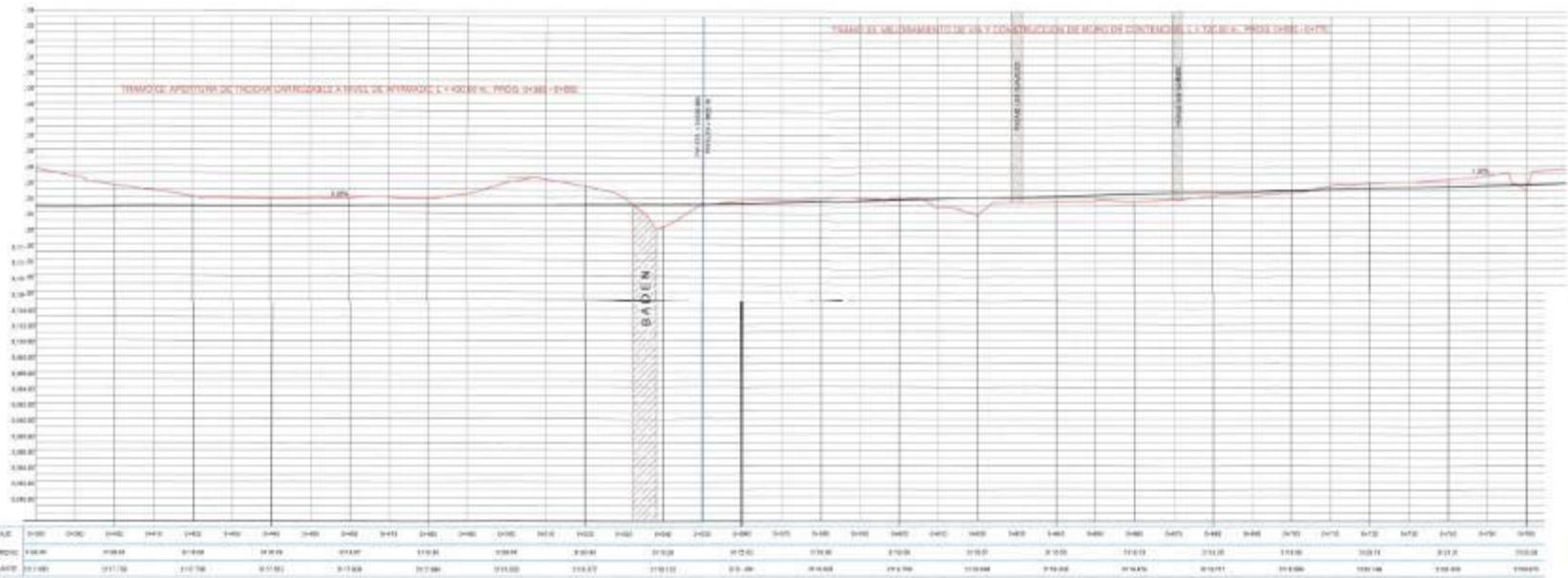
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARIJA

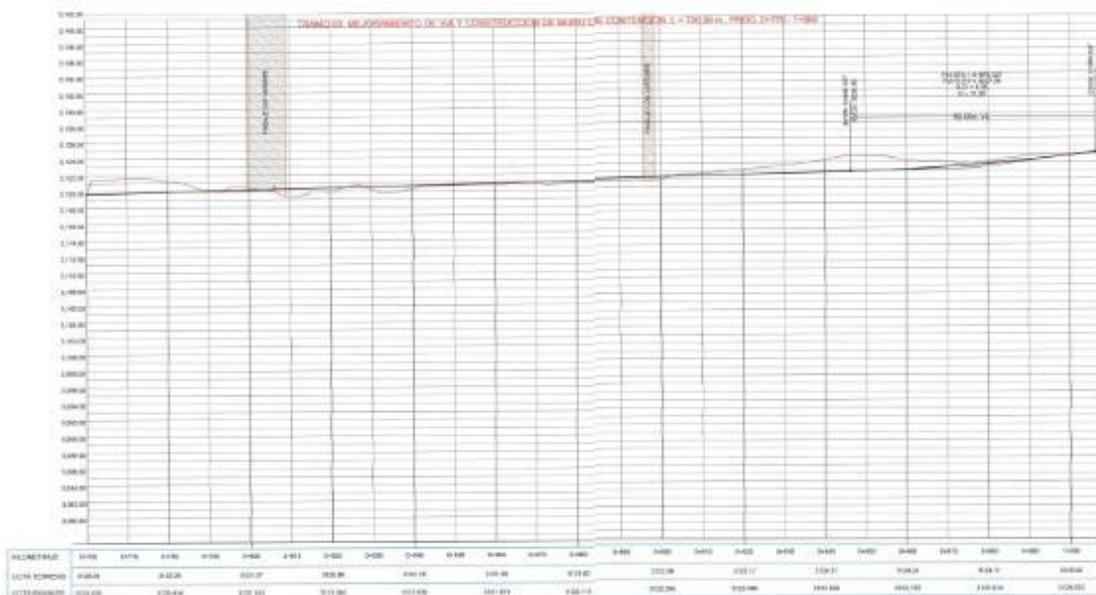
PLANTA GENERAL  
 TRAMO DE RECONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE VERTEDERO L=11000 m., TIPO A-10

**P.01**





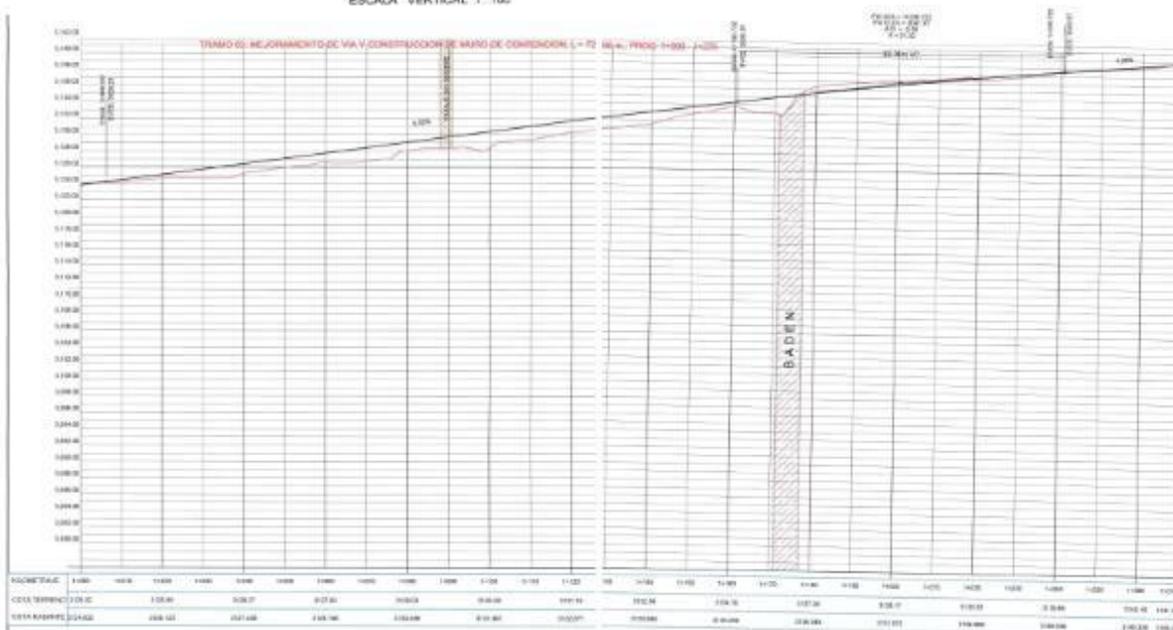




**PERFIL LONGITUDINAL**

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1,000

ESCALA VERTICAL 1 : 100

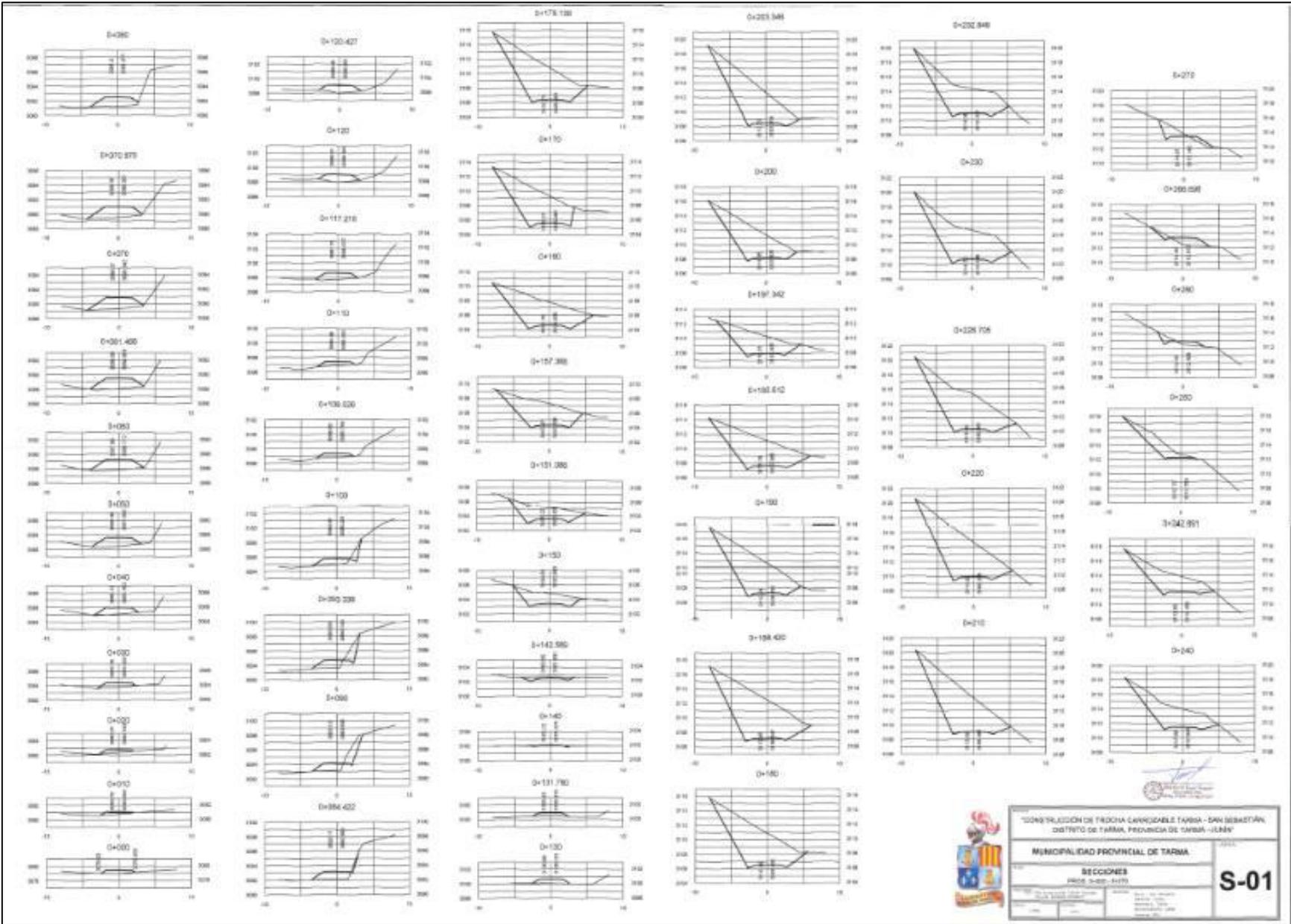


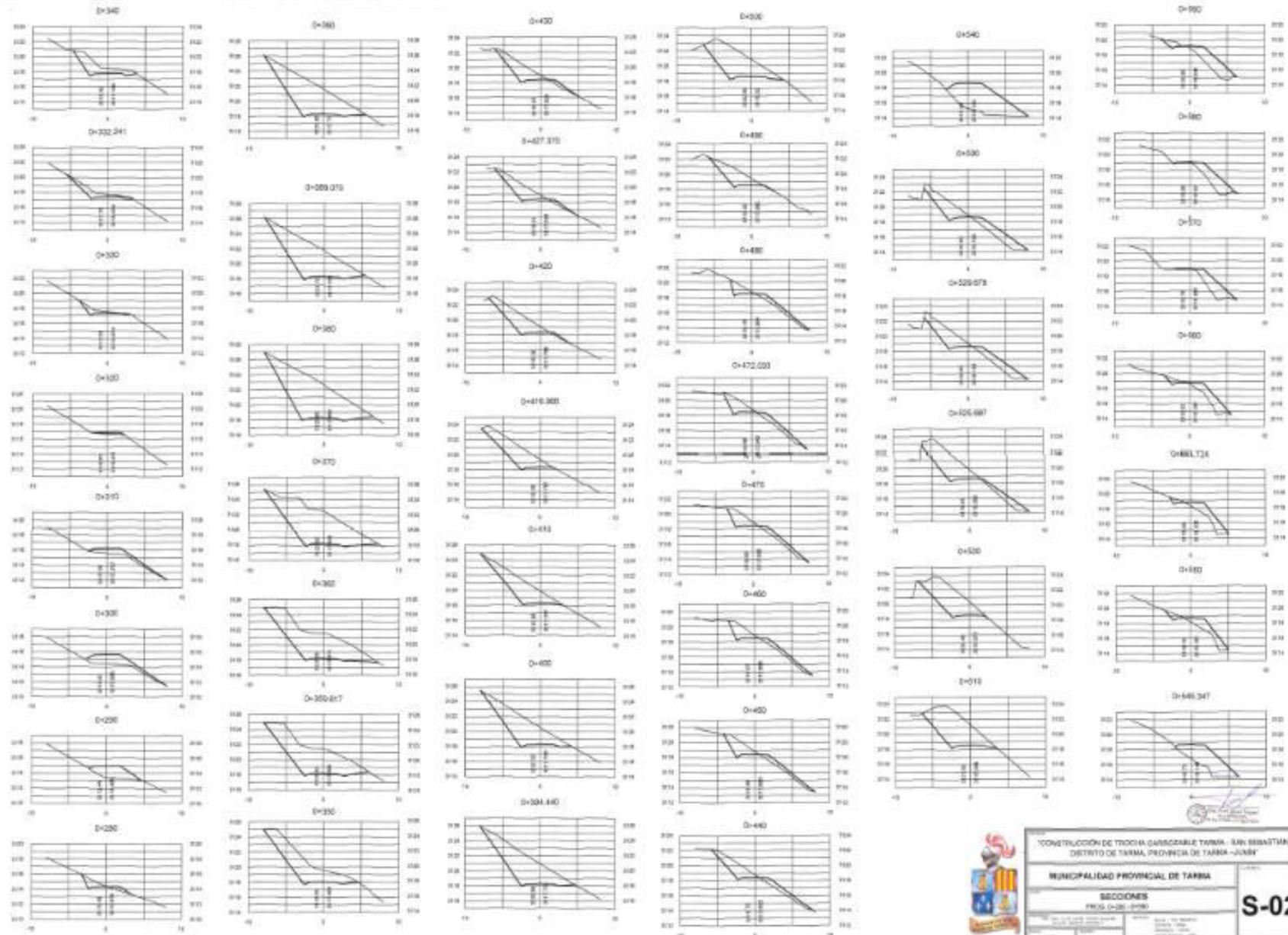
**PERFIL LONGITUDINAL**

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1,000

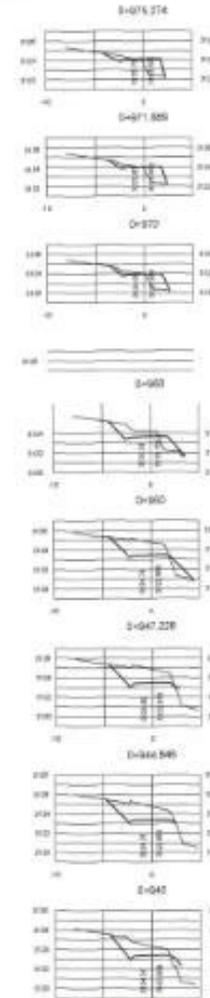
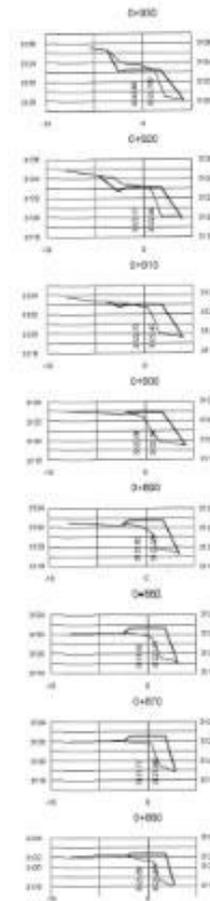
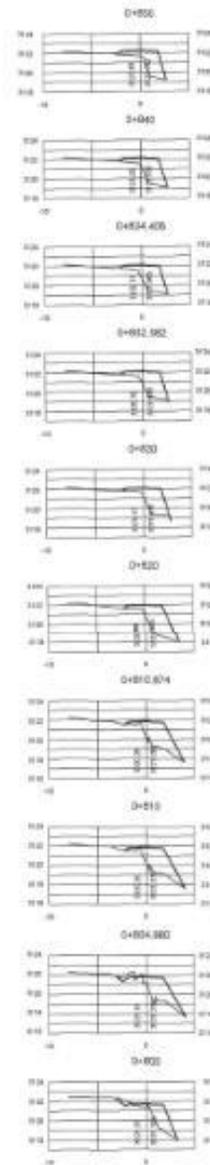
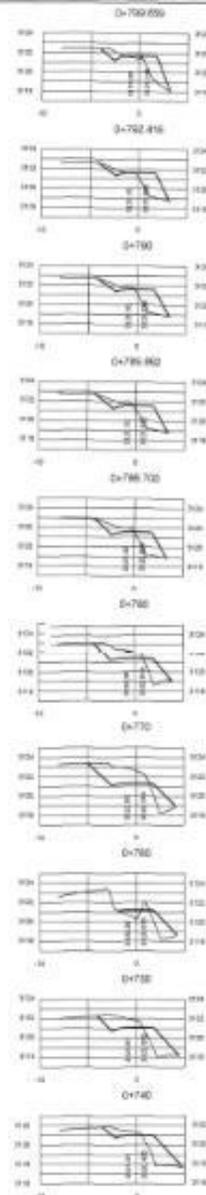
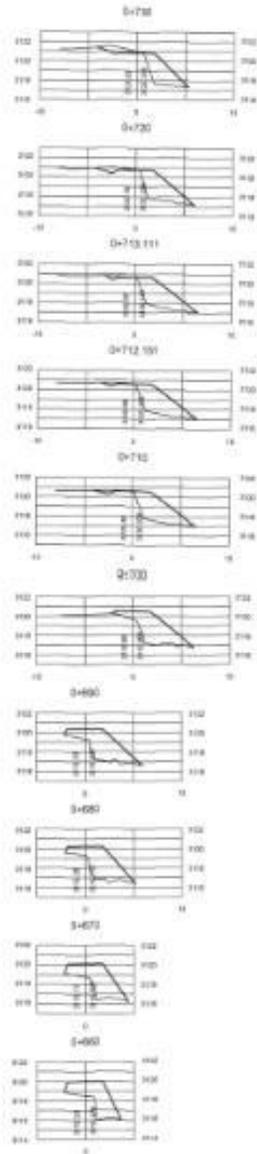
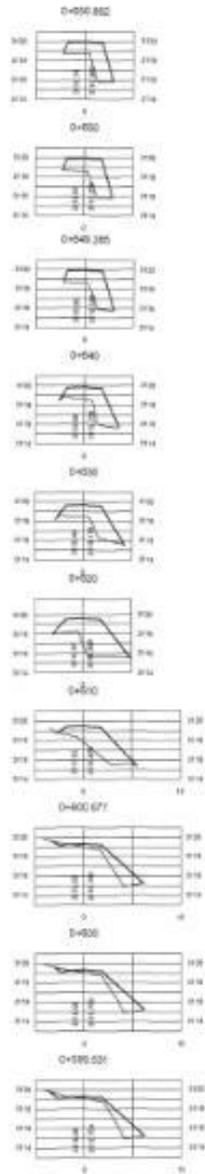
ESCALA VERTICAL 1 : 100


**INGENIERO EN CARRETERAS**  
**MUNICIPALIDAD MUNICIPAL DE TOLUCA**  
**PERFIL LONGITUDINAL**  
**PL-03**

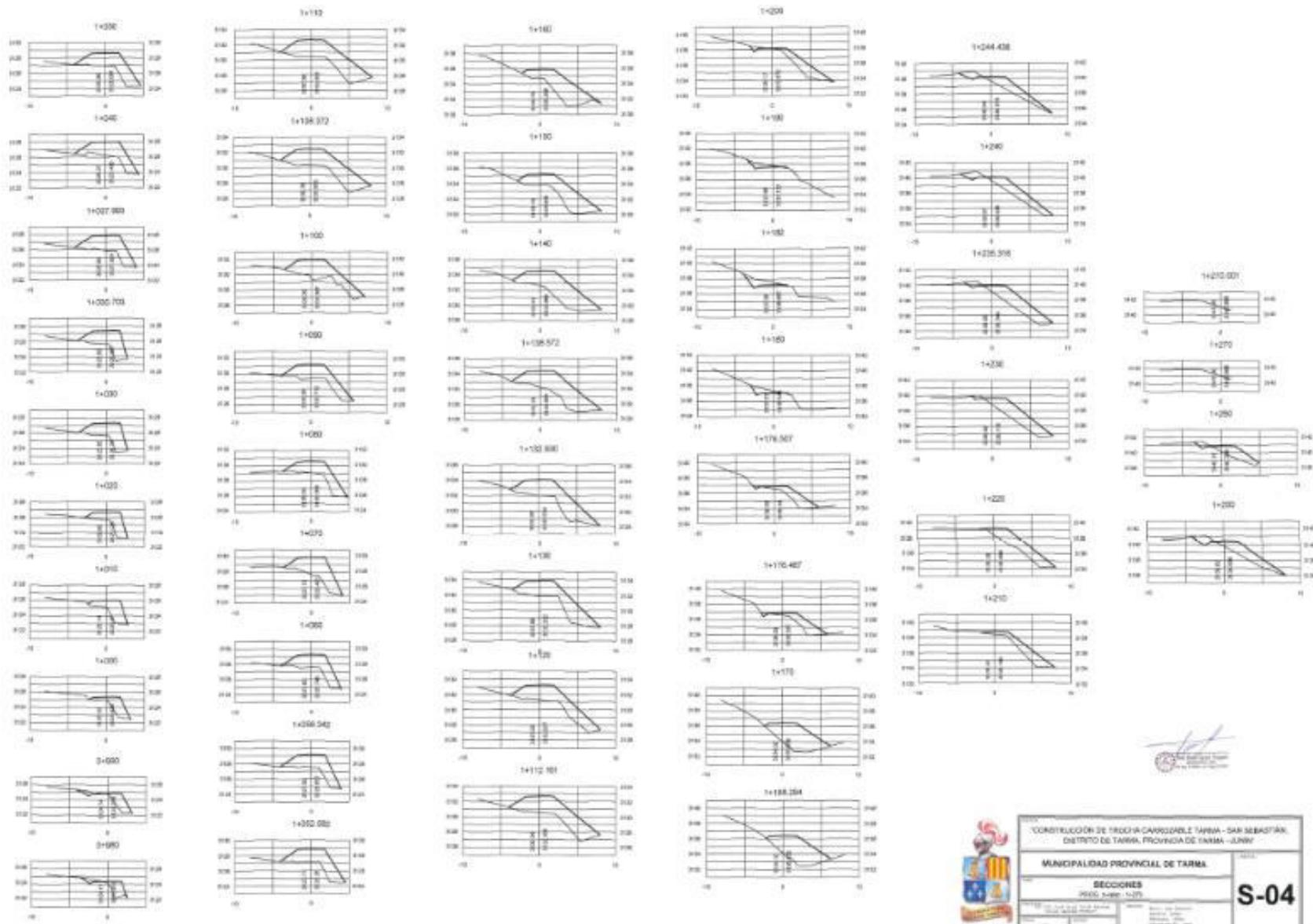




"CONSTRUCCIÓN DE TRONCA GARCIBOLLE TARIÑA - SAN SEBASTIÁN,  
 DISTRITO DE TARIÑA, PROVINCIA DE TARIÑA - JUNÍN"  
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARIÑA  
 SECCIONES  
 PISO D+200 - JUNÍN  
**S-02**



"CONGREGACIÓN DE TROCEN GARCERANLE TARMA - SAN SEBASTIÁN,  
 DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNIO"  
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA  
 SECCIONES  
 0000 0-000-0-000  
**S-03**



|                                                                                       |                                                                                                             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | CONSTRUCCIÓN DE PROYECTO CARRETERAL TARMA - SAN SEBASTIÁN,<br>DISTRITO DE TARMA, PROVINCIA DE TARMA - JUNÍN |             |
|                                                                                       | MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA                                                                           |             |
| SECCIONES<br>PROYECTO N° 1-270                                                        |                                                                                                             | <b>S-04</b> |