



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“TECNOLOGÍA EN PAVIMENTO DE CONCRETO
PREFABRICADO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
TIEMPO Y COSTO DE CONSTRUCCIÓN EN EL
SECTOR 24 VILLA HUACARIZ CAJAMARCA
2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jhoger Benito Cojal Rojas

Asesor:

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	GERMAN SAGASTEGUI VASQUEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

Tesis JHOGER BENITO COJAL ROJAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

studylib.es

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

1%

5

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A Dios, Él es mi guía y mi fortaleza para seguir con firmeza hacia adelante, por concederme la salud y la bendición del pan cotidiano.

A mis padres, hermanos, y todos quienes han puesto su confianza en mí para ser el orgullo de la familia.

AGRADECIMIENTO

A los docentes que han sido parte de mi formación profesional, a mis padres y familiares, por su apoyo, esfuerzo y comprensión, quienes siempre me han impulsado a lo largo de mi vida universitaria, gracias a su motivación y apoyo he logrado cumplir mis objetivos.

Tabla de contenido

Jurado evaluador	2
Informe de similitud.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Tabla de contenido.....	6
Índice de tablas.....	7
Índice de figuras.....	8
Resumen.....	9
Capítulo I: Introducción.....	10
Capítulo II: Metodología.....	29
Capítulo III: Resultados.....	49
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones.....	58
Referencias.....	63
Anexos.....	67

Índice de tablas

Tabla 1 Capas del pavimento.....	17
Tabla 2 Tipo de pavimento prefabricados	19
Tabla 3 Operacionalización de variables	30
Tabla 4 Longitud de losa en base al ancho de carril.....	42
Tabla 5 Pendiente máxima en base la velocidad de diseño	43

Índice de figuras

Figura 1 Formato de conteo y clasificación vehiculares	34
Figura 2 Diagrama de flujo de desarrollo del informe	35
Figura 3 Diagrama de flujo de desarrollo del informe	37
Figura 5 Velocidad de diseño de un tramo homogéneo-DG 2018	40
Figura 6 Radio calculado (m)-DG 2018	41
Figura 4 Resultados del conteo vehicular	50

RESUMEN

La presente tesis, se basa en estudios de nuevas tecnologías para construcciones aceleradas en el Perú. A fin de determinar la optimización de tiempo y costo, se realizó esta investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y un diseño no experimental, teniendo como objetivo principal Evaluar las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023. Para ello, se realizó un diseño de pavimento tradicional y un diseño de losas prefabricadas, en base a estos estudios se realizó una comparativa en la eficiencia de costo y tiempo. Finalmente se concluye que en el uso de tecnologías de pavimentos prefabricados el tiempo resulta ser más óptimo en comparación a la construcción de pavimento tradicional, la duración es de 6 días por el vaciado de 641.49m² de losa, en la partida de concreto simple, mientras en la programación de colocación de tecnología prefabricada es de 2 días, disminuyendo un 33% de tiempo. Mientras que en el costo el uso de la tecnología prefabricada supera el 50 % del costo de pavimento tradicional.

PALABRAS CLAVES: pavimento prefabricado, tecnología prefabricada

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

A nivel mundial el deterioro y los daños a los que se ve expuesto un pavimento es causado por un alto índice de tránsito vehicular, el cual no fue previsto al momento de diseñar el mismo. Así mismo las condiciones ambientales a las cuales se expone la carpeta asfáltica o de concreto de los pavimentos y el envejecimiento de los materiales que conforman el diseño de mezcla causan que con el tiempo las vías o carreteras presenten fallas por lo que es necesario la posterior realización de mantenimientos, sin embargo el costo de los procesos de mantenimiento requeridos para rehabilitar los tramos de las vías depende mucho de la clasificación, extensión de las fallas presentes en los pavimentos (Skaf, et al., 2021).

El pavimento juega un papel esencial en la seguridad, el confort de marcha y la durabilidad de la estructura de la carretera. El pavimento tradicional de concreto debe garantizar un tiempo de curado suficiente antes de la apertura al tráfico. Sin embargo, cuando se abre el tráfico en condiciones de curado insuficiente, las carreteras son más propensas a sufrir daños iniciales al aumentar la pendiente de la carretera, la velocidad de los vehículos, el volumen de tráfico y las cargas por eje (Zhou, Chen, Ge, Jin, & You, 2020). Por otro lado, la rápida expansión de la urbe, los adelantos tecnológicos, el uso generalizado de nuevos productos y la creciente demanda de la construcción rápida ha llevado a examinar nuevas opciones de construcción (Yang, et al., 2022).

A nivel nacional el uso del pavimento rígido es muy amplio, a pesar de que este tipo de pavimentos signifique un problema repetido, debido a que revela un deterioro prematuro, lo que hace necesario buscar nuevas alternativas para mejorar las propiedades de los

pavimentos, sin que el costo de estos aumente, y de esta manera poder implementarlo en futuras obras viales (Quispe & Irigoín, 2019).

El pavimento rígido es uno de los más representativos e implementados en todo el mundo, pero al momento de realizar su diseño se consideran diversos factores con la finalidad de garantizar que la vida útil del pavimento no se vea afectada por las fallas que pueden aparecer en la carpeta asfáltica del pavimento (Sharma, Kurmar, & Kumar, 2019).

En Perú, cada vez se realizan más obras viales con pavimentos rígidos. No obstante, múltiples calles y carreteras pavimentadas evidencian grietas iniciales, tan pronto como se finaliza el proceso constructivo, lo que no permite la interconexión favorable entre localidades. Asimismo, en las ciudades peruanas, desde el año 2007 se ha elevado en un 400% el tráfico vehicular, incrementando el índice de fallas en la capa de rodadura o superficie asfaltada de las vías urbanas (Chuquilín, 2019).

Los deterioros que perturban al pavimento se originan por variados factores, las causas más probables que ocasionan daño a los pavimentos son el diseño incorrecto de la mezcla asfáltica, la cual no posee estabilidad y flujo adecuados, así mismo la mala calidad de los elementos que conforman la mezcla del pavimento asfáltico y el aumento de tráfico no es considerado al momento de realizar el diseño de los pavimentos (Ministerio del Ambiente, 2021).

Justificación

Desde una perspectiva práctica, esta tesis se justifica debido a que el estudio busca dar una respuesta a problemáticas que se evidencian en la construcción de carreteras a través de la implementación de pavimentos prefabricados, dado que esta tecnología presenta características o propiedades que resultaría beneficioso emplear para mejorar la infraestructura de la zona de estudio.

Bajo un fundamento teórico, este trabajo investigativo servirá como guía de implementación e inicio para proyectos futuros o investigaciones que traten de abarcar la problemática ya descrita y seguir en la búsqueda de soluciones en la construcción de infraestructuras viales.

En el aspecto social, la investigación está enfocada a los habitantes del sector 24 Villa Huacariz en la ciudad de Cajamarca, con el propósito de brindarles una adecuada infraestructura en sus vías de acceso, optimizando la transitabilidad de los peatones y a la vez garantizando la durabilidad y resistencias de sus avenidas.

Desde el punto de vista económico, esta investigación pretende garantizar una vida útil de la infraestructura que perdure con el paso de los años (basada a estudios ya realizados que se utilizó esta tecnología, la vida útil es superior a construcciones convencionales) y que al mismo tiempo reduzca el tiempo de construcción, de esta manera se reducirían gastos por mano de obra o maquinaria. Así mismo una adecuada transitabilidad de la red vial implica la ejecución de inversiones estrictamente necesarias con las tecnologías y costos adecuados lo cual genera ingresos y no pérdidas.

Bajo un enfoque ambiental, esta investigación surge como solución en razón a la creciente preocupación que existe hoy en día por la preservación y conservación de la calidad ambiental, por lo que el empleo de tecnología prefabricada ayudaría a reducir la contaminación ambiental.

Para la presente investigación se ha tenido en cuenta los siguientes Antecedentes:

Con respecto a los **antecedentes internacionales** Ranjan (2020), en su artículo proporciona un resumen de diversos tipos de pavimentos de concreto prefabricado que se han utilizado en todo el mundo y cómo es que esta tecnología puede aplicarse en carreteras en estado deplorable, construcciones continuas de pavimentos, aplicación en aeródromos y construcción de pavimentos temporales. Además, se analizaron los aspectos críticos de la

PCP que requieren un análisis cuidadoso antes de su implementación en el campo. Su proceso se centra especialmente en el dimensionamiento de paneles, el mecanismo de transferencia de carga, la disposición de elevación, la disposición de apilamiento, el transporte y la preparación de la base para el pavimento prefabricado. Por lo que obtiene como resultados que se ha discutido la idoneidad de los diferentes tipos de prefabricado para las diferentes condiciones del sitio. También se han debatido los desarrollos innovadores relacionados con la tecnología del prefabricado y el alcance futuro de esta tecnología. Concluyendo que de acuerdo con los resultados es idóneo el uso de este tipo de pavimentos debido a las diferentes características que estos tienen para diferentes situaciones y para las necesidades de los ingenieros en ejercicio.

Tomek (2019), en su artículo tuvo por finalidad evaluar el uso de pavimentos prefabricados para la reducción de costos en la reconstrucción de una carretera en cuyo proceso constructivo se hizo uso de esta tecnología. Para el desarrollo de esta investigación se recolectó información de los costos que se emplean en una reconstrucción de carretera realizada de manera tradicional, esta evaluación permitió darse cuenta que en una reconstrucción convencional se usan precios equivalentes al doble de los precios estimados para la reconstrucción de la carretera ejecutada con uso de elementos prefabricados. Así mismo, se realizó una comparación entre una reconstrucción de carretera llevada de manera tradicional y una reconstrucción con pavimento prefabricado. Obteniendo como resultados una reducción en el tiempo de construcción con la implementación de pavimento prefabricado, ya que con la metodología tradicional una reconstrucción tendría una duración de 507 días, mientras que con la tecnología del pavimento prefabricado la reconstrucción duraría 152 días. Por lo que concluyó que el uso de pavimentos prefabricados es idóneo ya que cuentan con una durabilidad mayor y no requieren de un mantenimiento rutinario, así

mismo el hecho de que sea fabricado fuera de sitio permite que este tenga secciones más delgadas, duraderas y livianas a través de un control de calidad estricto.

Tayabji et al. (2019), en su artículo tuvo por objetivo describir el uso de la tecnología del pavimento prefabricado, tal como se implementa en Estados Unidos e indicar las especificaciones consideraciones técnicas a tener en cuenta en el diseño de pavimentos de concreto prefabricado. Obteniendo como resultado que para el diseño de este tipo de pavimentos se debe tener en cuenta la provisión de transferencia de carga en las juntas transversales y la condición de soporte debajo de los paneles de hormigón prefabricado, estas características son fundamentales para el diseño y deben abordarse adecuadamente para cualquier pavimento de hormigón prefabricado. Por lo que se concluye que la tecnología de pavimentos de hormigón prefabricado está madurando y sigue evolucionando.

Shiven y Hakob (2018) en su artículo tuvieron por finalidad determinar de qué manera la ejecución de una carretera con un pavimento prefabricado resulta económicamente más rentable que la ejecución de un pavimento rígido tradicional. Para el desarrollo de su investigación evaluaron el proceso constructivo de dos tipos de pavimentos, pretensado y postensado, así mismo realizaron el cálculo de los gastos que conlleva la ejecución de este tipo de tecnología, por lo que determinaron el valor residual, el costo de construcción inicial, el costo de mantenimiento y los costos de usuario y posterior a ello realizaron un análisis comparativo económico del costo de ejecución de un pavimento prefabricado con el de un pavimento convencional, para decidir qué alternativa de pavimento es la más adecuada. Los principales resultados obtenidos después de la comparación es que tiene una gran diferencia de costo entre la alternativa convencional y el uso de elementos prefabricados; ya que con el uso de elementos prefabricados se tuvo un ahorro del 17%. De esta manera se concluyó

que el uso de elementos prefabricados es más rentable en el aspecto económico, por lo que se recomienda su uso en los procesos constructivos.

Adicionalmente, se tienen **Antecedentes Nacionales**. De acuerdo con el estudio de Vilela (2022), en su tesis tuvo por objetivo realizar la comparación del uso de elementos prefabricados frente al uso de elementos estructurales convencionales para mejorar la productividad en las obras públicas por administración directa del distrito de San Joaquín. Bajo una investigación de tipo aplicado, nivel correlacional, diseño descriptivo comparativo ya que no se realizaron ensayos de laboratorio, se obtuvo como resultados que el uso de la tecnología prefabricado es mejor ya que el costo con los elementos tradicionales fue de s/. 843706.5, mientras que con elementos prefabricados fue de s/750,826.02, reduciendo el costo en 11%, por lo que se concluyó que el uso de esta técnica es eficiente y representa una buena alternativa para la reducción de costo y tiempo.

Puente y Valladares (2021), en su tesis tuvieron por finalidad evaluar el uso de losas prefabricadas de concreto en la ejecución de una edificación multifamiliar a través de herramientas de gestión. La metodología de su investigación fue de tipo aplicada, enfoque documental, nivel descriptivo explicativo y diseño no experimental. Obtuvieron como resultados que el uso de estas losas reduce el costo de esta partida en s/. 20 795,43 nuevos soles y redujo el plazo de ejecución en 14 días en relación con un sistema convencional. Concluyendo que el uso de losas prefabricadas influye de manera positiva en la ejecución de entrepisos de un edificio.

Huapalla y Fonseca (2020), en su tesis tuvieron por finalidad realizar una propuesta de uso de estructuras prefabricadas de concreto armado para la construcción de edificaciones multifamiliares. Para el desarrollo de su investigación realizaron el diseño de mezcla de los elementos de concretos prefabricados y posterior a ello realizaron una comparación del

proceso constructivo del uso de estos elementos en relación a un sistema convencional, de esta manera evaluaron el impacto en el tiempo y costo de ejecución del uso de los elementos prefabricados. Obtenido como resultados que el uso de sistemas prefabricados aumenta la productividad en las actividades constructivas en un 25%, así mismo de los tres proyectos analizados se identificó una reducción en la mano de obra de hasta un 8.3%, así mismo se pudo determinar que el uso de estos elementos genera un impacto ambiental positivo, ya que se produce un ahorro de agua y energía. Por lo que concluyeron que el uso de los sistemas prefabricados optimiza costo, tiempo y aumenta la producción en los procesos constructivos.

Apaza (2019), en su investigación su objetivo fue realizar un análisis comparativo de un sistema de losa con viguetas pretensadas con relación a un sistema de losas convencional para la edificación Consell, Huancayo. Su investigación fue aplicada, de nivel descriptivo comparativo y diseño no experimental, así mismo la población de su investigación estuvo conformada por 6 edificios con características semejantes, las cuales se ubicaron en las calles Cajamarca, Huancavelica, Real y Ferrocarril, el muestreo fue no probabilístico elegido a conveniencia del autor, este optó por el edificio multifamiliar Consell de 5 pisos con 1 semisótano. Como resultados obtuvo que las losa con viguetas pretensadas con un peralte de 17 cm, ubicadas a cada 50 cm, incrementan la resistencia estructural y reducen la cortante basal en 2.89% tanto para el sentido “x-x” como para “y-y”, De esta manera concluyó en que el uso de las viguetas pretensadas es la mejor opción ya que otorgó los mejores resultados.

Dentro de la presente tesis, se tiene el siguiente **Marco Teórico**

Pavimento: Hace referencia a las capas de una vía, calle, carretera u otra superficie que está diseñada y construida para soportar el tráfico vehicular y peatonal. Es fundamental en la infraestructura vial y tiene un papel crucial en la movilidad y seguridad de las personas.

Los pavimentos están compuestos por varias capas de materiales que se colocan sobre la superficie del suelo natural para crear una estructura resistente y duradera. Estas capas están diseñadas para distribuir la carga del tráfico de manera eficiente, proporcionar resistencia al desgaste y ofrecer una superficie de rodadura adecuada para los vehículos (Babu, et al., 2023).

Capas de un pavimento: Un pavimento consta de varias capas, cada una con un propósito específico en la estructura global del pavimento para garantizar su durabilidad, resistencia y adecuado comportamiento frente a las cargas que soporta. Aquí te describo las capas típicas de un pavimento:

Tabla 1

Capas del pavimento

Capas	Definición
Carpeta Asfáltica	Es la capa superior del pavimento y la que está en contacto directo con el tráfico vehicular. Está compuesta por asfalto en el caso de pavimentos asfálticos. Proporciona una superficie suave, antideslizante y resistente a la abrasión.
Capa de Base	Esta capa proporciona apoyo estructural a la capa de rodadura y transfiere las cargas a la subrasante. Suele estar compuesta por materiales granulares como grava o agregado triturado. Es fundamental para la distribución uniforme de las cargas.
Capa de Subbase	Es opcional y se coloca debajo de la base para mejorar la capacidad portante y drenaje del pavimento. Puede estar compuesta de materiales granulares y es particularmente importante en áreas con suelos poco estables.
Capa de Subrasante	Es la capa del terreno natural sobre la cual se construye el pavimento. Se deben tomar medidas para compactarla y asegurar que tenga la capacidad de soportar las cargas transmitidas por las capas superiores.

Nota. Obtenido de Kumar et al. (2023)

Tipos de Pavimento

Existen varios tipos de pavimento utilizados en la construcción de carreteras y calles, y la elección del tipo de pavimento depende de factores como el tráfico previsto, las condiciones climáticas, el presupuesto y la disponibilidad de materiales. A continuación, se

describen algunos de los tipos de pavimento más comunes (Karthikeyan, Kothandaraman, & Sarang, 2023):

Pavimento Asfáltico

Este tipo de pavimento está compuesto principalmente por una mezcla de agregados pétreos y asfalto. Es flexible y puede soportar cargas pesadas. Es ampliamente utilizado debido a su instalación más rápida y costo relativamente menor. Se utiliza en carreteras urbanas, autopistas y calles locales.

Pavimento de Concreto

El pavimento de concreto está hecho de cemento, agua y agregados (arena, grava, piedra triturada). Es rígido y proporciona una superficie duradera y de alta resistencia, especialmente para tráfico pesado. Tiene una larga vida útil, pero puede ser más costoso de instalar y reparar en comparación con el pavimento asfáltico.

Pavimento de Adoquines

Este tipo de pavimento utiliza bloques prefabricados de hormigón o piedra que se colocan sobre una capa de arena o una base. Son populares por su estética y durabilidad, pero requieren un cuidado adecuado y mantenimiento para garantizar la estabilidad y nivelación con el tiempo.

Pavimento de Empedrado:

Consiste en piedras colocadas directamente sobre el suelo compactado. Este tipo de pavimento es tradicional y puede encontrarse en áreas urbanas históricas. Sin embargo, no es tan común en la construcción moderna debido a su mantenimiento exigente y falta de durabilidad en comparación con otros tipos (Kosar, Salles, Pourakbar, Vandenbossche, & Khazanovich, 2023).

Pavimento Permeable:

Este tipo de pavimento permite el paso del agua a través de sus superficies debido a su diseño permeable. Es eficaz para la gestión del agua pluvial y la prevención de inundaciones. Pueden estar hechos de hormigón poroso, asfalto permeable, adoquines permeables u otros materiales.

Pavimento de Tierra Estabilizada

Este es un tipo de pavimento compuesto por tierra que se estabiliza con diferentes aditivos para mejorar su resistencia y durabilidad.

Pavimento de Grava (Base Granular):

Es una capa de base que consiste en grava o agregados sueltos que proporcionan soporte a la estructura del pavimento. Es comúnmente utilizado en caminos rurales y temporales.

Tipos de Pavimento Prefabricados

Tabla 2

Tipo de pavimento prefabricados

Tipo	Definición
Pavimento de concreto articulado	El pavimento de concreto articulado es un tipo de pavimento rígido compuesto por bloques de concreto interconectados que forman una superficie de pavimentación.
Pavimento de concreto articulado reforzado	El pavimento de concreto articulado reforzado es una variante del pavimento de concreto articulado que incorpora refuerzo adicional en forma de barras de acero o malla de refuerzo. Este refuerzo mejora la resistencia y durabilidad del pavimento, lo que es especialmente beneficioso en áreas sujetas a cargas pesadas y tráfico intenso.
Pavimento de concreto articulado continuamente reforzado	El pavimento de concreto articulado continuamente reforzado (PARCR) es un tipo especializado de pavimento de concreto que incorpora refuerzo continuo en la dirección longitudinal del pavimento para mejorar su rendimiento estructural y resistencia a las tensiones
Pavimento de concreto prefabricado	El pavimento de concreto prefabricado es un tipo de pavimento construido a partir de elementos de concreto que han sido fabricados previamente en una planta de producción y luego se transportan al sitio de construcción para su ensamblaje e instalación.

Nota. Obtenido de So y Jae (2023)

Estudios Básicos

Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos es una disciplina fundamental en ingeniería civil y geotécnica que se enfoca en investigar y comprender el comportamiento físico y mecánico de los suelos y rocas presentes en la superficie terrestre. Este conocimiento es esencial para diseñar estructuras y cimentaciones seguras y eficientes, así como para planificar y ejecutar proyectos de construcción e infraestructura. Aquí se describen los principales aspectos y etapas involucrados en un estudio de mecánica de suelos (Pal & Pratim, 2023):

Exploración del Sitio

Se lleva a cabo una exploración del lugar donde se realizará la construcción. Esto puede implicar excavaciones, perforaciones, ensayos in situ y muestreo de suelos y rocas.

Muestreo de Suelos y Rocas

Se recopilan muestras representativas del suelo y, si es aplicable, de las rocas presentes en el sitio. Estas muestras se utilizan para realizar análisis de laboratorio que ayudan a determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales.

Análisis de Laboratorio

Las muestras de suelos y rocas se someten a pruebas de laboratorio para evaluar propiedades como la densidad, la humedad, la granulometría, la compresión, la expansión, la permeabilidad y otros parámetros relevantes (Zhao, et al., 2023).

Interpretación de Datos

Se analizan y se interpretan los datos obtenidos de las exploraciones y los análisis de laboratorio. Esto incluye comprender las características del suelo, su comportamiento ante cargas y su potencial para expansión, contracción u otros fenómenos.

Determinación de Parámetros Geotécnicos

Se determinan parámetros esenciales, como la resistencia al corte, la resistencia al corte no drenado, la consolidación, la compresibilidad, la capacidad portante, entre otros. Estos parámetros son críticos para el diseño de estructuras y cimentaciones.

Diseño de Cimentaciones y Estructuras

Con base en los datos y análisis de la mecánica de suelos, se procede al diseño de cimentaciones y estructuras teniendo en cuenta las propiedades y el comportamiento del suelo. Esto incluye selección de tipo de cimentación (zapatas, pilotes, losas, etc.) y diseño para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.

Evaluación de Riesgos Geotécnicos

Se evalúan los riesgos geotécnicos asociados con el sitio, como deslizamientos de tierra, asentamientos, erosión, y se proponen medidas de mitigación para abordar estos riesgos.

Levantamiento Topográfico

Un levantamiento topográfico es el proceso de medir y recopilar datos detallados sobre la forma y características de la superficie de la Tierra y otros elementos geográficos presentes en un área específica. Este proceso proporciona información precisa sobre la topografía, elevación, ubicación y detalles físicos del terreno y es esencial para el diseño y la planificación de proyectos de construcción, infraestructura, cartografía, manejo de tierras y otras aplicaciones. Aquí se describen las etapas y técnicas comunes involucradas en un levantamiento topográfico (Wang, Wu, Chen, & Guo, 2023):

Diseño geométrico de un pavimento prefabricado

El diseño geométrico de un pavimento prefabricado implica la planificación y disposición de los elementos prefabricados de manera adecuada para garantizar un pavimento funcional, seguro y estéticamente agradable (Vesely & Smilauer, 2023).

Tecnología de prefabricado

La tecnología de prefabricado, también conocida como construcción prefabricada o industrializada, implica la fabricación de componentes de construcción en un entorno controlado (como una fábrica o taller) utilizando métodos y materiales estandarizados. Estos componentes prefabricados se transportan luego al sitio de construcción para su ensamblaje e instalación. Esta técnica ofrece eficiencia, calidad y rapidez en la construcción de edificios y estructuras (Kishore, Chore, & Gupta, 2023).

Ventajas de su implementación en el mercado de la construcción

La tecnología de prefabricado en la construcción ofrece una serie de ventajas fundamentales. En primer lugar, agiliza los tiempos de construcción al permitir la fabricación simultánea y eficiente de componentes en entornos controlados como fábricas o talleres, disminuyendo la exposición a condiciones climáticas adversas y asegurando plazos más cortos en la entrega de proyectos (Deng, et al., 2023).

Además, esta metodología garantiza un riguroso control de calidad al llevar a cabo la fabricación bajo condiciones precisas y estandarizadas, reduciendo la variabilidad en la calidad de los componentes y garantizando altos estándares que cumplen con las normativas establecidas.

La eficiencia en el uso de materiales es otra ventaja significativa, al minimizar desperdicios y optimizar la cantidad de recursos utilizados. Esto, junto con una reducción en los costos laborales, contribuye a una economía más efectiva en la ejecución de proyectos.

En términos de sostenibilidad, la construcción prefabricada reduce significativamente los residuos generados en el lugar de la obra y permite una mejor gestión de la energía durante la fabricación de los componentes. Asimismo, brinda mayor flexibilidad y creatividad en el diseño, adaptándose a diversas necesidades y ofreciendo posibilidades innovadoras en la forma y función de los elementos prefabricados.

Por último, la tecnología de prefabricado mejora la seguridad en el trabajo al reducir la exposición de los trabajadores a riesgos en la obra gracias a la disminución del tiempo requerido para la construcción en sitio. Todo esto se traduce en una mayor precisión y previsibilidad en la ejecución de proyectos, otorgando beneficios sustanciales para la industria de la construcción.

Proceso constructivo de la implementación de pavimentos prefabricados

El proceso constructivo de la implementación de pavimentos prefabricados implica varias etapas clave, desde la planificación y preparación hasta la instalación y acabado final. A continuación, se describen las principales fases del proceso constructivo (Fang, Chen, Deng, Wang, & Zhu, 2023):

Planificación y Diseño

Estudio y Análisis del Sitio: Evaluación del terreno, tráfico, condiciones climáticas y otros factores que afectarán el diseño.

Diseño Geométrico y Estructural: Determinación de la distribución, espaciamiento y disposición de los elementos prefabricados, así como la capacidad estructural requerida.

Preparación del Sitio

Excavación y Nivelación: Preparación del terreno eliminando materiales no deseados y asegurando una base uniforme.

Compactación: Compactación del suelo para garantizar una base estable y duradera.

Preparación de los Elementos Prefabricados

Fabricación en Planta: Producción de los elementos prefabricados según las especificaciones de diseño en una fábrica o taller.

Control de Calidad: Verificación de la calidad y estándares de los componentes antes de su envío al sitio de instalación.

Transporte y Almacenamiento

Transporte Seguro: Traslado de los componentes prefabricados al sitio de construcción, asegurando su integridad y calidad.

Almacenamiento Temporal: Resguardo adecuado de los elementos prefabricados en el sitio para evitar daños hasta su instalación.

Instalación de Pavimentos Prefabricados

Colocación y Alineación: Posicionamiento de los elementos prefabricados de manera precisa y alineada de acuerdo con el diseño.

Conexión y Fijación: Unión de los elementos y fijación al terreno mediante grúas, equipos especializados o métodos específicos de conexión.

Juntas y Expansión: Aseguramiento de juntas adecuadas para permitir expansión y contracción, garantizando estabilidad y durabilidad.

Acabado y Nivelación

Ajustes finales: Verificación y ajuste de la posición y nivelación de los elementos prefabricados.

Sistema de drenaje: Aseguramiento de un adecuado sistema de drenaje para evitar acumulación de agua.

Pruebas y Verificación de Calidad

Inspección Final: Verificación de la correcta instalación, alineación y nivelación de los pavimentos.

Pruebas de Resistencia y Durabilidad: Evaluación de la capacidad de carga y durabilidad del pavimento.

Terminación y Mantenimiento

Sellado y Acabado: Aplicación de selladores u otros acabados para proteger y mejorar la superficie.

Plan de Mantenimiento: Establecimiento de un plan de mantenimiento para garantizar la durabilidad y funcionamiento a largo plazo. (Zhao, et al., 2023)

Tiempo de ejecución en la construcción de un pavimento prefabricado

El tiempo requerido para ejecutar la construcción de un pavimento prefabricado varía en función de diversos elementos. Inicialmente, se dedica un período que oscila entre 1 a 3 semanas para la preparación del sitio, que involucra la excavación y nivelación del terreno, esencial para establecer una base uniforme y estable. Posteriormente, entra en juego la fase de preparación y fabricación de los elementos prefabricados, que abarca aproximadamente de 2 a 8 semanas (Zhao, Chen, Li, & Ma, 2023).

Este lapso es crucial, ya que en él se producen los componentes de acuerdo con las especificaciones y necesidades del proyecto. Una vez listos los elementos prefabricados, se requiere un tiempo de 1 a 2 días para su transporte al sitio de construcción, seguido de otro día o dos para su almacenamiento y preparación adecuada en el lugar. La instalación de los pavimentos prefabricados es una etapa que puede llevar de 1 a 3 semanas, dependiendo de la envergadura del área a cubrir y la complejidad de la instalación y fijación de los elementos. Aquí se asegura la correcta colocación y alineación de las piezas para formar un pavimento estable.

Posteriormente, se dedican entre 1 a 2 semanas para los ajustes finales, nivelación y acabado del pavimento, así como para realizar pruebas de calidad y asegurar que todo esté en conformidad con los estándares requeridos. Finalmente, la puesta en servicio y sellado demandan alrededor de 1 a 2 semanas adicionales, completando así el proceso constructivo.

Estos tiempos estimados pueden variar en función de la magnitud del proyecto, la disponibilidad de recursos, la complejidad de la instalación y otros factores específicos. Una gestión eficiente y coordinada de todas las etapas es fundamental para cumplir con los plazos y garantizar un pavimento prefabricado de calidad.

Costo de construcción de un pavimento prefabricado

Estimación de costos: Restrepo y Reyes (2019) Mencionan que en este proceso se desarrolla una estimación de los costos necesarios para completar las actividades del proyecto, considerando los recursos requeridos, los precios de los suministros y otros factores relevantes.

Determinación del presupuesto: Aquí se suma el costo estimado de cada actividad para obtener el costo total del proyecto. Se establece un presupuesto que servirá como línea base para el control de costos.

Control de costos: Consiste en monitorear y controlar los costos reales del proyecto en comparación con el presupuesto establecido. Se realizan ajustes y correcciones para mantener los costos dentro de los límites establecidos.

Análisis del valor ganado (EVM): Sepasgozar et al. (2019) Es una técnica utilizada para evaluar el rendimiento y progreso del proyecto en términos de costos y tiempos. Se comparan los costos reales y el trabajo realizado con el cronograma y el presupuesto para determinar la eficiencia y desempeño del proyecto.

Para la presente tesis de investigación se ha formulado el siguiente **Problema General**,

¿Cuáles son las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?, para ello se tiene los **problemas específicos** siguientes:

¿Cuál es el proceso constructivo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?

¿Qué método de pre esforzado se usará para la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?

¿Cuál es el costo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?

¿Cuál es el tiempo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?

Para poder cumplir y dar respuesta a las preguntas de investigación se tiene como **Objetivo General**: Evaluar las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023, así mismo se plantearon como **objetivos específicos**:

Evaluar el proceso constructivo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023

Identificar el método de pre esforzado que se usará para la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023

Determinar el costo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023

Determinar el tiempo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023

Para comprobar los objetivos se planteó la siguiente **hipótesis general**: Las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado reducen de manera óptima el tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La presente tesis se considera de **tipo aplicada**, debido a que se emplearon conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para dar solución a los problemas que se presentan actualmente respecto a la calidad, tiempo y costo de construcción en los pavimentos. Tal como asevera Arias (2020), una investigación es considerada de tipo aplicada cuando se encarga de plantear alternativas de solución ante problemas prácticos.

Así mismo, esta tesis se considera de **enfoque cuantitativo** debido a que la información recolectada es cuantificable y numérica, así mismo en dicha data se pudo dar respuesta a los objetivos planteados. Tal como afirma Arias (2020), una tesis es considerada cuantitativa siempre que utiliza la recolección de datos para probar una hipótesis basada en la estimación numérica.

Nivel de investigación

El nivel de la presente tesis **es descriptivo** debido a que solo se enfocó en la descripción del proceso constructivo del uso de pavimentos prefabricados, así como la determinación del costo y presupuesto de la implementación de los mismos.

Asimismo, Cabezas et al. (2018) afirma que una tesis es de nivel descriptivo siempre que se dedica a puntualizar las propiedades de la población en estudio.

Diseño de investigación

Esta tesis presenta un **diseño no experimental**, debido a que la variable independiente no fue manipulada para la obtención de resultados. Tal como lo indica Arias (2020), una tesis es no experimental cuando ninguna de las variables se ve afectada o manipulada durante el desarrollo de la investigación.

A continuación, se hace mención a las variables de estudio consideradas en la presente tesis:

- Variable independiente: Tecnología de pavimento prefabricado
- Variable dependiente: Costo y tiempo de construcción

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variab Variables Independientes	Dimensión	Indicador
X: Tecnología de pavimento prefabricado	Condición actual	Topografía IMDA
	Diseño integral del pavimento	Diseño geométrico Diseño estructural Mantenimiento
	Operatividad	Mantenimiento
	Funcionabilidad	Demanda vehicular
		Especificaciones técnicas
Variable Dependiente		Mano de obra
Y: Costo y tiempo de construcción	Proceso constructivo	Materiales y maquinaria
	Costo de construcción	Presupuesto Utilidad por partidas

Nota. Elaborado por el autor.

Población y muestra

Para Ruiz y Valenzuela (2022) la población está definida como un conjunto determinado de elementos, unidades entre otros, los cuales son estudiados en un estudio o investigación con fines específicos. Como **población** de esta tesis se consideró al Sector 24 Villa Huacariz, de la ciudad de Cajamarca.

En relación a la muestra de una investigación este hace referencia a un grupo reducido obtenido de una población con el fin de hacerle un análisis o estudios (Arias, 2020). Así

mismo, **la muestra** estuvo conformada por la calle SN, ubicada a espaldas del penal de Huacariz. Así cabe recalcar que solamente se evaluarán 100 metros de la muestra. (ver anexo 04)

Técnicas y materiales

Las técnicas que se emplearon en el desarrollo de la tesis fueron la observación y el análisis documental, dado que se realiza el registro de la información obtenida en los ensayos de mecánica de suelos, estudio topográfico. Por otro lado, se empleó la técnica de análisis documental para el procesamiento de información y posterior diseño del pavimento prefabricado, así mismo esta técnica se establecieron los parámetros normativos del diseño integral del pavimento con uso de tecnología de prefabricado.

Los instrumentos empleados en la presente tesis son: la guía de observación, en este documento se registran los resultados de los ensayos realizados para la obtención de las características del suelo de la zona de estudio y la guía de análisis documental. los datos de altimetría y planimetría determinados en el levantamiento topográfico y los datos del estudio de tráfico con los cuales se determinará la demanda vehicular. Mientras que con el segundo instrumento se clasificó y procesó la información obtenida de los ensayos de laboratorio.

Validez del instrumento

La validez del instrumento se realizó a los instrumentos de observación para determinar la exactitud y confiabilidad de este. Sin embargo, debido a que los instrumentos empleados para el desarrollo de esta tesis, tales como la guía de control de tránsito y las guías de laboratorio empleadas en el estudio de mecánica de suelos ya han sido empleadas en otras investigaciones, ya se encuentran estandarizadas, por lo que no requieren de una validación por juicio de expertos.

Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad del instrumento es uno de los parámetros que permite garantizar que los datos recolectados sean fiables y replicables. Debido a que los instrumentos empleados en el desarrollo de esta tesis ya se encuentran estandarizados y son brindados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), como es el caso de la guía de control vehicular, estos proporcionan la confiabilidad de su uso.

Procedimiento de recolección de datos

Para el diseño del pavimento prefabricado y posterior evaluación del proceso constructivo, tiempo y costo de construcción de este se tuvo que realizar estudios básicos, tales como un estudio topográfico, estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos.

1° Paso: Estudio topográfico

- Planificación del Levantamiento: En esta etapa inicial, se define el alcance del levantamiento, se identifican los objetivos y se establecen los métodos y herramientas adecuadas para recopilar los datos topográficos necesarios.
- Establecimiento de Puntos de Control: Se identifican y establecen puntos de control en el terreno utilizando técnicas de posicionamiento GPS (Global Positioning System) o estaciones totales. Estos puntos actúan como referencia para la medición y ubicación precisa de otros puntos durante el levantamiento.
- Realización del Levantamiento en Campo: Durante esta fase, los topógrafos utilizan instrumentos de medición para determinar la ubicación, elevación y características del terreno. Las técnicas comunes incluyen:
 - Estación Total: Un instrumento que combina un teodolito y un distanciómetro para medir ángulos horizontales y verticales, así como distancias.
 - GPS: Utilizado para determinar coordenadas precisas de puntos en la superficie de la Tierra.

- Nivel: Utilizado para medir la diferencia de altura o elevación entre diferentes puntos del terreno.
 - Drones: Se utilizan para capturar imágenes aéreas y generar modelos tridimensionales del terreno
- Informe Topográfico: Se genera un informe topográfico que resume los datos recopilados, los mapas y modelos generados, y proporciona análisis y recomendaciones para proyectos específicos.

2° Paso: Estudio de tráfico

- Establecimiento de Puntos de Control: Esta fase comprende el conteo de vehículos, por lo que se debe de observar la zona de estudio y establecer puntos fijos de recojo de información
- Realización del conteo en campo: Durante esta fase, se procede a contabilizar la cantidad de vehículos que transitan por la zona de estudio, así mismo también se considera el sentido en el que los vehículos transitan. Los datos recolectados se registran en una guía de observación cuyo formato es brindado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Figura 1

Formato de conteo y clasificación vehiculares

**FORMATO RESUMEN DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA												ESTACION										
SENTIDO												CODIGO DE LA ESTACION										
UBICACION												DIA Y FECHA										
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3		2T2	2T3	3T2
00-01																						
01-02																						
02-03																						
03-04																						
04-05																						
05-06																						
06-07																						
07-08																						
08-09																						
09-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTAL																						

2D.- Vo Bo COORDINADOR: _____ 3D.- SUPERV.MTCC: _____

Nota. Obtenido del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019)

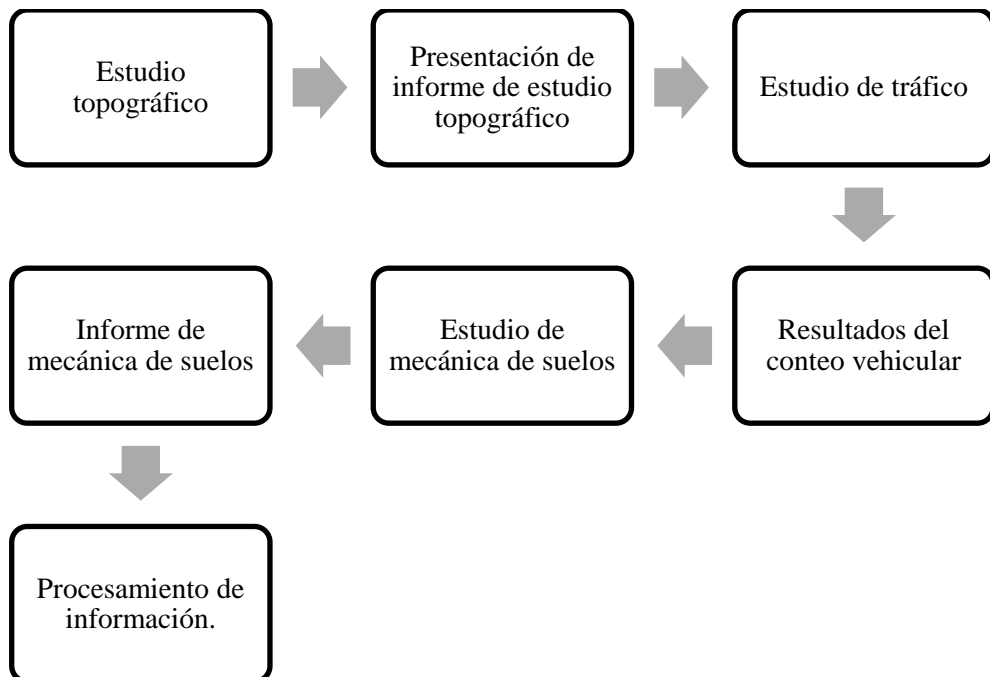
3° Paso: Estudio de mecánica de suelos

- Extracción: La etapa de extracción comprende los siguientes pasos
 - a) Elaborar un croquis para limitar el área de estudio.
 - b) Realizar calicatas para sustraer el material requerido.
- Ensayos de Laboratorio del suelo
 - c) Se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado del suelo (NTP.339.128 / ASTM D-422 / MTC E107).
 - d) Se realizó el ensayo de contenido de humedad (NTP. 339.127 / ASTM D-2216 / MTC E 108)

- e) Se realizó el ensayo de límites de consistencia (NTP 339.129 / ASTM D-4318)
 - f) Se realizó el ensayo de clasificación de Suelos SUCS y AASHTO (ASTM 2487 / AASHTO M 145)
 - g) Se realizó el ensayo de Proctor modificado para determinar el porcentaje óptimo (NTP 339.138 / ASTM D-1557 / MTC E 115)
 - h) Realizó un estudio de CBR para determinar la resistencia de la capa de rodadura. (NTP. 339.145 / ASTM D-1883 / MTC E 132)
- Informe de mecánica de suelos: Se genera un informe que resume los datos recopilados, con las características y capacidad portante que presenta el suelo de la zona de estudio.

Figura 2

Diagrama de flujo de desarrollo del informe



Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se realizó un análisis descriptivo del tiempo y costo que conlleva la ejecución del pavimento con la tecnología de prefabricado. Para la estadística descriptiva se determinó la media aritmética, mediana y desviación estándar.

1° Paso: Recolección de información de los estudios básico

Se procede a recolectar y procesar la información obtenida del levantamiento topográfico, estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos. Del levantamiento topográfico se determina la altimetría y planimetría de la zona de estudio, del estudio de tráfico se procede a obtener el IMDA y del estudio de mecánica de suelos la capacidad portante del suelo.

2° Paso: Definición del tipo de método para el uso de la de tecnología de pavimento prefabricación

En base a los resultados obtenidos de los estudios básicos se procedió a determinar el método de preesforzado (pretensado o postensado).

3° Paso: Diseño integral del pavimento

Se realizará el diseño integral del pavimento de manera que se realice el diseño de un pavimento rígido, esto con la finalidad de determinar el espesor de la losa.

4° Paso: Diseño de las losas prefabricadas

Se procede a determinar el diseño de las losas prefabricadas, definiendo las dimensiones de las mismas y el acero de refuerzo.

5° Paso: Evaluación del proceso constructivo

Ya definido el diseño del pavimento se evaluarán las especificaciones técnicas y las partidas que conlleva la ejecución de un pavimento con la tecnología del prefabricado. Así mismo se determinará la eficiencia y complejidad del mismo.

6° Paso: Cálculo de metrados y análisis de costos unitarios

Con las partidas definidas se realizó el cálculo de metrados y análisis de costos unitarios.

7° Paso: Cálculo del costo de la implementación de la tecnología de pavimento prefabricado

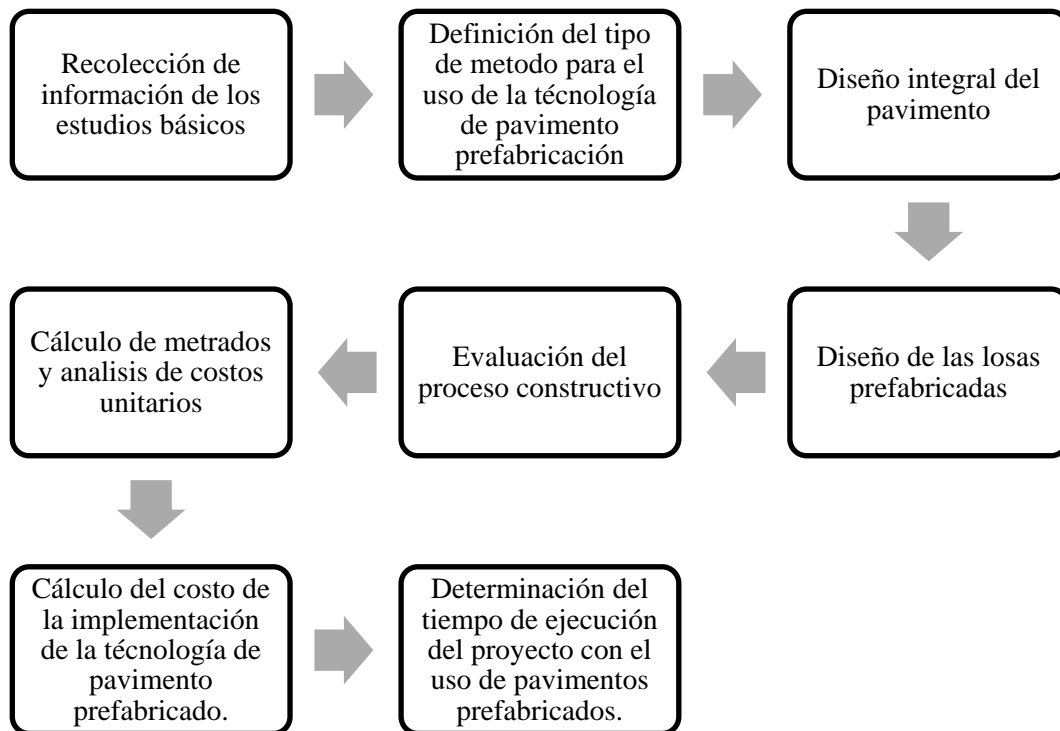
Definidos los metrados y precios unitarios se determinó el presupuesto de la implementación de la nueva tecnología.

8° Paso: Determinación del tiempo de ejecución del proyecto con el uso de pavimentos prefabricados

Por último, se procedió a identificar el tiempo de duración de cada partida para armar el cronograma de obra.

Figura 3

Diagrama de flujo de desarrollo del informe



Procedimiento para hallazgos de resultados en relación al primer objetivo. Teniendo en cuenta los estudios básicos se procedió a realizar el diseño integral del pavimento. El diseño se basó en la normativa AASHTO 93 para un periodo de vida de 20 años. A continuación, se mencionan los requisitos de diseño:

Período de diseño	:20 años
Número de ejes equivalentes (w18)	:1.00E+06
Servicialidad inicial(pi)	:4.5
Servicialidad final(pt)	:2.5
Factor de confiabilidad (R)	:80%
Standard Normal Deviate (Zr)	:-0.842
Overall Standard Deviation (So)	:0.35

Así mismo para el diseño se consideraron las siguientes propiedades para los materiales:

Resistencia a la compresión del concreto	:210 kg/cm ²
f'c	
Resistencia a la compresión del concreto	:2,986.06 psi
f'c	
Módulo de elasticidad del concreto Ec(psi)	:3,114,755.88
Módulo de rotura S'c(psi)	:623.99
Módulo de reacción de la subrasante-k(psi)	:45.00
Transferencia de carga (J)	:4.0
Coefficiente de drenaje (Cd)	:0.95

Con los requisitos de diseño y las propiedades de los materiales establecidas se procede a calcular el espesor de la losa. Para el cálculo se toma en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_O + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

D : 8.18 pulgadas

Gt : -0.17609

N18 Nominal : 6.00

N18 cálculo : 6.00

Estructuración del pavimento

Espesor de la losa requerido (Df) : 8.15 pulgadas

: 20.70 cm

Espesor de la subbase (SB) : 6 pulgadas

: 15 cm

Espesor de la subrasante (SBR) : 12 pulgadas

: 30 cm

Así mismo para el diseño se tuvo que considerar lo siguiente:

En el diseño del pavimento se tuvo que considerar que la vía del proyecto se clasifica como arterial para el diseño estructural.

Las losas serán moduladas de 4.00 m de largo x ancho variable

Las juntas longitudinales y transversales serán de 8 mm

Subbase granular CBR mínimo 50%

Diseño geométrico de la vía

Los elementos geométricos de la vía deben relacionarse de manera adecuada, de tal manera que se pueda garantizar la circulación continua de los autos y se mantenga la velocidad correspondiente a las condiciones de la zona.

Para el caso de la presente tesis la vía en estudio se consideró urbana con características diferentes a una carretera, por lo que la velocidad se ve interrumpida debido al cruce de otras vías locales. Por otro lado, el diseño se basa en lo estipulado por el Manual DG 2018.

Categoría de la vía: Las vías del proyecto no se ajustan a la clasificación de carreteras, sino que al ser vías urbanas se pueden clasificar dentro de las Vías Colectoras, según la clasificación de tipos de vías que considera la Noma CE.010 - Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE.

La Calle S/N es una vía urbana que no se tipifica puntualmente dentro de la clasificación dada por el “Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018”, pero puede considerarse como una Vía Colectora.

Velocidad de diseño: Por las restricciones e interrupción de la velocidad en zona urbana, consideramos como parámetros de diseño lo que corresponde a una carretera de tercera clase, y según la topografía plana de la vía, corresponde asumir una velocidad de diseño de 40 Km/h. Para el proyecto debido a las interrupciones por zona urbana se considera una velocidad de diseño de 35 Km/h.

Para un periodo de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento de 4% se proyecta un IMDA de 15,135 veh/día, y para el vehículo de mayor carga T3S3 se proyecta un IMDA de 55 veh/día. Debido a estos resultados se consideró una velocidad de diseño de 35 Km/h

Figura 4

Velocidad de diseño de un tramo homogéneo-DG 2018

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Nota. Obtenido del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018

Sección transversal definida: La calle S/N tiene sección aprobada con ancho variable de manera progresiva de 8 m a 10 m.

Elementos de la curva - Radio mínimo: Para proyecto se ha utilizado la fórmula obteniéndose un radio mínimo de 46 m, para una velocidad de diseño de 35 Km/h.

Figura 5

Radio calculado (m)-DG 2018

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx (%)	f máx	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4,00	0,17	33,7	35
	40	4,00	0,17	60,0	60
	50	4,00	0,16	98,4	100
	60	4,00	0,15	149,2	150
	70	4,00	0,14	214,3	215
	80	4,00	0,14	280,0	280
	90	4,00	0,13	375,2	375
	100	4,00	0,12	835,2	495
	110	4,00	0,11	1.108,9	635
	120	4,00	0,19	872,2	875
	130	4,00	0,08	1.108,9	1.110

Nota. Obtenido del Manual de Diseño Geométrico de 2018

Ancho de la vía: Según el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018, para una carretera de tercera clase, el carril no debe ser menor de 3.00 m. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. De acuerdo con los diseños y análisis realizados, para el proyecto de pavimentación de la Calle S/N se considera una losa de concreto simple de dimensiones de 3 m de ancho por 3.70 m de largo por 0.20 m de espesor.

Tabla 4

Longitud de losa en base al ancho de carril

Ancho de carril (m) = ancho de losa (m)	Longitud de losa (m)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Bombeo y peralte: Las calzadas tendrán un bombeo mínimo de 2% y las veredas un bombeo mínimo de 1% hacia las cunetas. Peralte máximo en curvas, 4%.

Pendiente mínima: El proyecto de pavimentación de la Calle S/N cumple con la pendiente mínima, el tramo con menor inclinación tiene una pendiente de 0.2%, valor que es menor de 0.5% que exige la norma; sin embargo, está dentro del valor de la pendiente mínima excepcional que es de 0.2%.

Pendiente máxima: El proyecto de pavimentación de la Calle S/N tiene un alineamiento, los que se han definido considerando el perfil del terreno, las vías transversales y los buzones existentes, resultando un perfil longitudinal cuyos tramos en el sentido de las progresivas son: 0.23%, 0.28; donde se observa que los tramos tienen pendientes menores a la máxima pendiente permitida de 8%.

Tabla 5

Pendiente máxima en base la velocidad de diseño

Velocidad (V) Km/H	Topografía (orografía)			
	1 plana	2 ondulada	3 accidentada	4 escarpado
20 Km/h	8%	9%	10%	12%
30 Km/h	8%	9%	10%	12%
40 Km/h	8%	9%	10%	10%
50 Km/h	8%	8%	8%	8%
60 Km/h	8%	9%	8%	8%

Nota. Obtenido del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018

Para el caso de la presente tesis de la Pavimentación de la Calle S/N; se plantea los siguientes elementos de la sección transversal, teniendo como base normativa el RNE:

Calzada: Los anchos de carril que se usan dependiendo del tipo de vía son de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m. Para la calle S/N se ha considerado un carril de 3.00 m por cada calzada. Para el proyecto de pavimentación de la calle S/N, se plantea la construcción de una calzada de 6.00 m con dos carriles de 3.00 m en un sentido por cada calzada. Las calzadas tendrán un bombeo mínimo de 2%, manteniendo el mismo bombeo para las bermas de ser el caso.

Berma: El RNE establece bermas de estacionamiento de 1.80 m para vías locales secundarias. En la presente tesis no se ha considerado bermas, por el ancho reducido de las vías. Se observa que no se cumple con lo exigido por el RNE; para salvar esta deficiencia deberá proveerse estacionamientos dentro de los lotes.

Cuneta: En la presente tesis se ha considerado cunetas triangulares en los bordes exteriores de cada calzada, con dimensiones de 0.50 m de ancho por 0.25 m de profundidad medido desde la superficie del borde de la calzada, manteniendo la misma pendiente de la rasante de la vía; el nivel fondo de las cunetas debe, en lo posible, mantenerse entre 0.40 a 0.50 m abajo del nivel de la vereda, teniendo en cuenta que el nivel de la vereda debe estar a 0.15 m por encima la calzada.

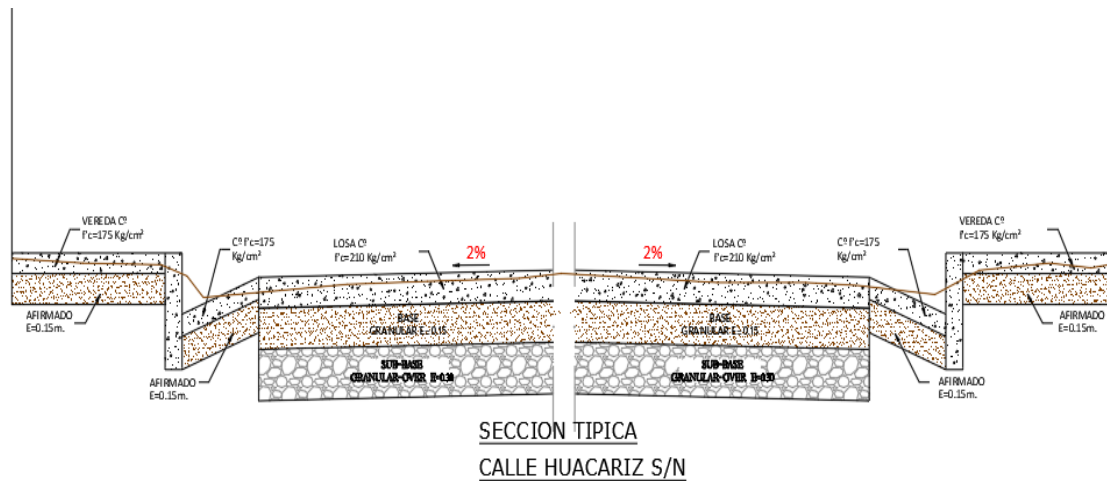
Vereda: En la presente tesis se ha considerado veredas de 1.00 m a cada lado de la vía.

Procedimiento para hallazgos de resultados en relación al segundo objetivo.

Realizado el diseño de pavimento convencional, se procede al diseño de la losa prefabricada, teniendo en cuenta el espesor de losa ya calculado.

figura 7

Sección típica de la calle S/N en estudio



Nota. Elaboración Propia (2023)

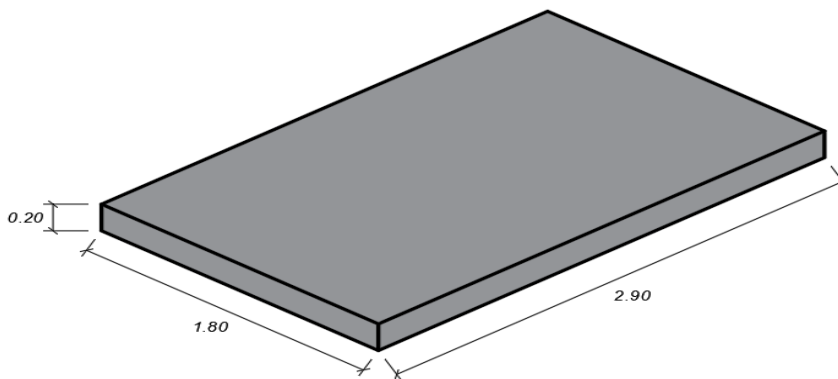
Dimensiones. Para el dimensionamiento se ha tenido en cuenta la norma extranjera “Construcción con piezas prefabricadas de hormigón de cemento Portland” en donde menciona las dimensiones mínimas.

Las piezas prefabricadas de hormigón deberán tener la forma geométrica uniforme y las dimensiones mínimas siguientes (Hormigon, 2012) IBCH Manual de construcciones de Pavimentos Rígidos.

- Largo: 40 cm
- Ancho: 10 cm
- Espesor: 6 cm

Dado las dimensiones mínimas se procede a estimar las dimensiones de la placa de pavimento prefabricado teniendo en consideración el ancho de la calzada ya calculado en el diseño convencional, el ancho de calzada calculado es de 6m con dos carriles de 3m en sentidos contrarios, debido a que la calzada no tiene un ancho fijo se considera un ancho de 2.90 m x 1.80m de largo. El criterio de la segunda dimensión va en relación a la movilización de dicha placa ya que a mayores dimensiones se presentaría mayor dificultad en el traslado desde la planta hacia el proyecto.

figura 8



Dimensionamiento de pavimento prefabricado

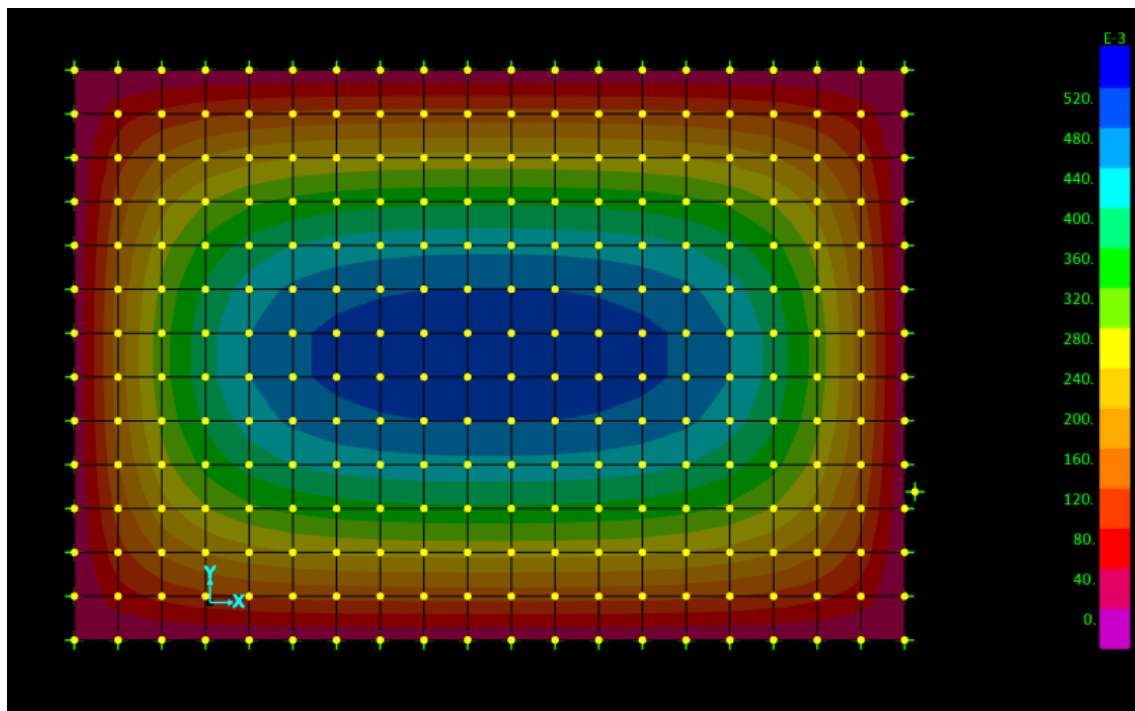
Calculo de refuerzo en placa de pavimento Prefabricado.

En el diseño de pavimento Rígido las losas están diseñadas de concreto simple, sin embargo, para el diseño de esta tecnología de placas prefabricadas, es necesario calcular el área de acero, elemento importante que se requiere para evitar roturas el momento de izaje. Para calcular el refuerzo en la placa prefabricada se modeló en el software de **SAP 2000**, obteniendo los resultados de momentos máximos, la losa se modela como un elemento Shell con un espesor de 20 cm. El resultado obtenido de las combinaciones de cargas se muestra en la figura 9.

En el procedimiento de diseño de losa en el software de SAP 2000 se describe los pasos que se realizó: Se escogió un elemento Shell- thin porque es un elemento adecuado para representar una losa, seguidamente se procede al dibujo del modelo de la losa, Como paso siguiente se agrega los patrones de carga, considerando la carga viva y carga muerta, y por último se procede al ingreso de los factores de combinaciones de carga 1.4 CM (carga muerta y 1.7 CV (carga viva)

figura 9

Momentos Máximos, resultados de SAP 2000



Calculo de malla de acero.

Obtenido el momento Máximo se utilizó el método de tanteo para la obtención del área de acero en dicha placa.

METODO DE TANEO PARA SELECCIONAR AREA DE ACERO ACERO POSITIVO

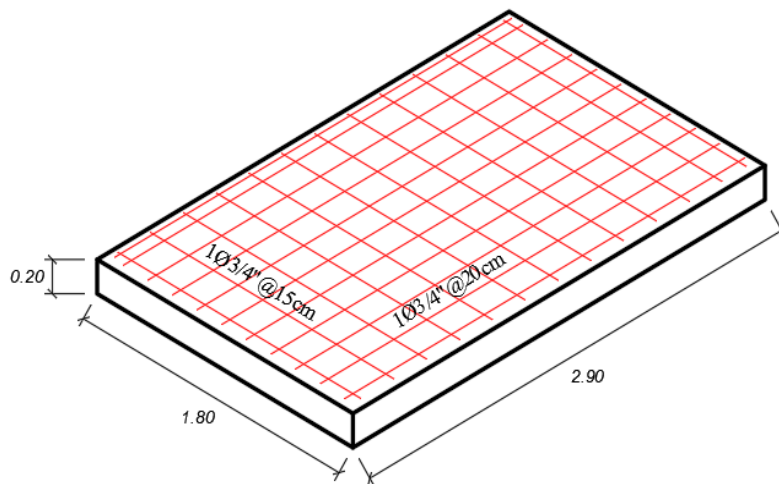
$$M_u = 52000.00 \text{ Kg.m}$$

f 'c=	210.00 kg/cm ²	As=	68.89 cm ²
f _y =	4200.00 kg/cm ²	a=	0.06
b=	29000.00 cm		
d=	20.00 cm		
a=	4.00		
a=	0.06		

Utilizando una hoja de cálculo Excel se obtuvo los resultados de un área de acero de 68.89 cm².

figura 9

Distribución de malla de acero



Aspectos éticos

En la presente tesis se garantiza que ésta cumple con el adecuado citado que demanda la normativa APA 7 edición, así mismo toda la información presentada se encuentra debidamente citada por su autor correspondiente, Por otro lado, esta tesis se encuentra verificada por el software TURNITIN, para corroboración de la autonomía del informe de la presente tesis.

Los resultados obtenidos en el transcurso del desarrollo de la tesis no fueron alterados ni modificados, así mismo estos cumplen con el Manual de Transportes y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) tanto para la propuesta de diseño como para el uso de pavimentos prefabricados. Por último, las actitudes del autor de la presente tesis se rigen bajo la Ética personal.

CAPÍTULO III: RESULTADOS














A continuación, se presentan los resultados relacionados al objetivo General: “Evaluar las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023”; teniendo en cuenta el primer objetivo específico: Evaluar el proceso constructivo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023.

Para la evaluación del proceso constructivo que requiere el uso de pavimento prefabricado se realizaron estudios básicos, los cuales son la base para el diseño integral.

Estudio de tráfico

Debido a que la calle S/N se encuentra en mal estado, se realizó un conteo de vehículos por similitud en la Av. San Martín de Porres entre las calles Huacariz San Martín y la calle Agua Marina, obteniendo un índice medio diario (IMD) de circulación de vehículos de 5425 veh/día, incluidos todos los vehículos livianos tal como moto taxis, autos, camionetas, combis, y en menor frecuencia buses, camiones, semi tráiler y tráiler; así mismo el vehículo de mayor carga con mayor frecuencia es el semi tráiler T3S3, con un IMD de 31 veh/día. El conteo vehicular se realizó durante los 7 días de la semana, por 24 horas, identificando que el lunes transitaron 3920 vehículo, el martes 3772 vehículos, el miércoles transitaron 3794 vehículos, el jueves 3864 vehículos, el viernes 3945 vehículos y el sábado y domingo transitaron 3984 y 3739 vehículos respectivamente. Teniendo un total de 27018 de vehículos que transitaron durante la semana.

Figura 6
Resultados del conteo vehicular

DIA	30	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3	3T2	3T3	
																		
LUNES	40	1419	687	444	96	864	96	11	38	137	36	8	4	9	31	0	0	3920
MARTES	40	1385	632	412	90	863	91	10	36	130	35	7	3	8	30	0	0	3772
MIERCOLES	52	1396	626	423	92	865	86	9	35	132	32	6	3	9	28	0	0	3794
JUEVES	50	1402	668	435	83	860	93	11	39	135	33	8	4	11	32	0	0	3864
VIERNES	54	1432	679	446	91	866	96	12	40	137	36	9	5	9	33	0	0	3945
SABADO	62	1440	685	450	97	869	95	13	39	136	38	12	6	12	30	0	0	3984
DOMINGO	72	1364	622	406	89	854	85	10	35	125	30	6	3	10	28	0	0	3739
TOTAL	71	9838	4599	3016	638	6041	642	76	262	932	240	56	28	68	212	0	0	27018
PROMEDIO	78	1405	657	431	91	863	92	11	37	133	34	8	4	10	30	0	0	

Según la AASHTO 93, debido al conteo vehicular realizado se considera del tipo pesado Tp4, rango >750,000 EE y <1,000,000 EE.

D :8.18 pulgadas

Gt : -0.17609

N18 Nominal : 6.00

N18 cálculo : 6.00

Estructuración del pavimento

Espesor de la losa requerido (Df) :8.15 pulgadas

:20.70 cm

Espesor de la subbase (SB) :6 pulgadas

:15 cm

Espesor de la subrasante (SBR) :12 pulgadas

:30 cm

Así mismo para el diseño se tuvo que considerar lo siguiente:

En el diseño del pavimento se tuvo que considerar que la vía del proyecto se clasifica como arterial para el diseño estructural.

Las losas serán moduladas de 4.00 m de largo x ancho variable

Las juntas longitudinales y transversales serán de 8 mm

Subbase granular CBR mínimo 50%

En relación con los resultados del segundo objetivo específico: “Identificar el método de pre esforzado que se usará para la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023”.

Realizado el diseño de pavimento convencional, se procede al diseño de la losa prefabricada, teniendo en cuenta el espesor de losa ya calculado.

Las piezas prefabricadas de hormigón deberán tener la forma geométrica uniforme y las dimensiones mínimas siguientes (Hormigon, 2012) IBCH Manual de construcciones de Pavimentos Rígidos.

Calculo de refuerzo en placa de pavimento Prefabricado.

En el diseño de pavimento Rígido las losas están diseñadas de concreto simple, sin embargo, para el diseño de esta tecnología de placas prefabricadas, es necesario calcular el área de acero, elemento importante que se requiere para evitar roturas el momento de izaje. Para calcular el refuerzo en la placa prefabricada se modeló en el software de **SAP 2000**, obteniendo los resultados de momentos máximos, la losa se modela como un elemento Shell con un espesor de 20 cm. El resultado obtenido de las combinaciones de cargas se muestra en la figura 9.

Calculo de malla de acero.

Obtenido el momento Máximo se utilizó el método de tanteo para la obtención del área de acero en dicha placa.

METODO DE TANTEO PARA SELECCIONAR AREA DE ACERO ACERO POSITIVO

Mu=	52000.00 Kg.m		
f 'c=	210.00 kg/cm ²	As=	68.89 cm ²
fy=	4200.00 kg/cm ²	a=	0.06
b=	29000.00 cm		

d=	20.00 cm
a=	4.00
a=	0.06

Utilizando una hoja de cálculo Excel se obtuvo los resultados de un área de acero de 68.89 cm².

Respecto a los resultados del tercer objetivo: “Determinar el costo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023”.

Costo de losa de pavimento convencional

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
0 01	PISTAS Y BADENES DE CONCRETO				81,681.84
0 01.01	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				48,484.40
0 01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.92	54.72	4,099.62
0 01.01.02	LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 Kg/cm ² , e=0.20 m	m2	641.49	68.02	43,634.15

Análisis de costos unitarios de losa convencional

Presupuesto	0403006	TECNOLOGÍA EN PAVIMENTO DE CONCRETO PREFABRICADO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO Y COSTO DE CONSTRUCCIÓN EN EL SECTOR 24 VILLA HUACARIZ CAJAMARCA 2023				
Subpresupuesto	001	PAVIMENTACION DE LA CALLE S/N HUACARIZ SECTOR 24 VILLA HUACARIZ			Fecha presupuesto	22/10/2023
Partida	01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	54.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	27.41	12.18
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2222	19.50	4.33
						16.51
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	6.00	1.56
0202010022	CLAVOS DE 2" a 4"	kg		0.1300	5.00	0.65
0243920002	MADERA CEPILLADA PARA ENCOFRADO	p2		4.8300	7.35	35.50
						37.71
Equipos						

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.51	0.50
						0.50

Partida **01.01.02** **LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO**
F'C=210 Kg/cm2, e=0.20 m

Rendimiento	m2/DIA	555.0000	EQ. 555.0000	Costo unitario directo por : m2	68.02	
-------------	---------------	-----------------	---------------------	---------------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0144	22.53	0.32
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.0577	27.41	1.58
0147010003	OFICIAL	hh	4.0000	0.0577	21.55	1.24
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0577	19.50	1.13
						4.27
Materiales						
0221010034	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 Kg/cm2	m3		0.2100	300.00	63.00
						63.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.27	0.13
0348220006	BOMBA CONCRETERA	hm	1.0000	0.0144	30.00	0.43
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 3/4" - 2"	hm	2.0000	0.0288	6.50	0.19
						0.75

Partida **01.02.01** **JUNTAS DE DILATAACION ASFALTICAS 1/2" X**
20 cm

Rendimiento	m/DIA	180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m	6.59	
-------------	--------------	-----------------	---------------------	--------------------------------------	-------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	21.55	0.96
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.1333	19.50	2.60
						3.56
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0025	45.00	0.11
0205010046	TECNOPORT 1.2m x 2.4m x 1/2"	pl		0.0700	6.20	0.43
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1250	15.80	1.98
0230000008	LEÑA	Trc		0.1000	2.00	0.20
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0100	11.20	0.11
						2.83
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.56	0.11
0348010089	CILINDRO PARA MEZCLADO	he	1.0000	0.0444	2.00	0.09
						0.20

Partida **01.02.02** **JUNTAS DE CONTRACCION ASFALTICAS 1/4"**
X 6.6 cm

Rendimiento	m/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m	3.52	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	21.55	0.69
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.0960	19.50	1.87
2.56							
Materiales							
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0010	45.00	0.05
0213000006	ASFALTO RC-250		gal		0.0400	15.80	0.63
0230000008	LEÑA		Trc		0.0500	2.00	0.10
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL		gal		0.0040	11.20	0.04
0.82							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	2.56	0.08
0348010089	CILINDRO PARA MEZCLADO		he	1.0000	0.0320	2.00	0.06
0.14							
Partida	01.03.01	CURADO DE OBRAS DE CONCRETO CON ADITIVO					
Rendimiento	m2/DIA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : m2	1.59	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0160	21.55	0.34
0147010004	PEON		hh	0.5000	0.0080	19.50	0.16
0.50							
Materiales							
0229010103	CURADOR QUIMICO PARA CONCRETO		kg		0.2000	4.80	0.96
0239050000	AGUA		m3		0.0020	3.00	0.01
0.97							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.50	0.02
0348220001	EQUIPO PULVERIZADOR		he	1.0000	0.0160	6.00	0.10
0.12							

Realizando la comparación de costos de la construcción tradicional en la partida de concreto simple se tiene un presupuesto directo de S/. 48, 484.40, mientras que el costo por placa según la cotización anexada es de S/. 950.00, en la calle en estudio sin nombre se requiere 55 placas por lado, sumando un presupuesto de S/. 104,500.00.

Los resultados referidos al cuarto objetivo: “Determinar el tiempo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023”.

Para determinar los tiempos que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados, se realizó bajo la información del análisis de cotos unitarios del pavimento convencional, obteniendo los siguientes resultados.

Encofrado

Rendimiento: 18m²/ Día

Metrado: 74m²

Calculo de tiempo en encofrado (t)

$$(t) = 74/18 = 4.1 \text{ días} \approx 4 \text{ días}$$

Vaciado de losa

Rendimiento: 555m²/ Día

Metrado: 641.49m²

Calculo de tiempo en vaciado de losa (t)

$$(t) = 641.49/555 = 1.154 \text{ días} \approx 2 \text{ días}$$

Por tanto, la duración del proyecto es: **6 días**

Para determinar el tiempo que requiere el uso de tecnología de pavimento prefabricado se acudió a estudios semejantes realizados en otros países.

Teniendo en consideración los proyectos ya realizados en Estados Unidos, específicamente el proyecto de prueba realizado en Missouri, ubicado en la Interestatal I-57 Norte, cerca de Silkeston, ya que éste es el que más puede asemejarse a la situación en

estudio. Pues dicho proyecto considera paneles de ancho 11,582 m, incluido los carriles de tráfico integral y bermas, y el proyecto planteado para Av. Regimiento, considera un ancho total de 11,05m. Entonces se debe considerar paneles de 3m de ancho y 11,582m de largo para la totalidad de la extensión del pavimento. Así, la cantidad de paneles a emplear suman un total de 1.263 unidades aproximadamente, y considerando que para el proyecto de prueba el tiempo de construcción promedió los 12paneles/6horas (Valdivia, 2010)

Del estudio realizado el tiempo de producción es 416, 88 m²/6 horas, determinado este tiempo se aplica al metrado de losas de pavimento prefabricado con 641.49 m², aplicando regla de tres simple en los cálculos, se obtiene un tiempo de construcción de 9.23 horas.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para el desarrollo de la presente tesis se muestra a continuación las limitaciones, la interpretación comparativa, así como las implicancias prácticas, teóricas y metodológicas de los resultados que hemos encontrado.

Limitaciones: Las limitaciones que se han identificado en el desarrollo de la presente tesis son:

- Escasa información sobre tecnología de pavimentos prefabricado, dado que a nivel latinoamericano uno de los países que ha utilizado este tipo de pavimentos es Chile. Esta técnica está aprobada y ha sido utilizada en el aeropuerto internacional de Santiago, del mismo modo se ha implementado construcciones en la una de las vías más usadas de Chile, a unos 30 a 40 km al sur de Santiago. Además, la técnica ha sido utilizada en sectores urbanos de Punta Arenas y en algunas partes del sector minero del país vecino.
- Inexistencia de fichas técnicas de este tipo de tecnología de pavimentos prefabricados que deberían ser emitidas por la autoridad competente.

Interpretación Comparativa: A continuación, se presentan resultados obtenidos a investigaciones similares al estudio de la presente tesis, relacionado a la optimización de tiempo y costo en la aplicación de tecnología de elementos prefabricados.

(Vilela, 2022) En su investigación concluye “que la implementación de elementos prefabricados es más eficiente, el costo de la implementación de elementos prefabricado es de s/. 750826.02 soles en costo directo y del método tradicional de s/. 843706.5 soles en costo directo con una diferencia de s/. 92880.0 soles dando un 11% a favor de los elementos prefabricados”. Respecto a la optimización de tiempo Vilela concluye, “el tiempo de ejecución en la implementación de elementos prefabricados es más corto, en la ejecución de losa convencional estaba programada en 4 meses, pero por falta de mano de obra calificada a duras penas lo concluyó en 5 meses, en el caso de la implementación de elementos prefabricados está programado su ejecución en 2 meses con una diferencia del 50% menos en tiempo de ejecución haciéndolo favorable”.

Por otro lado, (Valdivia, 2010) en su investigación concluye, el costo del pavimento tradicional es más óptimo en este estudio, “los costos involucrados en la implementación de la tecnología de pavimentación con el sistema PHPP y aunque éstos superan a la alternativa de PHH en 57% aprox., existen los costos asociados a los ahorros en tiempos de viaje, combustible, lubricantes y neumáticos para los usuarios de la vía, además ahorros en la mantención, reparación y reposición de calzadas para quien invierte en esta alternativa dada su larga vida útil”.

Por ultimo (Miranda, 2012) concluye lo siguiente. “La rehabilitación de pavimentos rígidos mediante la instalación de losas prefabricadas demuestra ser una interesante y buena

opción al momento de definir la metodología de reparación de un tramo vial, y a medida que se comience a implementar de forma más frecuente, ésta se irá perfeccionando, y la operación se tenderá a industrializarse, llevando con ello tanto una reducción en los costos y en tiempos de confección, como en la mejoría de los estándares de calidad de su fabricación (certificación)”.

Las Implicancias del presente trabajo de investigación- tesis desde el punto de vista **práctico y metodológico**, se describen como que: Dado que esta nueva tecnología presenta características o propiedades que resultaría beneficioso emplear para mejorar la infraestructura de la zona de estudio. Este trabajo investigativo servirá como guía de implementación e inicio para proyectos futuros o investigaciones que traten de abarcar la problemática ya descrita y seguir en la búsqueda de soluciones en la construcción de infraestructuras viales. Utilizar esta tecnología en el Perú sería una de las alternativas en construcciones aceleradas, ya que al emplear la tecnología de pavimentos prefabricados daría una rápida solución para no afectar a la sociedad y a los usuarios de transporte. Así mismo resulta más beneficioso a las entidades públicas o gobiernos locales ejecutar obras o cerrar brechas en menor tiempo.

Las Conclusiones a que llegamos en el presente trabajo de investigación, se detallan a continuación:

Que la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados representa una solución o alternativa en construcciones aceleradas ya que resulta ser más eficiente en comparación a la construcción de pavimentos convencionales, teniendo ventajas como la optimización de tiempo en la ejecución, indicado en el capítulo de resultados.

Las características del pavimento pre esforzado, está en relación al diseño del pavimento tradicional, considerando el espesor de losa de 0.20m, para el diseño de tecnología de concreto prefabricado se diseñó una malla de acero que están distribuidos en ambas direcciones.

La aplicación de tecnología de concreto prefabricado, el tiempo resulta ser más óptimo en comparación a la construcción de pavimento tradicional, la duración es de 6 días, en la partida de concreto simple, mientras en la programación de colocación de tecnología prefabricada es de 2 días, disminuyendo un 33% de tiempo.

En la aplicación de tecnología de concreto prefabricado el costo resulta ser no eficiente en comparación al costo del pavimento tradicional, el costo del pavimento tradicional es de S/. 48, 484.40, el costo en la tecnología prefabricada es de S/. 104,500.00, aumentando a más de un 50%. Dado estos resultados la serviciabilidad en la aplicación de tecnología resulta ser más costosa, así mismo se debe tener en consideración que estos costos se pueden ajustar utilizando otras metodologías como el (VAN) Valor Actual Neto, en el Perú.

Como conclusión general, podemos indicar que la tecnología en pavimento de concreto prefabricado reducen de manera óptima el tiempo en un 33% pero el costo de construcción

en el sector 24 Villa Huacariz no es óptimo sobrepasando el 50% en relación a la construcción de pavimento tradicional

Referencias

- Apaza, R. (2019). Análisis del Sistema Losa con Viguetas Pretensadas Frente al de Losa Convencional para la Edificación Consell, Huancayo". Universidad Peruana de los Andes, Huancayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1033>
- Arias, J. (2020). Proyecto de tesis. Guía para la elaboración. Canadá: Universidad de Columbia Británica.
- Babu, V., Ushasree, J., Soundararajan, M., Dubey, S., Sathish, T., & Chandramauli, A. (2023). Comparative analysis of load transfer efficiency in plain and continuously reinforced concrete pavements. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323043286>
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí, Ecuador: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Chuquilín, M. (2019). Evaluación del pavimento flexible de la carretera ciudad de Dios-Cajamarca en zona ato andina con aplicación del método índice de condición del pavimento en el año 2017. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Deng, Z., Li, W., Dong, W., Sun, Z., Kodikara, J., & Sheng, D. (2023). Multifunctional asphalt concrete pavement toward smart transport infrastructure: Design, performance and perspective. 265. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2023.110937>
- Fang, M., Chen, Y., Deng, Y., Wang, Z., & Zhu, M. (2023). Toughness improvement mechanism and evaluation of cement concrete for road pavement: A review. 3, 125-140. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2097049823000082>
- Hormigon, I. B. (2012). Manual de pavimentos Rígidos. brasil.
- Huapalla, H., & Fonseca, W. (2020). Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659286/Perez_SS.pdf?sequence=3

Karthikeyan, K., Kothandaraman, S., & Sarang, G. (2023). Perspectives on the utilization of reclaimed asphalt pavement in concrete pavement construction: A critical review. 19. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02242>

Kishore, A., Chore, H., & Gupta, R. (2023). Investigation of durability properties of grouted concrete pavement as alternative pavement for low traffic roads. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.174>

Kosar, K., Salles, L., Pourakbar, N., Vandenbossche, J., & Khazanovich, L. (2023). Onsite strength determination for early-opening decision making of high early strength concrete pavement. 10, 291-303. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756423000284>

Kumar, A., Somani, P., Sain, A., & Gaur, A. (2023). Enhancing thermal behaviour of concrete pavement by incorporating vermiculite.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2019). Formato resumen de clasificación vehicular-Estudio de tráfico. Obtenido de <http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/UGE/Carretera%20Central/01.%20Trafico/Anexo%202%20-%20Formato%20de%20Conteo%20y%20Clasificacion%20Vehicular.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2021). Menos plastico mas vida, cifras del mundo y el Perú. Obtenido de MINAM: <https://bit.ly/3IWWIcv>

Miranda, D. G. (2012). Desarrollo de un Sistema Constructivo de Reparación de Pavimentos de hormigón con losas Prefabricadas. Santiago de Chile.

Pal, R., & Pratim, P. (2023). Developing a model of porous concrete-filled rigid pavement. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.333>

Puente, J., & Valladares, D. (2021). Análisis del uso de losas prefabricadas de concreto en la construcción de un edificio multifamiliar. Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5115>

- Quispe, A., & Irigoín, I. (2019). Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de. *Revista Ciencia Norandina*. doi:<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v2n2p96>
- Ranjan, A. (2020). A Review of Precast Concrete Pavement Technology. *THE BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING*, 15(4). doi:10.7250/bjrbe.2020-15.493
- Restrepo, M., & Reyes, A. (2019). Modelo de seguimiento y control basado en PMBOK para la gerencia de proyectos SCRUM. *Rev Espac*, 40(11), 4. Obtenido de <https://revistaespacios.com/a19v40n11/a19v40n11p04.pdf>
- Ruiz, C., & Valenzuela, M. (2022). Metodología de la Investigación. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.
- Sharma, M., Kurmar, P., & Kumar, S. (2019). A Review of Pavement Condition Rating Models for Flexible Pavements. *International Research Journal of Engineering and Technology*.
- Shiraz, T., Dan, Y., & Neeraj, B. (2019). Precast concrete pavements: Technology overview and technical considerations. *PCI Journal*, 58, 112-128. Obtenido de <https://doi.org/10.15554/pcij.01012013.112.128>
- Shiven, J., & Hakob, A. (2018). Life cycle cost analysis of precast concrete pavement. California. Obtenido de http://pmsymposium.umd.edu/pm2017/wp-content/uploads/sites/3/2017/01/Life_Cycle_Cost_Analysis_of_Precast_Concrete_Pavement-Sompura.pdf
- Skaf, M., Bartolomé, J., Gonzalo, H., Linares, A., Ortega, V., & Mansob, J. (2021). Bituminous base courses for flexible pavements with steel slags. *Transportation Research Procedia*, 83-89. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.012>
- So, J., & Jae, H. (2023). Segregation evaluation of concrete pavements under excessive vibration using electrical resistivity measurement. 19. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523004801>

- Tomek, R. (2019). Lower Road user cost with precast concrete pavements. Republica Checa. Obtenido de <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2019/Papers/N441.pdf>
- Valdivia, J. A. (2010). Investigación de la Tecnología de Pavimentación, conocida como pavimentos Prefabricados Pretensados. Chile.
- Vesely, J., & Smilauer, V. (2023). Hygro-thermo-mechanical model for concrete pavement from an early age to a long-term performance. 403. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133068>
- Vilela, H. (2022). Análisis Comparativo de la Implementación de Elementos Prefabricados como Optimización a la Productividad en Obras Públicas por Administración Directa en el Distrito de San Joaquín, Provincia de Yauyos. Universidad Peruana de los Andes, Huancayo. Obtenido de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4006>
- Wang, H., Wu, Y., Chen, C., & Guo, Y. (2023). In-site health monitoring of cement concrete pavements based on optical fiber sensing technology. 2023(113-123). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2022.09.003>
- Yang, C., Wu, S., Xie, J., Amirkhanian, Liu, Q., zhang, J., . . . Zhang, L. (2022). Enhanced induction heating and self-healing performance of recycled asphalt mixtures by incorporating steel slag. *Journal of Cleaner Production*, 366.
- Zhao, H., Chen, H., Li, C., & Ma, L. (2023). Structural optimization and performance evaluation of precast concrete pavement with composite base layer. 12, 525-533. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S204604302200048X>
- Zhao, J., Wang, X., Zhou, B., Wu, W., Zheng, W., & Yuan, C. (2023). Influence of surface characteristics of cement pavement on ice-concrete adhesion. 394. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006182301975X>
- Zhou, X., Chen, S., Ge, D., Jin, D., & You, Z. (2020). Investigation of asphalt mixture internal structure consistency in accelerated discrete element models. *Construction and Building Materials*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118272>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes			Diseño
¿Cuáles son las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?	Evaluar las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado para la optimización de tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023	Las características de la tecnología en pavimento de concreto prefabricado reducen de manera óptima el tiempo y costo de construcción en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023.	X: Tecnología de pavimento prefabricado	Condición actual Diseño integral del pavimento Operatividad Funcionabilidad	Topografía IMDA Diseño geométrico Diseño estructural Mantenimiento Demanda vehicular Especificaciones técnicas	Tipo de Investigación Aplicada Nivel de la Investigación Descriptivo Diseño de la Investigación No Experimental Técnica Análisis documental / Observación
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente		Mano de obra Materiales y maquinaria	Instrumentos
¿Cuál es el proceso constructivo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados para la optimización de tiempo y costo de construcción	Evaluar el proceso constructivo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados para la optimización de tiempo y costo de construcción	El proceso constructivo que conlleva el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados es eficiente para la construcción en el sector	Y: Costo y tiempo de construcción	Proceso constructivo		Guía de Análisis documental/ Guía de análisis documental

en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?	en el sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023	24 Villa Huacariz Cajamarca 2023	Costo de construcción	Presupuesto Utilidad por partidas	Población y muestra
<p>¿Qué método de presforzado se usará para la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?</p> <p>¿Cuál es el costo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?</p>	<p>Identificar el método de presforzado que se usara para la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023</p> <p>Determinar el costo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023</p>	<p>Para la implementación de la tecnología de pavimentos prefabricados se empleará el método pretensado en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023</p> <p>El uso de la tecnología de pavimentos prefabricados reduce el costo en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023</p>			<p>Como población de esta tesis se considera al sector 24 Villa Huacariz, perteneciente a la región de Cajamarca.</p> <p>Así mismo la muestra está conformada la calle SN, ubicada a espaldas</p>

¿Cuál es el tiempo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023?

Determinar el tiempo que requiere el uso de la tecnología de pavimentos prefabricados en la construcción del sector 24 Villa Huacariz Cajamarca 2023

El uso de la tecnología de pavimentos prefabricados conlleva un menor tiempo de construcción para.

Tiempo de construcción

Cronograma de obra

del penal de Huacariz. Así cabe recalcar que solamente se evaluarán 100 metros de la muestra.

Anexo 2: Fichas de observación de Estudio de Tráfico

CONTEO VEHICULAR PROMEDIO SEMANAL

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	
UBICACIÓN	CAJAMARCA

ESTACION	Av: San Martin
FECHA	Oct-23

DIA	30	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3	3T2	3T3		
LUNES	40	1419	687	444	96	864	96	11	38	137	36	8	4	9	31	0	0	3920	
MARTES	40	1385	632	412	90	863	91	10	36	130	35	7	3	8	30	0	0	3772	
MIERCOLES	52	1396	626	423	92	865	86	9	35	132	32	6	3	9	28	0	0	3794	
JUEVES	50	1402	668	435	83	860	93	11	39	135	33	8	4	11	32	0	0	3864	
VIERNES	54	1432	679	446	91	866	96	12	40	137	36	9	5	9	33	0	0	3945	
SABADO	62	1440	685	450	97	869	95	13	39	136	38	12	6	12	30	0	0	3984	
DOMINGO	72	1364	622	406	89	854	85	10	35	125	30	6	3	10	28	0	0	3739	
TOTAL	71	9838	4599	3016	638	6041	642	76	262	932	240	56	28	68	212	0	0	27018	
PROMEDIO	78	1405	657	431	91	863	92	11	37	133	34	8	4	10	30	0	0		