

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Análisis de la metodología BIM en el diseño geométrico de vías urbanas en el barrio San Cristóbal, Tarma, Junín, 2024

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

AUTOR

Luis Brayan Reynoso Rau

ASESOR

Edwin Jhon Aquire Dueñas

Tarma, Perú

2024

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

Nombres	Luis Brayan
Apellidos	Reynoso Rau
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	74047809
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	Edwin Jhon
Apellidos	Aquise Dueñas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	71461245
Número de Orcid (obligatorio)	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7881-3210">https://orcid.org/0000-0001-7881-3210</a>

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

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

**Datos del segundo miembro**

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

**Datos del tercer miembro**

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

**Datos de la obra**

Materia*	Diseño geométrico, BIM, vías urbanas, Civil 3D, modelo digital, demanda vehicular, parámetros.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

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

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 112-2024-UCSS-FI/TPICIV**

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

Los Olivos, 23 de diciembre del 2024

Siendo el 23 de diciembre de 2024, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“Análisis de la metodología BIM en el diseño geométrico de vías urbanas en el barrio San Cristóbal, Tarma, Junín, 2024”**

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

**REYNOSO RAU, LUIS BRAYAN**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

**CARMENATES HERNÁNDEZ, DAYMA SADAMI  
LÓPEZ SILVA, MAIQUEL**

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

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller REYNOSO RAU, LUIS BRAYAN el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,



**CARMENATES HERNÁNDEZ, DAYMA SADAMI**  
Revisor especialista 1



**LÓPEZ SILVA, MAIQUEL**  
Revisor especialista 2

**Anexo 2**

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

Los Olivos, 24 de febrero de 2025

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

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el informe de trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: Análisis de la metodología BIM en el diseño geométrico de vías urbanas en el barrio San Cristóbal, Tarma, Junín, 2024, presentado por REYNOSO RAU, LUIS BRAYAN (2016100993 y DNI: 74047809) para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se les ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 20 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

Edwin Jhon Aquis Dueñas  
DNI: 71461245  
ORCID: 0000-0001-7881-3210  
Facultad de Ingeniería - UCSS

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

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

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

## Resumen

El presente trabajo describe el diseño geométrico de vías urbanas realizado en el barrio San Cristóbal, ubicado en el distrito de Tarma, en el Departamento de Junín. Para ello, se realiza el levantamiento topográfico y el análisis de tráfico para definir los parámetros del diseño de la vía. Como parte de la metodología de solución se realiza el conteo vehicular, también se realiza la categorización y la clasificación por orografía de la vía, se identifica la velocidad, los radios mínimos y peraltes máximos y los parámetros para las curvas.

Se utiliza el software Civil 3D y Autodesk InfraWorks, que permite trabajar bajo el esquema BIM, el diseño de la vía se elabora utilizando el manual DG-2018 de Diseño Geométrico.

Los resultados permiten obtener una representación en 3D del diseño de carreteras urbanas que responde tanto a las condiciones topográficas como a la demanda vehicular estimada, el modelo digital permite reducir la probabilidad de errores e imprevistos, de igual modo permite el ahorro de tiempo y dinero en temas de diseño.

*Palabras clave:* Diseño geométrico, BIM, vías urbanas, Civil 3D, modelo digital, demanda vehicular, parámetros.

### **Abstract**

The present work describes the geometric design of urban roads carried out in the San Cristóbal neighborhood, located in the district of Tarma, in the Department of Junín. To do this, a topographic survey and traffic analysis are carried out to define the parameters of the road design. As part of the solution methodology, the vehicle count is carried out, the categorization and classification by orography of the road is also carried out, the speed, the minimum radii and maximum superelevations and the parameters for the curves are identified.

The Civil 3D and Autodesk InfraWorks software is used, which allows working under the BIM scheme, the road design is prepared using the DG-2018 Geometric Design manual.

The results allow us to obtain a 3D representation of the design of urban roads that responds to both the topographic conditions and the estimated vehicle demand. The digital model allows us to reduce the probability of errors and unforeseen events, and also allows us to save time and money in design themes.

*Keywords:* Geometric design, BIM, urban roads, 3D Civil, digital model, vehicle demand, parameters.

## Índice General

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Introducción.....	10
Trayectoria del Autor.....	12
Descripción de la Empresa.....	12
Organigrama de la Empresa.....	12
Áreas y Funciones Desempeñadas.....	14
Problemática.....	33
Planteamiento de Problema.....	33
Objetivo General.....	35
Justificación.....	35
Alcances y limitaciones.....	36
Marco Teórico.....	37
Antecedentes.....	37
Bases teóricas.....	40
Definición de términos básicos.....	43
Propuesta de Solución.....	46
Metodología de la solución.....	46
Metodología para el logro del Objetivo Especifico 1.....	47
Metodología para el logro del Objetivo Especifico 2.....	52
Metodología para el logro del Objetivo Especifico 3.....	61
Desarrollo de la solución.....	62
Factibilidad técnica operativa.....	62

Análisis de Resultados .....	65
Análisis Costos - beneficio .....	65
Resultados del objetivo específico 1 .....	66
Resultados del objetivo específico 2.....	77
Resultados del objetivo específico 3.....	83
Aportes más Destacables a la Institución.....	97
Conclusiones .....	99
Recomendaciones .....	101
Referencias.....	102
Anexos .....	110

### Índice de tablas

Tabla 1 Experiencia laboral Municipalidad del Centro Poblado de Muruhuay.....	14
Tabla 2 Experiencia Laboral Municipalidad Provincial de Tarma.....	16
Tabla 3 Experiencia Laboral JYP Consultora y Constructora.....	17
Tabla 4 Experiencia Laboral Municipalidad Provincial de Tarma.....	19
Tabla 5 Municipalidad Provincial de Tarma responsable de La Unidad Formuladora.....	21
Tabla 6 Municipalidad Provincial de Tarma responsable de la Unidad Formuladora.....	23
Tabla 7 Tipo de superficie en función a las pendientes.....	48
Tabla 8 Clasificación de vía.....	49
Tabla 9 Velocidad de diseño.....	51
Tabla 10 Ángulos de deflexión máximos para curvas horizontales.....	52
Tabla 11 Distancias de tramos en tangentes.....	53
Tabla 12 Valores de peraltes máximos y radios mínimo y.....	54
Tabla 13 Pendientes Máximas.....	56
Tabla 14 Valores de K para curvas convexas verticales.....	57
Tabla 15 Especificaciones de K para curvas verticales de forma concava.....	57
Tabla 16 Dimensiones básicas de las vías de circulación.....	58
Tabla 17 Dimensiones de la berma.....	59
Tabla 18 Niveles de inclinaciones en áreas de corte.....	60
Tabla 19 Niveles de taludes en áreas de relleno.....	60
Tabla 20 Cuadro de inversión en efectivo.....	64
Tabla 21 Cuadro de evaluación Costo - Beneficio.....	65
Tabla 22 Ubicación política del proyecto.....	67
Tabla 23 Coordenadas de Inicio y Fin de la vía.....	70

Tabla 24 BMS del levantamiento .....	70
Tabla 25 Clasificación de la vía.....	72
Tabla 26 Velocidad para el diseño geométrico.....	76
Tabla 27 Valores de radios mínimo y peraltes máximos.....	78
Tabla 28 Valores de K para curvas convexas verticales.....	79
Tabla 29 Indicadores de K para curvas verticales de forma cóncava .....	80
Tabla 30 Dimensiones de la sección transversal.....	81
Tabla 31 Longitudes y diámetros sugeridos en pasadores.....	88
Tabla 32 Longitudes y diámetros sugeridos en Barras de Amarre .....	88
Tabla 33 Metas físicas del proyecto.....	93

## Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama de la empresa .....	13
Figura 2 Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad de Muruhuay .....	14
Figura 3 Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad Provincial de Tarma .....	17
Figura 4 Evidencia de experiencia laboral en J Y P Consultora y constructora .....	19
Figura 5 Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad Provincial de Tarma .....	21
Figura 6 Evidencia de la experiencia laboral de la Municipalidad Provincial de Tarma .....	23
Figura 7 Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad Provincial de Tarma .....	32
figura 8 Formato para conteo de vehículos .....	50
Figura 9 Curvas circulares con sus elementos .....	53
Figura 10 Fórmula para el cálculo del sobreancho .....	55
Figura 11 Sección frecuente en áreas rurales.....	61
Figura 12 Ubicación de la Región de Junín en Perú.....	66
Figura 13 Mapa de localización microlocalizada del proyecto .....	67
Figura 14. Conteo – registro de vehículos .....	73
Figura 15. Porcentaje distribuido por clases de vehículos.....	75
Figura 16. Longitud horizontal de la senda .....	77
Figura 17. Perfil longitudinal de vía .....	81
Figura 18. Perfil longitudinal de vía .....	82
Figura 19. Perfil longitudinal de vía .....	82
Figura 20. Perfil longitudinal de vía .....	83
Figura 21. Perfil longitudinal de vía .....	83
Figura 22. <i>Reacción combinado KC</i> .....	84
Figura 23. Correlacion CBR y Modulo de Reaccion de la Sub rasante.....	85

Figura 24. Espesor del diseño .....	87
Figura 25. Dimensiones de los paños de losas.....	87
Figura 26. Junta transversal y longitudinal.....	89
Figura 27. Junta longitudinal .....	90
Figura 28. Junta transversal .....	90
Figura 29. Relleno con asfalto y arena.....	91
Figura 30. Programa de Diseño para pavimentación rígida en planta y perfil. ....	91
Figura 31. Plano de Diseño de pavimento rígido en planta y perfil .....	92
Figura 32. Plan general de implementación en el software Infra Works.....	92

## Introducción

La creciente complejidad de los proyectos de ingeniería civil requiere un enfoque detallado y minucioso en la fase de diseño y comprobación, con la finalidad de evitar errores costosos, retrasos y paralizaciones. En este sentido identificar y corregir de manera temprana las inconsistencias y fallos en los planos y especificaciones técnicas es esencial para mantener un flujo adecuado en el proyecto y controlar los costos. Un enfoque proactivo que incluya revisiones exhaustivas, modelado de información de construcción, un control de calidad riguroso y una colaboración efectiva entre los equipos puede ser decisivo para minimizar riesgos y garantizar el éxito del proyecto.

En nuestro medio la fase de desarrollo del proyecto se lleva a cabo de manera tradicional, con diferentes profesionales especializados en áreas específicas, lo que genera productos independientes que dificultan la integración de la información, reflejándose en el proceso de elaboración. Este enfoque tradicional es especialmente propenso a errores, ya que la falta de coordinación puede afectar los costos, la excelencia y evolución del proyecto.

Con el tiempo, se ha buscado mejorar la calidad en la realización de proyectos y diseños, así como reducir los tiempos de elaboración. Una innovación significativa en el campo de la ingeniería civil son los programas de modelado asistido por computadora (CAD), que han reemplazado el dibujo manual, disminuyendo errores, costos y tiempos de desarrollo.

Las limitaciones técnicas en los proyectos de construcción de infraestructura vías han llevado a un enfoque renovado en este tipo de proyectos, buscando implementar metodologías basadas en avances tecnológicos utilizados en otros países, que permitan crear prototipos modificables.

La tecnología y las herramientas asociadas son clave para lograr los objetivos que acorten los plazos y optimicen los procesos en proyectos de ingeniería vial, que son de gran necesidad. En el contexto nacional, los diseños se realizan mayormente de manera tradicional, y la falta de compromiso con la actualización evidencia la ausencia de soluciones tecnológicas que podrían reducir las anomalías de diseño entre proyectos. La implementación de metodología BIM y sus instrumentos tecnológicos puede ayudar a mitigar contratiempos, mejorar los tiempos y reducir esfuerzos, así como eliminar los errores en el periodo de vida del proyecto desde la conceptualización hasta la entrega.

El gobierno del Perú ha comenzado a implementar esta metodología mediante la Resolución Directoral N° 002-2021-EF/63.01, que establece un plan, el cual viene implementando de forma gradual la metodología BIM en las instituciones públicas, esta metodología BIM no está completamente adoptada debido a la falta de especialistas y entidades que promuevan la metodología.

Este trabajo tiene como objetivo realizar el análisis de la metodología BIM en el diseño vial geométrico, de las vías en zonas urbanas en el barrio San Cristóbal. Se realizan estudios preliminares y se propuso un diseño geométrico basado según el Manual de Diseño de Carreteras 2018, utilizando software BIM, dado que este proyecto es crucial para el progreso de la comunidad tarmaña, en particular para el barrio San Cristóbal.

## **Trayectoria del Autor**

### **Descripción de la Empresa**

La entidad pública es la Municipalidad Provincial de Tarma, con R.U.C 20174816221 con residencia jurídica en Jr. Lima y Dos de Mayo N°199, distrito de Tarma Provincia de Tarma, departamento de Junín representado por el alcalde Walter Jiménez Jiménez quien preside la actual gestión 2023-2026.

La Municipalidad Provincial de Tarma, brinda servicios a la comunidad de habitantes de la ciudad de Tarma. El área donde me desempeño es la Sub Gerencia de obras y liquidaciones cuyo objetivo es la formulación, elaboración y aprobación de los proyectos que se ejecutan en la provincia de Tarma, así mismo de la supervisión y orientación de la ejecución de obras de infraestructura, y la recepción de obras concluidas previa conformidad de la ejecución, como también revisión de la liquidación física y financiera.

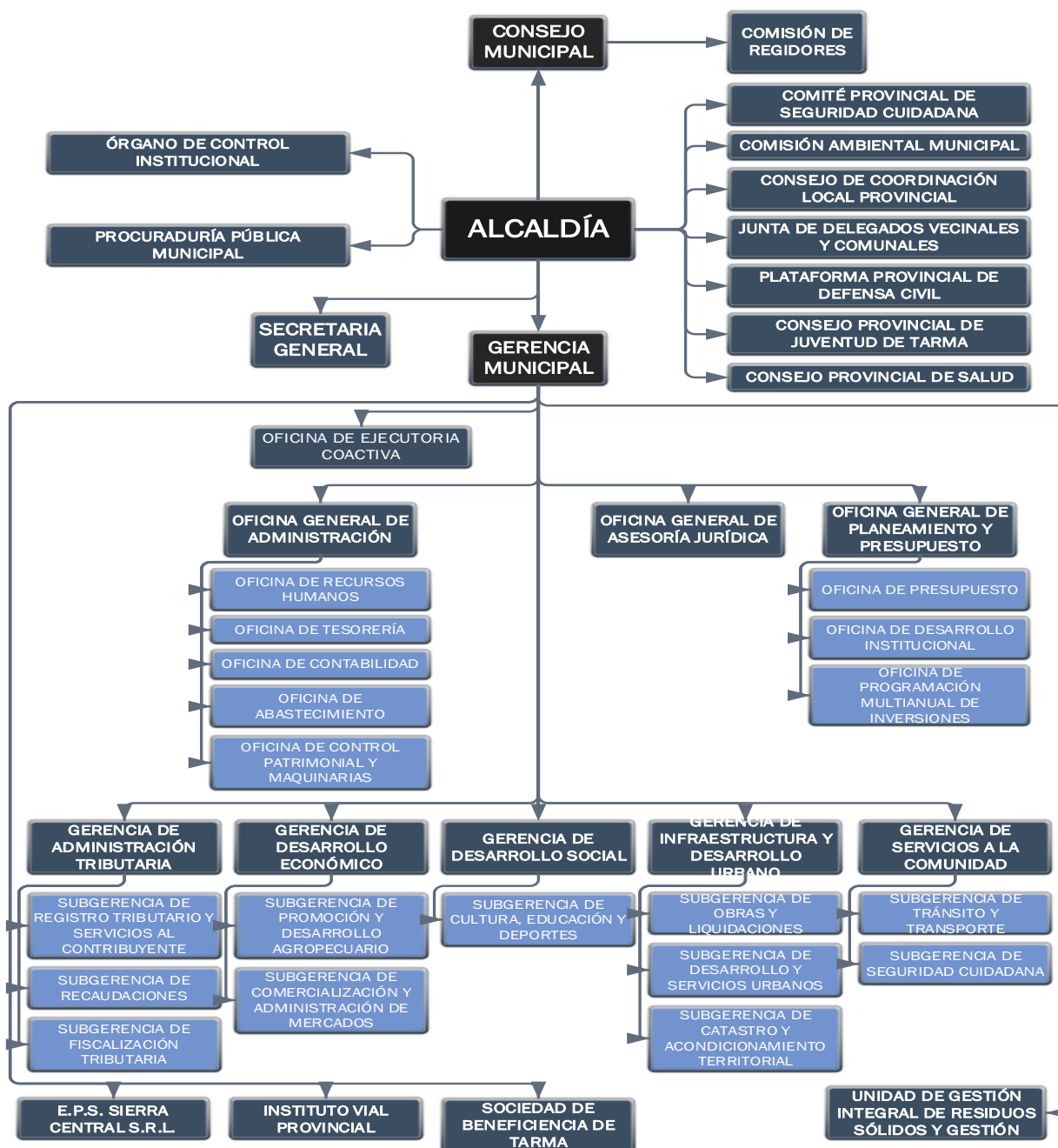
Se precisa que la Municipalidad Provincial de Tarma, concretamente en la Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones viene formulando, evaluando, proyectos a favor de la población las cuales se encuentran en marco del cierre de brechas como, saneamiento, movilidad urbana, cultura y deporte, así mismo se viene supervisando los proyectos que se vienen ejecutando según los objetivos aprobados en la documentación técnica, por otra parte se viene recepcionando los proyectos que cumplen a cabalidad con las metas propuestas en el expediente técnico.

### **Organigrama de la Empresa**

El detalle de la organización de la municipalidad se puede visualizar en la Figura 1.

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota. Adaptado de Reglamento de organización y funciones ROF, por MPT, Flickr

([https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3807900/ROF\\_2022.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3807900/ROF_2022.pdf))

## Áreas y Funciones Desempeñadas

Las funciones desempeñadas por el autor se describen a partir de las tablas y figuras.

**Tabla 1**

Experiencia laboral Municipalidad del Centro Poblado de Muruhuay

Entidad	Municipalidad del Centro Poblado de Muruhuay
Descripción de actividad	Obra "Pavimentado de las calles los espinos y primavera Centro Poblado de Muruhuay distrito de Acobamba - Provincia de Tarma -Departamento de Junín"
Especialidad	Pavimentación
Fecha de inicio	13 de diciembre del 2019
Fecha de culminación	13 de marzo del 2020
Días	91
Cargo	Asistente técnico

*Nota.* Elaboración propia

**Figura 2**

*Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad de Muruhuay*



*Nota.* Elaboración propia

- Asistir en la estructuración, planeamiento, realización y seguimiento del proyecto en colaboración con el Ing. Residente.
- Asistir en la gestión de recursos y monitoreo del avance de la obra y la observancia del calendario constructivo, en coordinación con el Ingeniero residente.
- Asistir en la dirección de obra e inspección del desempeño, puntualidad, y uso de los equipos de protección personal, de los empleados, maestros de obra, contratistas, así mismo la calidad de los trabajos relacionados en la obra.
- Asistir en la coordinación con el residente y el equipo involucrado en los progresos en la realización de la obra (diario, semanal, quincenal, mensual), validando los progresos y las liberaciones del trabajo efectuado.
- Asistir en garantizar la observancia de los procedimientos y protocolos de construcción fijados.
- Coordinar con cada líder de cuadrilla las tareas previstas para el día, para su correcto desarrollo.
- Asistir en el control de los elementos realizados por los proveedores, además de asegurar la observancia del calendario de ejecución de cada contrato.
- Asistir en todo lo concerniente a la aportación de datos para la creación procedimientos de control y seguimiento técnico por parte de la Oficina Técnica, que aseguren la calidad y cumplimiento de objetivos.
- Otras responsabilidades que se ajusten al cargo

**Tabla 2***Experiencia Laboral Municipalidad Provincial de Tarma*

Entidad	Municipalidad Provincial de Tarma
Descripción de actividad	Asistencia Técnica
Especialidad	Gestión Pública
Fecha de inicio	15 de abril del 2020
Fecha de culminación	15 de febrero del 2021
Días	306
Cargo	Asistente técnico

*Nota.* Elaboración propia

- Evaluar y aprobar las peticiones y documentos técnicos que se tramitan en el departamento donde se lleva a cabo de acuerdo a las directrices proporcionadas.
- Asistir en la programación, realización y control de la administración de los procesos del área conforme a las directrices proporcionadas.
- Involucrarse en la puesta en marcha del sistema de monitoreo y control interno de riesgos pertinentes en el campo de sus responsabilidades e informar sobre su ejecución.
- Documentar en el ordenador personal designado, los datos e información necesarios para el uso de los programas informáticos de su sector.
- Revisión de planos: Verifica y actualiza planos, especificaciones y documentos técnicos.
- Ejecutar otras tareas que le confiera el superior inmediato, en el campo de su capacidad.

**Figura 3**

*Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad Provincial de Tarma*



*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 3**

*Experiencia Laboral JYP Consultora y Constructora*

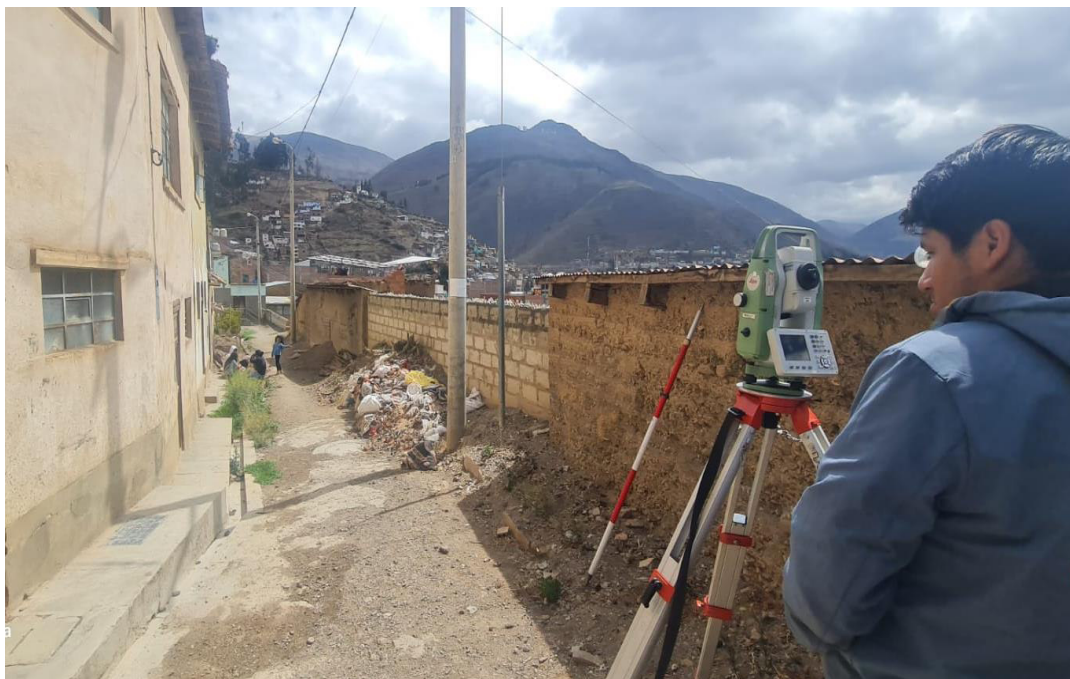
Entidad	J Y P Consultora y constructora
Descripción de actividad	Asistencia Técnica
Especialidad	Empresa privada
Fecha de inicio	10 de marzo del 2021
Fecha de culminación	10 de junio del 2021
Días	92
Cargo	Asistente técnico

*Nota.* Elaboración propia

- Asistir en la identificación de tareas pendientes, programación de tareas asignando plazo y fechas límites, de la obra en coordinación con el Ing. Residente.
- Brindar apoyo en la gestión y monitoreo del avance del proyecto garantizando la ejecución eficiente y efectiva en colaboración con el Ingeniero residente.
- Apoyar en el seguimiento y control de los elementos producidos y entregados por los proveedores, verificando que cumplan con los estándares de calidad establecidos. Además, asegurar que cada proveedor respete el cronograma de ejecución del contrato, supervisando que se cumplan los plazos de entrega y el flujo adecuado de materiales y servicios necesarios para el avance de la obra. Este monitoreo constante permite identificar y resolver posibles retrasos o inconvenientes, garantizando que el proyecto avance de acuerdo con el plan establecido.
- Colaborar en la verificación de que todos los trabajos se realicen de acuerdo con los planos aprobados, asegurándose de utilizar las versiones más recientes y revisando y ajustando las especificaciones técnicas según sea necesario.
- Coordinar con cada líder de cuadrilla las tareas previstas para el día, para su correcto desarrollo.
- Elaborar los documentos y entregar las evaluaciones de la obra para su aprobación.
- Aplicación y uso adecuado de las herramientas de administración y control implementadas por la entidad.
- Acatamiento de las pautas y directrices dictadas por la Gerencia General.

**Figura 4**

*Evidencia de experiencia laboral en J Y P Consultora y constructora*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 4**

*Experiencia Laboral Municipalidad Provincial de Tarma*

Entidad	Municipalidad Provincial de Tarma
Descripción actividad	Contrato servicios -CAS N°083-2023 ASISTENTE TECNICO 1
Especialidad	Gestión pública
Fecha de inicio	03 de Abril del 2023
Fecha de culminación	30 de Junio de 2023
Días	88
Cargo	Asistente técnico

*Nota.* Elaboración propia

- Recoger, examinar e interpretar los datos categorizándolos para la administración de la Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones de la Municipalidad Provincial de Tarma
- Implementar las acciones de respaldo a la dirección de la Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones de la Municipalidad Provincial de Tarma.
- Elaborar informes, cuadros, gráficos y resúmenes variados que necesite la administración y conforme al campo de competencia.
- Evaluar y aprobar las peticiones y documentos técnicos que se tramitan en el departamento donde se lleva a cabo de acuerdo a las directrices proporcionadas.
- Asistir en la programación, realización y monitoreo de la administración de las tareas del área conforme a las directrices proporcionadas.
- Participar activamente en la implementación del sistema de control interno y en la gestión de riesgos relacionados con sus áreas de responsabilidad, manteniendo informado al equipo sobre el progreso y cumplimiento de estas medidas.
- Documentar en el ordenador personal designado, los datos e información necesarios para el uso de los programas informáticos de su sector.
- Garantizar la seguridad, conservación y funcionamiento de los recursos se dieron para la ejecución sus tareas.
- Apoyar en la aplicación de normativas y políticas internas, asegurándose de que las acciones del área estén en cumplimiento con las regulaciones vigentes y los estándares de la entidad pública.
- Ejecutar otras tareas que el jefe inmediato asigna, dentro del campo de su competencia.

**Figura 5**

*Evidencia de la experiencia laboral en la Municipalidad Provincial de Tarma*



*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 5**

*Municipalidad Provincial de Tarma responsable de La Unidad Formuladora*

Entidad	Municipalidad Provincial de Tarma
Descripción	MEMORANDUM N°129-2023-ORHOGA/MPT ROTACION A
actividad	RESPONSABLE DE LA UNIDAD FORMULADORA
Especialidad	Gestión pública
Fecha de rotación	08 de mayo del 2023
Cargo	Responsable de la Unidad Formuladora

*Nota.* Elaboración propia

- Como asistente técnico: Elaboración de planes de trabajo.
- Coordinar con los residentes en la obra, los supervisores en la obra y los almaceneros en la edificación de obras públicas.
- Determinar los potenciales obstáculos en la edificación de obras públicas y las posibles sugerencias para superarlos, en proyectos bajo el esquema de Administración Directa.
- Coordinación permanente respecto del avance de obras con la supervisión de obras programadas.
- Recibir un informe con las acciones detalladas al nivel correspondiente cada mes sobre el progreso físico evaluado de la obra.
- Apoyar en la aplicación de normativas y políticas internas, asegurándose de que las acciones del área estén en cumplimiento con las regulaciones vigentes y los estándares de la entidad pública.
- Colaborar en la implementación y monitoreo de proyectos de la entidad pública, manteniendo registros de avances, plazos y necesidades.
- Otras que le asigne la “Sub Gerencia de Obras y Liquidaciones”.

**Figura 6**

*Evidencia de la experiencia laboral de la Municipalidad Provincial de Tarma*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 6**

*Municipalidad Provincial de Tarma responsable de la Unidad Formuladora*

Entidad	Municipalidad Provincial de Tarma
Descripción de actividad	Contrato Administrativo de Servicios – CAS N°083-2023 ASISTENTE TÉCNICO 1 - ROTACION A RESPONSABLE DE LA UNIDAD FORMULADORA
Especialidad	Gestión pública
Fecha de inicio	01 de junio del 2023
Fecha de culminación	30 de junio del 2024
Días	395
Cargo	Responsable de la Unidad Formuladora

*Nota.* Elaboración propia

- Responsable de la Unidad Formuladora: realización, evaluación, suscripción de las fichas técnicas, estudios de pre inversión, IOARR, el registro en los formatos 7 A y 7C, previo análisis técnico y económico, se determina si la ejecución de dicho proyecto está justificada, determino si el proyecto es viable.
- Mantenimiento de la información en la etapa de construcción del proyecto.
- Asumir la etapa de elaboración y evaluación de la inversión.
- Aplicar los contenidos, metodologías y criterios de formulación aprobados por la DGPMI o los sectores correspondientes para la preparación y evaluación de proyectos de inversión que estén alineados con los objetivos de creación de la entidad o empresa a la que pertenece la UF.
- Elaborar el contenido para las fichas técnicas y los estudios de pre inversión, con el propósito de sustentar la concepción técnica y la escala de los proyectos de inversión..
- Registrar en el banco de inversiones todos los proyectos de inversión, así como las inversiones enfocadas en optimización, expansión y restauración.
- Cautelar que las inversiones de “optimización”, “ampliación marginal”, de “reposición” y de “rehabilitación”, no contemplen intervención que integren proyectos de inversión.
- Autorizar la ejecución de las inversiones de optimización, ampliación marginal, reposición y rehabilitación.
- Declarar la viabilidad de los proyectos de inversión.
- Como responsable de la Unidad Formuladora se realizó la de evaluación y aprobación de proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en los Barrios Progreso y Miraflores Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en el Jr. Cajatambo Barrio Vista Hermosa Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “mejoramiento del servicio de movilidad urbana en el Jr. Cajatambo Barrio Vista Hermosa Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Barrio Cashatuna sobre el rio Maniaco Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en barrio Cashatuna sobre el Rio Maniaco Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Barrio Cashatuna sobre el Rio Maniaco Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en intersección de Jr. Los Alisos Y Jr. San Miguel, Urbanización Las Palmas, Pontón Sobre El Rio Maniaco Distrito de Tarma De La Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “mejoramiento del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en centro poblado de Tarmatambo con Grass sintético y cobertura metálica Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Barrio Milagro Norte Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano y creación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en Barrio de Huanuquillo del Centro Poblado Huanuquillo del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano y creación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en Barrio de Huanuquillo del Centro Poblado Huanuquillo Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica denominado: “Mejoramiento del servicio de Educación Primaria En I.E. 31517 Angela Moreno De Gálvez Del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de Educación Primaria En I.E. 31518 José Gálvez Barrenechea del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de limpieza pública en relleno sanitario Pampaya del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de limpieza pública en relleno sanitario Pampaya del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano y creación del servicio de alcantarillado en Barrio San Cristóbal del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en Pasaje Rodrigo Zarate del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Jr. Santa Isabel, Jr. San Martin De Porres, Pasaje Panamá; Pasaje Prolongación Tumbes, Pasajes Adyacentes 1 Y 2, del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Jr. Las Magnolias, Pje. Ladislao Espinar del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación Del Servicio De Movilidad Urbana En Jr. Las Magnolias, Pje. Ladislao Espinar del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación de los servicios turísticos públicos en recursos turísticos en Laguna Antacocha del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en estadio del Centro Poblado de Picoy del Distrito de Acobamba de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en Jr. Prolongación Independencia, (Barrio San Cristóbal) del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en polideportivo de Grass sintético Barrio Huanuquillo del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento y ampliación de los servicios de protección en riberas de río vulnerables ante el peligro en Tramo Jr. Santa Ana, Pasaje S/N, En El Río Huantay del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en vía Malecón Gálvez Tramo Jr. Los Próceres Al Jr. San Juan Bosco Margen Izquierda del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación de los servicios culturales para la participación de la población en las Industrias Culturales y Las Artes En Urahuchoc del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación de los servicios culturales para la participación de la población en las Industrias Culturales y Las

Artes En Centro Cultural Barrio Progreso del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Pasaje Las Gardenias, Pasaje Santa Teresita (Cuadra 1); Pasaje Santa Teresita (Cuadra 2), Pasaje Santa Teresita (Cuadra 3), Pasaje Santivañez, Pasaje S/N del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vial interurbana en carretera tramo Huasahuasi Chiras - Acobamba del Distrito de Acobamba de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Jr. San Martin Cuadra 6 Y Cuadra 8 del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento de los servicios de protección en riberas de río vulnerables ante el peligro en Jr. Los Proceres Hasta Jr. San Juan Bosco Margen Izquierda Rio Collana del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento de los servicios de protección en riberas de río vulnerables ante el peligro en Jr. Los Proceres Hasta Jr. San Juan Bosco Margen Derecho Rio Collana del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento de los servicios de protección en riberas de río vulnerables ante el peligro en Rio Maniaco Curis Capia del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “mejoramiento del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en losa deportiva del Barrio Mantarana del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en Jr. Dos De Mayo Desde Cuadra 8 Hasta Cuadra 10 Y Pasaje Zapatero, Pasaje Angaraes, Pasaje S/N, Jr. Dique, Pasaje S/N (Médico De Familia) del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en losa de Barrio Miraflores Con Grass Sintético del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de espacios públicos urbanos en el mirador de Antapampa comunidad campesina de Vista Hermosa del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de alcantarillado en Barrio San Sebastián del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “mejoramiento del servicio de movilidad urbana en Jr. Huancayo Cuadra 4 del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en estadio de Centro Poblado Maco del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en campo deportivo con grass sintético en Centro Poblado De Patay del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de movilidad urbana en Jr. Pedro Aranda, Calle 20 De febrero, Jr. Los Maizales, Jr. Los Quinuales del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “creación del servicio de movilidad urbana en Jr. Pedro Aranda, Calle 20 De febrero, Jr. Los Maizales, Jr. Los Quinuales del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- -Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de protección a mujeres víctimas de violencia en situación de riesgo de feminicidio o peligro su integridad y/o salud física y/o mental en casa hogar paraje Huanuquillo del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en Jr. Molino, Jr, Los Robles, Jr Molino De Vargas, Jr. Los Bosques, Calle La Cantuta del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en estadio del Centro Poblado De Ataquero del Distrito de Tarma de la Provincia de Acobamba del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento y ampliación del servicio de accesibilidad a la adquisición de productos de primera necesidad

en mercado 2 de mayo del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Creación del servicio de espacios públicos urbanos en parque infantil Clara Cueva del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento y ampliación del servicio de provisión de agua para riego en canal de riego Chocahuacoy - Palcamayo del Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”
- Evaluación y aprobación de ficha técnica, del proyecto denominado: “Mejoramiento del servicio de práctica deportiva y/o recreativa en estadio San Juan De La Libertad del Distrito de Huasahuasi de la Provincia de Tarma del Departamento de Junín”.

Figura 7

Evidencia de la experiencia laboral en la “Municipalidad Provincial de Tarma”

**invierte.pe**

**FORMATO N° 07-A**  
Fecha de registro: 2006/02/23 07:20:31 pm - Fecha de validación: 2006/02/23 07:40:02 a.m.

Estado: **VALIDE** | Situación: **VALIDE** | Nombre del proyecto de inversión: **Mejoramiento del servicio de movilidad (generado en función al estudio y a los datos registrados en los censos 1,2, 1,3 y 1,4)**

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN EL ACCESO PRINCIPAL AL MIRADOR DE TARMA Y CALLES ADYACENTES DEL BARRIO SAN CRISTÓBAL DISTRITO DE TARMA DE LA PROVINCIA DE TARMA DEL DEPARTAMENTO DE JUNÍN						
¿Cuál es el tipo de intervención? <b>MEJORAMIENTO</b>						
¿El proyecto contempla un componente ambiental? <b>NO</b>						
¿El proyecto corresponde a un Distrito de Inversión? <b>NO</b>						
<b>A. Atribuido a una línea prioritaria</b>						
Código de línea prioritaria		<b>03 TRANSPORTE</b>				
Descripción funcional		<b>034 TRANSPORTE URBANO</b>				
Código funcional		<b>0341 VÍAS URBANAS</b>				
Sector responsable		<b>VIAS, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO</b>				
Especificación de proyecto		<b>VÍAS URBANAS</b>				
Servicio		<b>SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA</b>				
Servicio Público con Bienes Identificados y priorizado		Indicador de beneficio de inversión o servicio		Espacio geográfico		Unidad de medida
SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA		PORCENTAJE DE LA POBLACION URBANA SIN ACCESO A LOS SERVICIOS DE MOVILIDAD URBANA A TRAVÉS DE VÍAS URBANAS		DISTRITO TAL.		PERSONAS
						1126

**B. Instituciones**

**1. Oficina de Programación Multisectorial de Inversiones (OPMI)**

Nombre del gobierno	<b>GOBIERNO LOCAL</b>
Entidad	<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
Nombre de la OPMI	<b>OFI DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
Responsable de la OPMI	<b>OSWALDO AGUI MARICANO RAMÍREZ</b>

**2. Unidad Ejecutora del Proyecto de Inversión (UEI)**

Nombre del gobierno	<b>GOBIERNO LOCAL</b>
Entidad	<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
Nombre de la UEI	<b>UEI DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
Responsable de la UEI	<b>LEON BRUNO PÉREZ ROJAS</b>

**3. Unidad Ejecutora de Inversiones (UEI)**

Nombre del gobierno	<b>GOBIERNO LOCAL</b>
Entidad	<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
Nombre de la UEI	<b>UEI DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
Responsable de la UEI	<b>PEDRO PAUL MUCHA PALCON</b>

**4. Unidad Ejecutora Programática (UEP)**

Nombre de la UEP	<b>03411 - MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TARMA</b>
------------------	--

**C. Presupuesto y Evaluación**

**Resumen**

Origen	Inversión					
Unidad Productora	MOVILIDAD	EN EL ACCESO PRINCIPAL AL MIRADOR DE TARMA Y CALLES ADYACENTES DEL BARRIO SAN CRISTÓBAL				
Título de la inversión	<b>MEJORAMIENTO</b>					
Actividad o actividad						
Indique con venia el del indicador						
Localización geográfica de la unidad productora	LÍNEAS URBANAS	Departamento	Provincia	Distrito	Código postal	
	TARMA	JUNÍN	TARMA	TARMA		

**Detalle de inversión**

Unidad geográfica	Departamento	Provincia	Distrito	Código postal
11-4135667104477021-754659120505010	JUNÍN	TARMA	TARMA	

**D. Análisis del proyecto de inversión**

**1.1. Objetivos del proyecto de inversión**

Descripción del objetivo central del proyecto	Mejorar las condiciones de servicio de movilidad urbana del acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del barrio San Cristóbal a través de vías.
Nombre del indicador para la medición del objetivo central	PERCENTAJE DE LA POBLACION URBANA SIN ACCESO A LOS SERVICIOS DE MOVILIDAD URBANA A TRAVÉS DE VÍAS URBANAS
Unidad de medida del indicador	PERSONAS
Fecha de inicio (AÑO)	2023
Valor del año base	1,225.00
AÑO de cumplimiento	2024
Valor del año base	1,225.00
Máximo número de años de cumplimiento, luego del inicio de funcionamiento del proyecto	1,225.00

## Problemática

### Planteamiento de Problema

La ingeniería civil ha avanzado junto con la tecnología, empleada en los procedimientos de construcción para mejorar el diseño que se proporciona a los clientes del sector. Así, la infraestructura crece mediante la integración de elementos físicos y digitales que ofrecen más datos para tomar decisiones de gestión. En este contexto, se observa un aumento en el uso del modelo de información para el desarrollo (BIM), una herramienta fundamental en áreas como la edificación, la ingeniería y la arquitectura

Desde la perspectiva sudamericana, el método BIM ha evolucionado principalmente en Chile, donde se busca evitar deficiencias e incompatibilidades en los procesos constructivos. Perdomo (2021) indica que hay una oportunidad para transformar la manera en que se construyen las carreteras, dado que los métodos tradicionales han generado retrasos significativos y costos innecesarios en la preparación, lo cual afecta a gerentes, asesores y ejecutores en sus roles, al evitar problemas durante la construcción.

En la República de Nueva Granada, se ha decidido mejorar los procesos constructivos y afinar los diseños mediante la implementación de la técnica BIM. Brenes (2020) señala que las dificultades en la realización de proyectos de ingeniería, tanto en costos como en condición de calidad, se deben a la falta de información precisa durante las etapas de planificación y a la mala estrategia de llevar a cabo el proyecto entre los especialistas, lo que genera retrasos en el desarrollo.

En Perú, el método BIM se ha utilizado principalmente en mega proyectos en la capital, logrando resultados efectivos que minimizan retrasos y mejoran los resultados. Según Paz (2019), el BIM se aplica en una amplia variedad de proyectos de ingeniería, abarcando aspectos

externos del modelado 3D, como tiempo, durabilidad, costos, planificación, desarrollo, mantenimiento y operación. Además, la simulación y el desarrollo de soluciones prediseñadas son otras aplicaciones de la metodología BIM (Modelado de Datos de Construcción).

Asimismo, la industria de la ingeniería en la región de Junín está experimentando varias mejoras tecnológicas, la metodología BIM entre ellas. Sajami (2021) menciona que esta innovación mejora el monitoreo y la organización de proyectos, facilitando una comunicación visual más efectiva a través de imágenes y perspectivas 3D, y fortaleciendo la interacción entre los profesionales del equipo.

### **Definición del problema**

El problema que enfrenta el barrio San Cristóbal es la inadecuada infraestructura vial, los residentes transitan por calzadas que presentan fisuras y baches significativos. Además, la ausencia de obras, como badenes y pasos a desnivel, provoca que las intensas lluvias dañen tanto la infraestructura vial como la peatonal, causando inundaciones en las calles. También se necesitan muros de contención de diferentes alturas debido al deterioro provocado por la falta de obras adecuadas, lo que ha llevado al deslizamiento de ciertos tramos de la vía.

Por otro lado, el tránsito se ve frecuentemente interrumpido por el diseño deficiente de las curvas, lo que genera accidentes y retrocesos inesperados, entre otros inconvenientes. Ante estas deficiencias en la vía urbana de San Cristóbal, se propone realizar el diseño utilizando la metodología BIM y elaborar las vías urbanas de los barrios San Cristóbal, con la meta de incrementar la calidad de vida de los residentes de Tarma. Esto es crucial para facilitar la circulación vial y peatonal, ya que el polvo y la mala infraestructura afectan negativamente la economía y la salud de los residentes de San Cristóbal.

## **Objetivo General**

- Realizar el diseño geométrico de vías urbanas en el acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal utilizando la metodología BIM

## ***Objetivos Específicos***

- Determinar los estudios básicos para la realización del proyecto servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, Tarma, 2024.
- Proponer el Diseño Geométrico en horizontal y vertical del servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, Tarma, 2024.
- Diseñar el proyecto servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, mediante civil 3D e Infracore con la metodología BIM.

## **Justificación**

El proyecto realizado se justifica por que permite garantizar la sostenibilidad de la infraestructura vial desde un enfoque pragmático. El efecto social de este trabajo es considerable, dado que la incorporación de BIM en la infraestructura de carreteras promueve la edificación virtual y la supervisión de los contratistas, optimizando así la supervisión de los contratistas, mejorando la coordinación y la comunicación visual. Esto puede resultar en una producción de proyectos más rápida y eficiente, contribuyendo a un entorno urbano más habitable.

El enfoque teórico de este estudio servirá como guía para aplicar la fabricación y el modelado de información en proyectos viales, permitiendo un aprovechamiento más eficaz del tiempo y los materiales, además, se pone más énfasis en el modelo digital 3D del producto final,

dando más importancia al modelo digital 3D. Esto también alentará la adopción de BIM entre las entidades del gobierno y las compañías del sector manufacturero.

### **Alcances y limitaciones**

De acuerdo con Hernández (2018), se refiere al concepto de término "investigación aplicada" se emplea para referirse a estudios realizados con un objetivo práctico, como resolver un problema existente o mejorar un método ya establecido. El meta principal del estudio llevado a cabo fue recopilar y consolidar información sobre el método BIM y la construcción de carreteras urbanas, con el fin de fomentar el crecimiento intelectual y cultural en estos campos, también menciona que la investigación cuantitativa usa métodos estadísticos y matemáticos para recopilar y analizar datos de manera sistemática, lo que conduce a una respuesta numérica a la pregunta propuesta. Por su parte, Mendoza (2018) señala que la variable relacionada con el diseño de vías urbanas suele estar influenciada por el método BIM, que actúa como directrices y normas para el modelado de la intervención, aunque estos datos a menudo no son medibles ni manipulables.

El método de investigación longitudinal incluye estudios observacionales que combinan datos cualitativos y cuantitativos para rastrear a individuos específicos a lo largo del tiempo, generalmente mediante mediciones continuas o recurrentes (Mendoza, 2018). A diferencia de la investigación experimental, que selecciona sujetos al azar, los estudios cuasiexperimentales adoptan un enfoque descriptivo, observando individuos y diversos factores sociales para recopilar datos cualitativos y cuantitativos (Hernández, 2018).

El presente trabajo presenta un diseño de carreteras urbanas a nivel LOD 300, empleando programas como Autodesk Civil 3D e Infracore, que constituyen uno de los niveles más habituales en el diseño y uso de la metodología BIM.

## Marco Teórico

### Antecedentes

Zevallos (2020) llevó a cabo el diseño geométrico de vías urbanas utilizando la metodología BIM en la provincia de “Tarma”, “Junín”. Para ello, se emplea una investigación aplicada de tipo descriptiva, que incluyó la recopilación de datos y el diseño geométrico de las vías en zonas urbanas mediante BIM, con el fin de beneficiar a la población de Tarma. Se decidió llevar a cabo un estudio topográfico minucioso para interactuar con los programas informáticos, detallando de forma metódica el uso de Civil 3D y Autodesk Infracore, instrumentos fundamentales en este método, además de acatar el “manual de diseño geométrico de carreteras de 2018”. Los hallazgos indicaron que, para la planificación de las carreteras principales, se tomaron en cuenta veredas de 1.80 m, aparcamientos de 2.40 m y vías que se conformaron por 2 módulos de 3 m sin separación. Respecto a los indicadores de velocidad para el diseño, se aplicó el manual de 2018, el cual dicta que la velocidad de para el diseño de las vías de conexión debe oscilar entre 30 km/h y 40 km/h, optando por un diseño de 40 km/h. Para las rutas secundarias locales, se consideraron veredas de 1.20 m, estacionamientos de 1.80 m y calzadas de 2 módulos de 3 m. Se concluye que la implementación de BIM en la topografía de Tarma proporciona múltiples beneficios, ya que facilita la gestión de datos de forma intuitiva, permitiendo ajustes en parámetros técnicos y una manipulación más fluida de la superficie del terreno, además de ofrecer precisión gracias al uso de software en 3D como Civil 3D e Infracore.

Huacallo (2022) realizó un estudio para comparar distintos métodos y evaluar cuánto puede contribuir cada uno a optimizar el tiempo en la etapa de preparación de una obra de construcción de carreteras. A diferencia de las técnicas convencionales, que se basan en planos

en 2D y carecen de un enfoque de gestión integral, lo que resulta en desconexiones y duplicaciones de trabajo, se llevó a cabo un estudio cuantitativo para comparar el método de diseño convencional, utilizando el 4D BIM. Este enfoque se detalló y utilizó en la fase de diseño para evaluar vías, muros de contención y puentes, generando los archivos y planos necesarios según los estándares de BIM. La investigación concluyó que el procedimiento de edificación puede segmentarse en dos actividades principales: movimiento de tierras y pavimentación flexible, con variaciones de -61,72% y 93,79%, respectivamente; en este sentido, la técnica BIM mostró menor eficiencia en movimiento de tierras en comparación con la tradicional.

Cordero (2022) propone un método y estrategia, para evaluar la sostenibilidad del uso de BIM en proyectos de construcción de carreteras en “Costa Rica”. El desarrollo de nuevas carreteras en el país ha sido lento en las últimas décadas, resultando en proyectos inadecuados. Por ello, se inició una investigación acerca de la puesta en marcha de BIM en proyectos de obras públicas de infraestructura de carreteras, identificando tácticas digitales para el desarrollo de infraestructura. A partir de este análisis, se señalaron problemas y beneficios potenciales de implementar BIM. Las mayores de las dificultades en la ejecución de proyectos ocurren durante la etapa de planificación, cuando no se destina el tiempo y la inversión requeridos para asegurar la calidad del plan; elementos como los análisis de la calidad del plan de prefactibilidad, gestión social y comunicación aún no se consideran, aunque son esenciales según las mejores prácticas internacionales.

Murcio (2022) concluyó que los proyectos en modelo BIM resultan en una reducción significativa de recursos humanos y materiales en comparación, con aquellos gestionados de forma tradicional. La metodología BIM se manifiesta como una opción innovadora. que optimiza

la gestión de la información de manera adecuada y eficaz, esto posibilita optimizar el tiempo en un 26% para la formación de terraplenes y un 24,54% para las excavaciones.

Huillcas (2022) introdujo el método BIM para mejorar la construcción de la carretera trocha carrozable de Collpa - Manta, en Huancavelica. Dado que no hay expertos en BIM en las entidades gubernamentales de la región, se realizó un estudio práctico para analizar los beneficios de emplear BIM en el sector. proyectos viales. Esto resultó en mejoras en el proyecto y se convirtió en un recurso valioso para futuros ingenieros. La adopción de BIM se ha comprobado que reduce conflictos, optimiza la adherencia a los plazos y reduce gastos en términos de cumplimiento de plazos, todas las etapas de la construcción, respaldando su uso a nivel mundial.

Para administrar de manera más eficiente los proyectos de construcción de vías en “Tarapoto”, “San Martín”, Sahami y Ramírez (2021) diseñaron un plan muy innovador y tecnológico haciendo uso de BIM. Los encargados de llevar a cabo obras de reciclaje en San Martín enfrentan problemas de gestionar los recursos, lo que da como resultado en pérdidas de tiempo y dinero. Por lo tanto, se realizó un estudio cuantitativo de tipo descriptivo, analizando e interpretando data para elaborar un proyecto que se ajuste a las normas de veredas urbanas del país. Se determinó que las mejoras viales pueden ser administradas, más eficientemente mediante técnicas BIM, optimizando el tiempo de cada tarea individual. La muestra mostró un nivel de significancia de 0.049, lo que sugiere que la modernización de carreteras en Tarapoto se beneficiaría de un control económico basado en BIM.

La implementación de BIM en proyectos de infraestructura de carreteras ha demostrado éxitos en diversos países. En Estados Unidos, el Departamento de Transporte de Ohio ha puesto en práctica el BIM en sus proyectos de infraestructura, optimizando la cooperación entre grupos

multidisciplinarios y minimizando errores de diseño. (Miller, 2022). En Australia, el Departamento de Transporte de Victoria ha elaborado un Plan de Implementación BIM, proporcionando pautas para su eficaz ejecución. (VicRoads, 2020). Asimismo, en el Reino Unido, el uso de BIM ha conducido a optimizaciones en la planificación, administración de activos y comunicación entre los equipos. (Becker, 2019). Además, las Normas ISO 19650, que han evolucionado con el tiempo, son fundamentales para esta investigación, ya que facilitan la etapa de planificación de proyectos de infraestructura, permitiendo una utilización eficaz de grandes cantidades de información y logrando una reducción del 75% en el espacio en archivos BIM, al utilizar el software Civil3D 2019.

Por otro lado, se debe reconocer que los procedimientos BIM mejoran la eficiencia del proyecto, evitando reprocesos e incompatibilidades, lo que reduce costos y plazos (Díaz & Rivera, 2020). BIM promueve el uso de tecnologías innovadoras y competitivas, optimizando las etapas de creación de proyectos de edificación de infraestructura vial, tales como la eficacia de los diseños y la claridad en los procedimientos y la identificación de errores. Ellos determinaron una reducción del 35% en el plazo estipulado con respecto al método convencional, concluyendo que la implementación de BIM en proyectos viales mejora la exactitud en los presupuestos y los tiempos de ejecución, disminuyendo de esa manera el peligro de fracaso en la obra.

### **Bases teóricas**

Los principios teóricos de esta investigación se han fundamentado en el análisis de los conceptos de diversos autores, lo que ha permitido la identificación de las variables independientes relacionadas con el enfoque BIM y el diseño de vías urbanas. El propósito del modelada 3d de información de construcción (BIM) es asegurar una ejecución continua de los

proyectos desde su periodo de inicio hasta el final de su ciclo de vida, garantizando que todas las partes implicadas sigan un conjunto común de directrices mientras contribuyen al desarrollo del proyecto (Lara, 2022).

Podemos afirmar que BIM es un método para estructurar proyectos, que pone énfasis en la utilización de un modelo tridimensional y otras tecnologías que simplifican la unificación de datos mediante la integración de información. provenientes de diversas referencias (Moreno, 2021).

BIM consiste en un conjunto de reglas, métodos y tecnologías que establece una metodología básica de gestión del diseño, generando datos digitales durante la duración del proyecto (Arévalo, 2021), por otra parte el concepto de BIM abarca procesos de construcción que utilizan información virtual de manera estratégica y coordinada, fomentando el trabajo colaborativo mediante comunicación libre y el intercambio de datos entre todos los que participan, apoyados por software estático y dinámico (Brenes, 2020), también podemos decir que es una estrategia contemporánea diseñada para facilitar la comunicación y colaboración entre ingenieros, arquitectos y constructores (Vivancos, 2018). Al utilizar BIM, los profesionales pueden gestionar mejor su tiempo y recursos, incrementando la productividad sin sacrificar la calidad.

En cuanto a la topografía y su relación con la metodología BIM, la topografía se define como el procedimiento de identificar puntos en el suelo para establecer sus coordenadas a través de diferentes técnicas de medición (Arista & Yalta, 2020), la topografía es una rama de la ingeniería que estudia las propiedades de un proyecto y emplean estos descubrimientos para trazar o localizar puntos, líneas y curvas que orientarán la edificación (Acampa, 2019).

Guevara (2015) indica que, históricamente, la topografía se impartía a alumnos de ingeniería civil, sin embargo, su aprendizaje se ha extendido a otras disciplinas debido al aumento de la relevancia de la agrimensura en zonas que anteriormente no la necesitaban.

Podemos decir que, a lo largo de la historia, la geografía ha permitido construir estructuras impresionantes, y que los mapas topográficos y modelos en BIM ayudan a representar las características de un proyecto de manera efectiva (Porras & Díaz, 2018), también que el sistema BIM optimiza las definiciones geométricas y los procesos de diseño, haciendo que las correcciones sean automáticas en tiempo real y simplificando el lenguaje técnico (Chuna, 2019).

Adauro (2022) explica que la geometría en un plano horizontal se conforma de líneas, círculos y curvaturas que facilitan una transición fluida, del mismo modo un camino es una infraestructura que tiene 3 dimensiones por ello es compleja, pero se pueden utilizar representaciones simplificadas para su estudio (Díaz, 2019). Por tanto, el diseño de una vía, geoméricamente implica utilizar matemáticas y física para establecer relaciones entre las características físicas y el rendimiento de los vehículos (Huacallo, 2022).

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras establece que la alineación horizontal y vertical debe preservar estabilidad y continuidad para garantizar una velocidad de diseño apropiada, el diseño de vías en zonas urbanas debe tener en cuenta diversos factores, incluyendo la geología y el clima (Martínez, 2021), también se debe enfatizar que la seguridad y cuidado del peatón son fundamentales en el diseño vial (Saavedra & Gálvez, 2020). Según lo anterior podemos decir que el diseño de vías urbanas se define como un proceso que busca crear pavimentos con las características deseadas para mejorar la circulación (Veliz, 2020).

El diseño vial urbano abarca la programación, construcción y mantenimiento de una red vial que cumple con todos los estándares y regulaciones aplicables (Gonzales, 2019). Respecto al uso de la metodología BIM debe considerarse como una herramienta para desarrollar sistemas que describan el proyecto (Acampa, 2019), ya que permite identificar interferencias y mejorar la comunicación a través de simulaciones digitales (Rodríguez, 2022). Para gestionar BIM se requiere la participación activa de todas las profesiones implicadas, ofreciendo ventajas significativas a través de un sistema donde los datos se intercambian constantemente (Arévalo, 2021; Moreno, 2021). Hay que destacar que en algunos lugares es obligatorio el uso de BIM (Cappuyns, 2020) y se aplica a diversos contextos (Trejo, 2018).

### **Definición de términos básicos**

#### ***Metodología BIM***

Su objetivo es administrar y ejecutar proyectos de construcción a través de la cooperación, facilitando el monitoreo de todos los elementos del proyecto a través de un modelo de datos digitales.

#### ***Diseño Vial Urbano***

El objetivo del diseño de carreteras urbanas es enfrentar los desafíos particulares de diseñar para diferentes tipos de usuarios y patrones de tráfico, poniendo especial atención en los más vulnerables: peatones, conductores y aquellos que emplean la vía en ambas situaciones.

#### ***Topografía***

Hace referencia al análisis de los procedimientos y reglas empleados para elaborar una ilustración gráfica del terreno, incluyendo todas sus propiedades, ya sean naturales o artificiales.

#### ***Infraworks***

Es un programa de diseño conceptual que simplifica la modelación y entendimiento contextual de proyectos, posibilitando la unificación de grandes cantidades de información para crear modelos precisos de su ambiente.

### ***Modelación BIM***

La gestión de datos de construcción (CIM) engloba todo el proceso mediante el cual se producen y se mantienen los datos relacionados con una estructura física.

### ***Diseño geométrico***

Hace referencia a investigaciones vinculadas con el diseño geométrico de la velocidad de un camino, que incluyen el diseño vertical y horizontal, además de las secciones transversales y otras propiedades técnicas.

### ***Civil 3D***

Este programa de diseño, que funciona en un contexto de modelos, respalda a los ingenieros civiles contemporáneos en la edificación de la infraestructura del porvenir.

### ***Base***

Para la construcción de la infraestructura del pavimento, es necesario colocar esta capa de material sobre la subbase. Esta capa soporta la mayor parte del peso de los vehículos.

### ***Visualización 3D***

Son imágenes dinámicas del proyecto que pueden ser beneficiosas para fomentar el concepto y las ventajas de la estructura, funcionando como un argumento convincente para persuadir a un cliente.

### ***Calzada***

Los carriles de una vía pueden oscilar entre un solo carril y varios, en función del ancho del camino.

***Vereda***

Se edifican sencillas paredes de hormigón alrededor de las viviendas por razones de seguridad.

***Alameda***

En este espacio, es posible ubicar áreas verdes, recipientes de residuos y asientos, que pueden ser de adoquines o, en algunos casos, de hormigón básico.

***Sardineles***

Hace referencia al margen de una carretera, caracterizado por una sección amplia de hormigón, asfalto u otros materiales.

## **Propuesta de Solución**

La propuesta tiene como objetivo diseñar y mejorar el servicio de movilidad urbana en el acceso al mirador de Tarma y las calles aledañas del Barrio San Cristóbal, utilizando tecnologías avanzadas como Civil 3D e Infracore y aplicando la metodología BIM.

La integración de estas herramientas permitirá desarrollar una solución completa y sostenible que aborde de manera efectiva las necesidades de la zona, enfocándose en mejorar la seguridad de los usuarios, la funcionalidad de la infraestructura y la conectividad de las vías urbanas. Este enfoque responde tanto al crecimiento turístico como a las demandas de expansión urbana en Tarma, asegurando que el diseño cumpla con altos estándares de eficiencia y accesibilidad. Al emplear un entorno de modelado digital y de simulación BIM, el proyecto podrá anticipar y gestionar problemas potenciales desde sus primeras fases, optimizando el proceso de diseño y asegurando un desarrollo de infraestructura acorde a las expectativas de desarrollo local.

### **Metodología de la solución**

Este estudio adoptará un enfoque explicativo, centrándose en detallar el diseño geométrico del objeto de análisis. Esto facilitará la obtención de la información requerida para llevar a cabo una valoración eficaz de las propiedades geométricas del camino estudiado. Para implementar esta metodología, se fundamentará en investigaciones esenciales sobre tráfico, topografía y terrenos. Igualmente, se diseñarán los alineamientos en planta y verticales, además de las secciones transversales.

Identificar los estudios fundamentales necesarios para llevar a cabo el proyecto de servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de Tarma, así como en las calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, Tarma, 2024.

Para el éxito del proyecto, es esencial realizar un conjunto de estudios básicos que permitan comprender y diagnosticar las condiciones actuales de la zona de intervención. Esto incluirá un levantamiento topográfico detallado del área para capturar sus características físicas y determinar los niveles y pendientes necesarios para el diseño geométrico.

Además, será importante realizar un análisis geotécnico del suelo, el cual proporcionará datos sobre la resistencia y estabilidad del terreno, garantizando la viabilidad y durabilidad de las estructuras viales. También se considerará un estudio de tráfico que cuantifique y categorice el flujo vehicular y peatonal, brindando información clave para optimizar el diseño de la vía.

Se identifica la metodología a utilizar por cada objetivo definido.

### ***Metodología para el logro del Objetivo Especifico 1***

Para esta investigación, se considerarán como estudios fundamentales los estudios topográficos, los estudios de tráfico y los estudios de suelo.

**Estudios topográficos.** De acuerdo con MTC (2018), los estudios incluirán la siguiente información georreferenciada, la longitud de la poligonal y los puntos de control asociados a la red Geodésica Nacional con el Sistema WGS84. Sugiere ubicar BMs (Bench Marck) cada 500 m o conforme a lo que la entidad contratante establezca. Los factores que se deben considerar para conseguir una topografía eficiente. Primero, es necesario disponer de puntos geodésicos monumentales de hormigón armado.

***Levantamiento topográfico de la línea del eje.*** Se llevarán a cabo puntos de control, con una distancia máxima de 20,00 m en líneas rectas o tangentes, y se tomará en cuenta una distancia de 10,00 m para líneas curvas con radios inferiores a 100,00 m.-

***Levantamiento topográfico de secciones transversales.*** Las secciones se orientarán hacia el eje del camino. Se recomienda el equidistante para este levantamiento para zonas

rectas o tangentes, con una distancia máxima de 20 m y una distancia curva de 10 m.

Además, se establecerán puntos de control con la máxima extensión para obtener un mayor detalle del terreno que se está estudiando.

Uso de BMs, estos puntos de control son cruciales en el levantamiento topográfico del terreno, ya que facilitan un control detallado al efectuar el replanteo o al llevar a cabo proyectos de infraestructura o vial. Sin embargo, los BMs se situarán a cada 500 m o conforme a lo establecido por la entidad contratante, situados en lugares estables como rocas, veredas o la tapa de los buzones.

Como se mencionó previamente, con los datos obtenidos, se podrá categorizar la carretera por orografía. De estos, se podría establecer un terreno plano, ondulado, accidentado y escarpado, dependiendo de las inclinaciones que presenten las pendientes del objeto de estudio de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Tipo de superficie en función a las pendientes*

Tipo de terreno	pendientes transversales	Pendientes longitudinales
Plano	Menores o iguales al 10%	menores al 3%
Ondulado	entre 11% y 50%	3% y 6%
Accidentado	entre 51% y 100%	entre 6% y 8%
Escarpado	mayores al 100%	mayores al 8%

*Nota.* Se muestra la clasificación del relieve que presenta el objeto estudiado. MTC, 2018.

**Estudios de tráfico.** Según el MTC (2018), la investigación de tráfico tiene como propósito clasificar y cuantificar la cantidad de vehículos que transitan por la vía en estudio. Para

este conteo vehicular se utilizarán tablas estandarizadas descritas en el manual, y el recuento se realizará durante un mínimo de 7 días consecutivos, cubriendo las 24 horas del día. Con los datos obtenidos, se calculará el Índice Medio Diario Anual (IMDA), diferenciando el total de vehículos según su tipo, como se muestra en la figura 3. Los estudios de restauración, mejora, construcción y mantenimiento forman parte del análisis de tráfico y son esenciales para definir el diseño de carreteras y las políticas de conservación vial.

El propósito del estudio es determinar las condiciones adecuadas para el tránsito de vehículos en la vía, con el desplazamiento de pasajeros y carga bruta en las distintas secciones de la vía, y sus características esenciales como la composición por tipo de vehículo, la relación entre el lugar de origen y el destino, las frecuencias de desplazamientos, entre otros

El recuento de vehículos se presenta en un formato ilustrado en la figura, el cual clasifica los vehículos más pequeños, como motocicletas lineales y mototaxis. Además, agrupa otros tipos en categorías como vehículos ligeros (pick-up, combis rurales, paneles), micros, autobuses (de 2 ejes y de 3 o más ejes), camiones (de 2, 3 y 4 ejes), semirremolques y remolques. Esto permite calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA) y clasificar la vía según su demanda, como se detalla en la tabla adjunta

**Tabla 8**

*Clasificación de vía*

<b>Clasificación</b>	<b>Índice medio diario</b>	<b>Separador central</b>	<b>Carriles de carriles</b>	<b>Numero de ancho minimo</b>
<b>Autopista de primera clase</b>	>6000 vehículos por día	6,00 m como mínimo	2 ó más	3,60
<b>Autopista de segunda clase</b>	Entre 6000 y 4001 vehículos por día	Entre 6,00 hasta 1,00m	entre 6,00m hasta 1,00m	3,60

<b>Carretera de primera clase</b>	Entre 4000 y 2001 vehículos por día	-	2	3,60
<b>Carretera de segunda clase</b>	Entre 2000 y 400 vehículos por día	-	2	3,30
<b>Carretera de tercera clase</b>	Menores de 400 vehículos por día	-	2	3,00 en caso especiales 2,50
<b>Trochas carrozables</b>	Menores de 200 vehículos por día	-	2	4,00

*Nota.* Se presentan clases de vías según el IMDA, con sus correspondientes dimensiones.

### figura 8

*Formato para conteo de vehículos*

DETALLE DE LA CARRETERA		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR												ESTACIONES			
Identificación		Clasificación												Inicio			
SECCION	ANCHOZGA	Autos	Microbuses	Autobuses	Camiones	Tractores	Motocicletas	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS
11.000 km. de																	
12.000 km. de																	
13.000 km. de																	
14.000 km. de																	
15.000 km. de																	
16.000 km. de																	
17.000 km. de																	
18.000 km. de																	
19.000 km. de																	
20.000 km. de																	
21.000 km. de																	
22.000 km. de																	
23.000 km. de																	
24.000 km. de																	
25.000 km. de																	
26.000 km. de																	
27.000 km. de																	
28.000 km. de																	
29.000 km. de																	
30.000 km. de																	
31.000 km. de																	
32.000 km. de																	
33.000 km. de																	
34.000 km. de																	
35.000 km. de																	
36.000 km. de																	
37.000 km. de																	
38.000 km. de																	
39.000 km. de																	
40.000 km. de																	
41.000 km. de																	
42.000 km. de																	
43.000 km. de																	
44.000 km. de																	
45.000 km. de																	
46.000 km. de																	
47.000 km. de																	
48.000 km. de																	
49.000 km. de																	
50.000 km. de																	

*Nota.* La ilustración presenta el formato que se utilizará para llevar a cabo el recuento de vehículos en un plazo de una semana. Tomado de Provias Nacional, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.

Velocidad de diseño, Se determina en tramos homogéneos en función a los estudios topográficos.

**Tabla 9***Velocidad de diseño*

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

*Nota.* Se indican las velocidades que se deben considerar en función de la orografía y la demanda de una vía. MTC, año 2018.

### *Metodología para el logro del Objetivo Especifico 2*

**Diseño geométrico en horizontal o planta.** Este diseño también es conocido como alineamiento en planta, compuesto por curvas circulares, curvas transitorias y segmentos rectos, considerando enormemente los radios mínimos que dicta el manual de carreteras DG-2018. Para curvas horizontales, en las que el ángulo deflexión es excesivamente reducido, no es necesario generalizar dicho elemento de diseño.

**Tabla 10**

*Ángulos de deflexión máximos para curvas horizontales*

<b>Velocidad de diseño</b>	<b>Deflexión máxima</b>
<b>Km/h</b>	<b>aceptable sin curva</b>
30	2°30"
40	2°15"
50	1°50"
60	1°30"
70	1°20"
80	1°10"

*Nota.* Los ángulos de deflexión se representan en función de la velocidad de diseño, sin tener en cuenta curvas horizontales. Manteca, 2018.

**Tramos tangentes.** Se toma en cuenta el criterio de diseño para curvas "S" y en segmentos continuos de la misma dirección en curvas "O", basándose en la velocidad de diseño o directriz. La tabla muestra las dimensiones mínimas.

**Curvas horizontales circulares.** Se refiere a las curvas que están conectadas por dos tangentes sucesivas, con un solo radio en su estructura. Además, está formado por elementos como el punto de intersección de las tangentes, también conocido como "PI", y el punto de comienzo y final de una curvatura se establece como PC y PT respectivamente. La figura 9

ilustra con mayor profundidad los componentes del tipo de curva horizontal.

**Tabla 11**

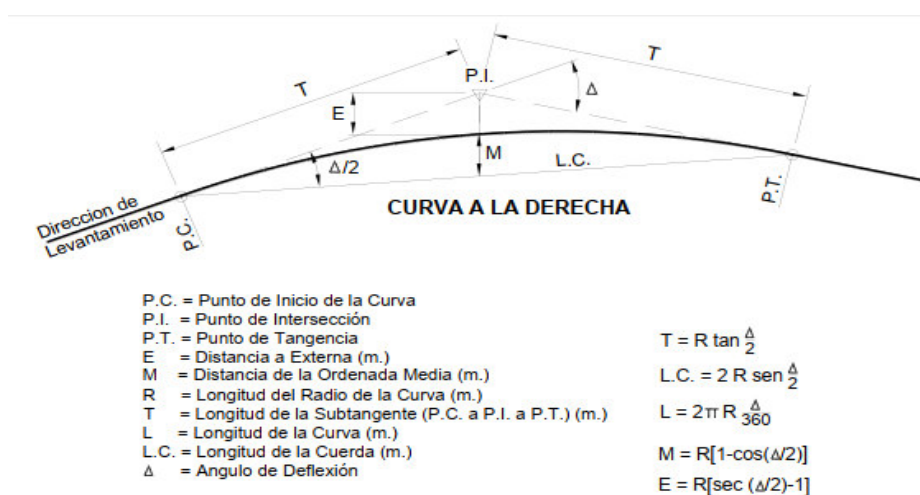
*Distancias de tramos en tangentes*

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

*Nota.* Se muestran las longitudes de los tramos en tangentes. MTC, 2018.

**Figura 9**

*Curvas circulares con sus elementos*



*Nota.* La figura muestra los elementos de curvas con su respectiva simbología. Tomado del *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico* (p.128), por Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018.

**Radios y peraltes.** El en diseño de curvas horizontales, los radios y peraltes cumple una función importante, porque dan a conocer la inclinación máxima y longitud mínima, para obtener una curva eficaz.

**Tabla 12**

*Valores de peraltes máximos y radios mínimo*

Velocidad específica (km/h)	Peralte máximo %	Valor límite de fricción ( $F_{m\acute{a}x}$ )	Calculado Radio Mínimo m	RedondeoRadio Mínimo m
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45

50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

*Nota.* Los radios y peraltes para carreteras de tercera categoría se presentan. MTC, 2018.

**Sobreechancho.** Se refiere a la longitud añadida en las curvas con el objetivo de disponer del espacio apropiado para el tránsito de los vehículos. Para conseguir un sobreechancho ideal, se aplicará la fórmula de la figura 10, que varía según el tipo de vehículo, proporcionando un mayor rendimiento a la distancia añadida a la capa de rodadura.

### Figura 10

*Fórmula para el cálculo del sobreechancho*

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

R <sub>mín</sub> :	Radio Mínimo
V :	Velocidad de diseño
P <sub>máx</sub> :	Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).
f <sub>máx</sub> :	Coefficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

*Nota.* La figura se muestra para obtener un valor más preciso del sobreechancho, dependiendo del vehículo y la velocidad directa. Tomado del *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico* (p.128), por Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018.

**Diseño Geométrico Vertical.** También se le conoce como diseño geométrico en perfil, que es un componente del diseño de una carretera. Es responsable de observar las altitudes máximas y mínimas, con el objetivo de preservar la velocidad en el camino. Adicionalmente, el desarrollo de curvas verticales que se subdividen en curvas convexas y cóncavas.

**Pendiente de Diseño.** Elementos de diseño para el perfil longitudinal que necesita ser tomado en cuenta. Según el Manual de carreteras DG-Componente de diseño para el perfil de longitud, que, el valor mínimo es de por ciento y en situaciones particulares, cuando la capa de rodadura muestra un bombeo de 2% y cuando los cuñetes presentan una pendiente del 0,2 por ciento **Adicionalmente**, se determina las pendientes máximas según la tabla 9 y en situaciones extremas se aplicará una pendiente de 12 por ciento con la justificación del caso pertinente.

**Tabla 13***Pendientes Máximas*

Demanda	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera							
Vehículo s/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																			1	1
																			0	0
40 km/h																9	8	9	1	1
																			0	0
50 km/h										7	7				8	9	8	8	8	8
60 km/h						6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8	
70 km/h				5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7		7	7	
80 km/h	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6		6	6			7	7		
	4	4																		
90 km/h	.	.	5		5	5	6		5	5			6				6	6		
	5	5																		
100 km/h	4	4	4											6						
	.	.	.		5	5	6		5				6							
	5	5	5																	
110 km/h	4	4			4															
120 km/h	4	4			4															
130 km/h	3																			
	.																			
	5																			

*Nota.* Se presentan las fluctuaciones más elevadas según la velocidad directa de la vía obtenido

del MTC.

**Curvas Verticales.** Las curvas verticales, según el MTC (2018), son elementos parabólicos que se vinculan mediante dos rasantes en formas tangentes. Estos elementos se cuantifican mediante una cuantificación de curvatura  $K$ , que es la distancia de curva dividida por la variación en las alturas.

**Tabla 14**

*Valores de  $K$  para curvas convexas verticales*

Velocidad De Diseño Km/h	Longitud Controlada por Visibilidad de Parada		Longitud Controlada Por Visibilidad de Paso	
	Distancia de Visibilidad de Parada	Índice de Curvatura $K$	Distancia de Visibilidad de Paso	Índice de Curvatura $K$
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Nota.* Se pueden observar los valores del índice  $K$  de una vía en análisis.MTC. 2018.

**Secciones transversales.** Establece los componentes de una vía, tales como la calzada, carril, capa superficial, tipo de talud para cortar y rellenar, bombear conforme a la rasante o al pavimento.

**Calzada.** Elemento que conforma la carretera, compuesto por carriles que se definen sus dimensiones conforme a la categorización de las carreteras.

**Tabla 15**

*Especificaciones de K para curvas verticales de forma concava.*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

*Nota.* Se exhiben información sobre el coeficiente K para la creación de una curva vertical, obtenido del MTC.

**Tabla 16**

*Dimensiones básicas de las vías de circulación*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
Tráfico vehículos/día	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30km/h																				
40 km/h																				
50 km/h																				
60 km/h																				
70 km/h																				
80 km/h																				
90 km/h																				
100 km/h																				
110 km/h																				
120 km/h																				
130 km/h																				

*Nota.* Se presentan los anchos mínimos de las carreteras en relación con la velocidad directa.

*MTC, 2018.*

**Tabla 17***Dimensiones de la berma*

Clasificación		Autopista				Carretera				Carretera				Carretera									
Tráfico vehículos/día	> 6.000	6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400									
	Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Velocidad de Diseño: 30 km/h																				0.5	0.5		
40 km/h																				1.2	1.2	0.9	0.5
50 km/h											2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	0.9	0.9				
60 km/h						3	3	2.6	2.6	3	3	2.6	2.6	2	2	1.2	1.2	1.2	1.2				
70 km/h				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1.2		1.2	1.2				
80 km/h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			2	2			1.2	1.2				
90 km/h	3	3	3		3	3	3			3	3			2				1.2	1.2				
100 km/h	3	3	3		3	3	3			3				2									
110 km/h	3	3			3																		
120 km/h	3	3			3																		
130 km/h	3																						

*Nota.* Se presentan los anchos de bermas mínimos en relación con la velocidad fijada. MTC, 2018.

**Berma.** Componente de la plataforma de un camino, situado paralelamente a la capa de rodadura. Realiza el papel de seguridad en situaciones de aparcamiento de emergencia de

vehículos. Además, se considerará el ancho o dimensión de acuerdo con la tabla 17.

**Taludes.** El MTC establece la inclinación permitida que garantiza la estabilidad de las áreas situadas a los costados de la vía. Esta inclinación se determina por el ángulo generado por la línea que determina la superficie del suelo y la línea base horizontal.

**Tabla 18**

*Niveles de inclinaciones en áreas de corte*

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte <5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
>10 m	1:8	1:2	*	*	*

*Nota.* Los factores de corte del talud son mostrados. MTC, 2018

**Tabla 19**

*Niveles de taludes en áreas de relleno*

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

*Nota.* Aspectos a tener en cuenta en taludes de relleno. MTC, 2018.



exportan las alineaciones y perfiles a Civil 3D en un formato compatible, como DWG o LandXML.

En Civil 3D, se importan las superficies del terreno y se definen alineaciones y perfiles con mayor detalle. Se diseñan sistemas de drenaje y se generan secciones transversales para verificar dimensiones y materiales. Durante esta fase, se realizan análisis técnicos para asegurar la viabilidad del diseño, y se ajusta según sea necesario.

Finalmente, se generan los planos de diseño y la documentación técnica requerida para la construcción, incluyendo informes de especificaciones y estimaciones de costos. La presentación del modelo en InfraWorks permite la revisión por parte de los interesados, facilitando la incorporación de retroalimentación y ajustes finales al diseño.

### **Desarrollo de la solución**

La solución se presenta en la siguiente propuesta, el cual implica llevar a cabo el análisis del Diseño Geométrico de las vías urbanas en el Barrio San Cristóbal, ubicado en la Provincia de Tarma, basándose en estudios preliminares y sugiriendo un enfoque para el Diseño Geométrico. La implementación de un proyecto de infraestructura vial bien estructurado resulta en una disminución de los costos operativos, lo que facilita una mayor movilidad de personas, mercancías y servicios. Esto, a su vez, contribuye a mejorar el tiempo de desplazamiento y a reducir la contaminación ambiental, generando así un mayor impulso económico en las áreas de la Provincia de Tarma.

### **Factibilidad técnica operativa**

#### ***Factibilidad técnica***

- Exhibir una coordinación y conversación más efectiva entre todas las partes implicadas.

- Antes de iniciar la producción, resulta beneficioso construir una representación mental de cómo se presentará el producto final. Esto simplificará la detección de posibles problemas y la puesta en marcha de soluciones eficaces.
- Permite la programación y ordenación de etapas específicas para maximizar la eficiencia y reducir costos.
- Garantice que todos los involucrados en el proyecto siempre dispongan de la información más actualizada y que sea de fácil acceso.
- Incremento en la rapidez de diseño.
- Incremento de la visibilidad topográfica en el ámbito de diseño para reducir las equivocaciones en la planificación y reevaluación del proyecto.

### ***Factibilidad Operativa***

En el campo de la ingeniería, el avance de este trabajo contribuye a optimizar costos, tiempos y también, gracias al modelado BIM, es posible identificar las deficiencias del proyecto y prevenir obras adicionales y prolongaciones de plazo durante su realización.

De igual manera, a nivel territorial, el trabajo de suficiencia profesional a través del empleo del método Bim para la planificación vial del Barrio San Cristóbal, beneficiaría a más de 6500 residentes de la Provincia de Tarma, ya que dispondrán de una infraestructura vial que promueva el turismo evidencial vivencial y recreacional en este relevante jirón donde se encuentran diversas instituciones educativas.

### ***Cuadro de Inversión***

Los costos de inversión en función del valor del mercado comprenden los siguientes elementos:

Infraestructura para vehículos y peatones; esto facilitará la mejora de la accesibilidad vial y peatonal de los habitantes del Barrio San Cristóbal.

Para lograr cada meta propuesta, se han utilizado diversas metodologías, dado que cada uno de los objetivos particulares busca contribuir a lograr el objetivo global.

**Tabla 20**

*Cuadro de inversión en efectivo*

I. Presupuesto de recursos humanos	S/	5,300.00
Topógrafo	S/	1,500.00
Ayudantes en Topografía	S/	600.00
Asesor	S/	3,200.00
II. Presupuesto de materiales	S/	800.00
Wincha de 30 metros de longitud	S/	100.00
Pintura de tonalidad roja	S/	120.00
Clavos de calamina flexibles	S/	80.00
Accesorios de Oficina Útiles	S/	350.00
Combustible	S/	150.00
III. Presupuesto de servicios	S/	4,560.00
Licencia de softwares Civil 3D, Revit, Infracore.	S/	1,800.00
Formación para el personal	S/	1,600.00
Web Internet	S/	360.00
Las Impresiones	S/	500.00
Red móvil	S/	300.00
IV. Imprevistos	S/	200.00
<b>Inversión Total en Efectivo</b>		<b>S/. 10,860.00</b>

*Nota.* Elaboración propia

El monto total que el bachiller desembolsa para la creación de este informe de suficiencia profesional es de S/. 10,860.00 (Diez mil Ochocientos sesenta con 00/100 soles).

## Análisis de Resultados

Este estudio se centra en difundir el método BIM utilizado para el análisis del diseño vial urbano del Barrio San Cristóbal. Empleamos este enfoque ya que representa una revolución en la forma en que construimos habitualmente en el país, dado que es un enfoque laboral centrado en la fabricación de vías.

### Análisis Costos - beneficio

Se ha llevado a cabo la evaluación del proyecto siguiendo la metodología de costo beneficio, tanto en términos de precios privados, empleando la tasa de descuento del 8% y factores de corrección para precios, siendo los indicadores de rentabilidad determinados los siguientes.

**Tabla 21**

*Cuadro de evaluación Costo - Beneficio*

<b>Inversión</b>				S/ 10,660.00
TIR (Tasa interna de retorno)				8%
	Flujo en caja			
Periodo	Inversión	Ingresos	Egresos	
0	S/ 10,660.00	S/ 0.00	S/ 0.00	
1		S/ 214,056.22	S/ 42,811.24	
2		S/ 314,056.22	S/ 72,811.24	
3		S/ 464,056.22	S/ 72,811.24	
4		S/ 264,056.22	S/ 102,811.24	
VNA de ingresos	S/ 1,256,224.90			
VNA de egresos	S/ 291,244.98			
VNA egresos +	S/ 301,904.98			
Inversión				

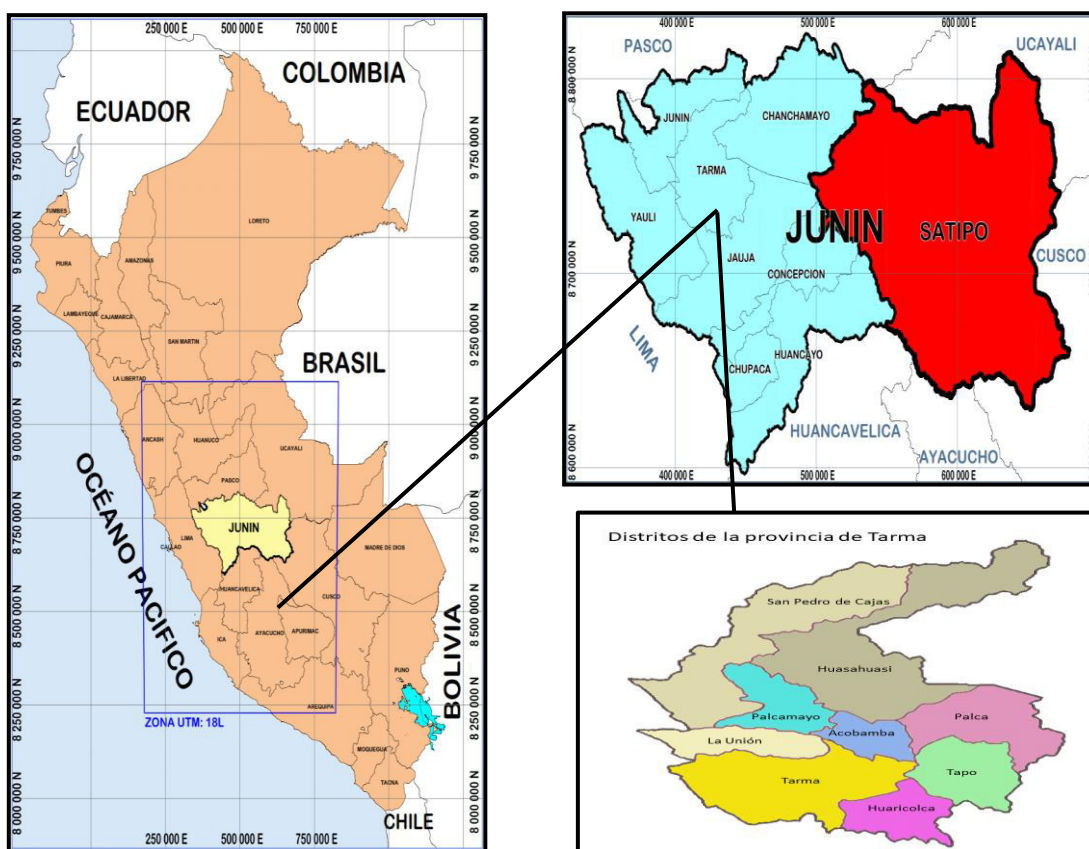
*Nota.* Elaboración propia

El estudio del costo beneficio durante la implementación del proyecto: En el diseño Vial Urbano del Barrio San Cristóbal, la aplicación BIM indica que el proyecto es factible dado que el valor supera 1, lo que significa que la inversión debe ser efectuada.

### *Resultados del objetivo específico 1*

#### **Figura 12**

*Ubicación de la Región de Junín en Perú.*



*Nota.* La ilustración presenta la localización de la región de Junín. Adaptado de Las ocho regiones naturales del Perú [Fotografía], por Wikipedia La enciclopedia libre, 2024, Flickr ([https://es.wikipedia.org/wiki/Las\\_ocho\\_regiones\\_naturales\\_del\\_Per%C3%BA](https://es.wikipedia.org/wiki/Las_ocho_regiones_naturales_del_Per%C3%BA)).

**Figura 13**

*Mapa de localización microlocalizada del proyecto*



*Nota.* La ilustración presenta la micro ubicación del proyecto a través del programa Google Earth.

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 22**

*Ubicación política del proyecto*

Departamento	Junín
Provincia	Tarma
Distrito	Tarma
Vías	Jr. Roman Arellano Galvez Jr. Independencia Jr. Porvenir Jr. David Cordova Jr. Lavado Calle S/N Jr. Progreso Jr. Jose Galvez Moreno
Altitud	3 053 m.s.n.m.

Zona	RDB = Zonificación Residencial de densidad Baja
Sector	Zona de Reglamentación

*Nota.* Esta tabla indica el lugar de emplazamiento del proyecto.

**Estudios topográficos.** El Estudio de topografía básica en el diseño de carreteras es un componente de los estudios finales del proyecto. Este se elaboró siguiendo el manual DG-2018, que es válido en el territorio nacional. En este, el levantamiento debe realizarse en el segundo orden de precisión y teniendo en cuenta la forma natural del terreno. En nuestro caso se emplearon los siguientes equipos:

- 01 dron DJI AIR 2S PRO
- DJI Air 2S posee la habilidad de captar su ambiente en cuatro direcciones: ascendente, descendente, avance y retroceso. Los algoritmos para los sistemas avanzados de asistencia al piloto (APAS 4.0) se han perfeccionado aún más, permitiendo a DJI Air 2S eludir obstáculos de manera activa en contextos más complicados y a velocidades elevadas, lo que resulta en un levantamiento más eficaz gracias a su visibilidad.
- 01 estación total LEICA TS 06 5". La estación total leica TS 06 5", posee medición de distancias fiables y precisas, los cuales su combinación de alcance, precisión, tamaño de puntero láser y tiempo de medición hace que el distanciamiento EDM de las FlexLine sea el mejor del mercado.
- 01 GPS (Garmin 64 S). El reciente GPSMAP 64s cuenta con una pantalla de 2,6" que puede ser leída a la luz solar, así como un receptor GPS y GLONASS de alta precisión equipado con una antena Cuadrifilar Helix para una capacidad de recepción de alta calidad. El GPSMAP 64s, que es de tamaño reducido y resistente al agua, incorpora un altímetro

barométrico y una brújula de tres ejes. Se vincula de manera inalámbrica a tu teléfono móvil para facilitar el seguimiento en tiempo real y la función de alertas inteligentes.

- 01 cámara fotográfica CANON
- A través de visor óptico: TTL-CT-SIR cuenta con un sensor CMOS, permitiendo una visión en directo a través de una pantalla LCD. Sistema CMOS AF de Dos Píxeles. Píxeles de identificación de fase integrados en el dispositivo de imagen.
- 01 trípodes, 03 jalones, 02 bolsas de yeso.
- Accesorios: baterías, conectores de alimentación, antenas para radio, cables de datos para la computadora personal.

La investigación en topografía se basó en cartas nacionales vigentes, planos topográficos que se ajusten al territorio que comprende, entre otros.

- Desplazamiento del equipo de topografía hacia el campo de estudio en colaboración con el experto encargado y la supervisión.
- Identificación del área de intervención, evaluando las opciones para el avance de la labor, reconociendo las áreas críticas del proyecto.
- Levantamiento con equipo especializado de puntos con el uso de GPS navegador.
- Se llevaron a cabo mediciones utilizando una Wincha de 50 metros de longitud, jalones y personas formadas. Se llevó a cabo la medición del eje de la vía de acuerdo al diseño geométrico DG-2018. Además, se determinaron los estacados y progresivos correctamente pintados de color rojo cada 20m, y de color blanco cada kilómetro.
- Tras el estacado, se llevó a cabo el levantamiento en cada segmento de la vía señalada. Para ello, se emplearon dos cuadrillas equipadas con la estación completa y las winchas. La siguiente fase de gabinete consistió en el procesamiento de la información utilizando el

software AutoCAD Civil 3D 2021. Esta información facilitó la elaboración de los planos topográficos: plano clave, plano planta, plano de perfil y secciones a escala apropiadas para simplificar la lectura. La tabla 23 muestra las coordenadas.

**Tabla 23**

*Coordenadas de Inicio y Fin de la vía*

Principio			final		
Este	Norte	Progresiva	Este	Norte	Progresiva
424760.774	8738068.36	0+000	424986.689	8738162.4	1+848

*Nota:* La tabla muestra las coordenadas de inicio y fin de la carretera

Se determina que el inicio de la progresiva 0+000 norte fue en 8738068.36 y este: 424760.774, mientras que el final de la progresiva 1+848 norte fue en 8738162.4 y este: 424986.689. En ese segmento se consiguió un levantamiento de 4018 puntos, de los cuales dieciséis correspondieron a los BMs y el resto a las propiedades geográficas del terreno. Además, se gravó dos puntos geotécnicos que constituyen monumentos específicos conforme a la normativa vigente.

**Tabla 24**

*BMS del levantamiento*

BM's del Proyecto			
PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA
BM -1	8738068.36	424760.774	2983.4163
BM -2	8738090.51	424789.075	2983.9233
BM - 3	8738180.71	424781.971	2985.1891
BM - 4	8738263.53	424875.924	2981.3401
BM - 5	8738098.93	424843.927	2965.8487
BM - 6	8738104.03	424866.262	2959.8232

BM - 7	8738224.84	424919.914	2951.7374
BM - 8	8738280.85	424966.472	2944.579
BM - 9	8738072.03	424997.175	2917.2088
BM - 10	8738128.35	424979.369	2913.6659
BM - 11	8738242.58	425008.122	2911.6905
BM - 12	8738327.64	425036.642	2907.0191
BM - 13	8738095.99	425106.048	2887.5172
BM - 14	8738323.13	425105.289	2872.3769
BM - 15	8738401.98	425163.509	2869.411
BM - 16	8738472.84	425264.793	2860.392

*Nota.* Esta tabla muestra los BMs que será puntos de guía para el replanteo del proyecto

En gabinete se realizó el procesamiento de datos con ayuda de los softwares Civil 3D 2021 y Excel 2019. Utilizando una data de 4018 puntos obtenidos en campo. Con la información adquirida se procedió a desarrollar o elaborar planos topográficos.

- El trabajo de campo se realizó identificando los puntos relevantes y reconocibles de manera tal que en la etapa de diseño como en la de obra los puntos de inicio o de referencia sean visibles y fáciles de reconocer.
- Se ha realizado un levantamiento a detalle a lo largo de todos los tramos, con sus respectivas elevaciones, las que se muestran en los planos y en distintas capas del dibujo en AutoCAD.
- Los BMs han sido colocados en lugares estratégicos y visibles, fácil de identificar por cualquier profesional o personas de la localidad.
- Según el tipo de topografía la ruta de estudio presentó un 13.34% de pendiente transversal, se determinó una clasificación de carretera por orografía siendo terreno ondulado en la cual las pendientes transversales son 11% - 50% y pendientes longitudinales es de 3% - 6%.

**Estudios de tráfico.** El segmento en análisis relacionado con el flujo de vehículos. Se seleccionó una estación situada en la progresiva 0+020.00, lo que facilitó la determinación del

número de vehículos durante una semana. Se notó que el tráfico predominante fue de vehículos livianos.

El equipo técnico responsable de llevar a cabo este análisis, empleó un formato de clasificación de vehículos, logrando un total de 749 vehículos semanalmente. En el laboratorio, utilizando la información del formato, se procesó esta información para establecer el IMDA, un dato crucial para iniciar los posteriores elementos que componen el diseño geométrico de una vía. En el manejo de datos, se logró un IMDA de 114 vehículos al día, siendo el 97% vehículos livianos, el 2% autobuses y el 1% camiones.

**Tabla 25**

*Clasificación de la vía*

<b>Clasificación</b>	<b>Índice medio diario</b>	<b>Separador central</b>	<b>Carriles de carriles</b>	<b>Numero de ancho mínimo</b>
<b>Autopista de primera clase</b>	>6000 vehículos por día	6,00 m como mínimo	2 ó más	3,60
<b>Autopista de segunda clase</b>	Entre 6000 y 4001 vehículos por día	Entre 6,00 hasta 1,00m	entre 6,00m hasta 1,00m	3,60
<b>Carretera de primera clase</b>	Entre 4000 y 2001 vehículos por día	-	2	3,60
<b>Carretera de segunda clase</b>	Entre 2000 y 400 vehículos por día	-	2	3,30
<b>Carretera de tercera clase</b>	Menores de 400 vehículos por día	-	2	3,00 en caso especiales 2,50

<b>Trochas</b>	Menores de 200	-	2	4,00
<b>carrozables</b>	vehículos por día			

*Nota.* Se presentan clases de vías según el IMDA, con sus correspondientes dimensiones. Obtenido del MTC.

**Figura 14**

*Conteo – registro de vehículos*

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																					
TRAMO DE LA CARRETERA		PROGRESIVA 0+0020																			
UBICACIÓN																					
SENTIDO		← E S →																			
ESTACION	01	CODIGO																E-1			
NRO. DIA DE CONTEO		1																			
DIA Y FECHA		LUNES 17 06 2024																			
HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	CAMIONETA RURAL	MICROBUS	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER		
							B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T3B1	T3B2	T3B3	C2R2	C2R3	C2R4
DIGITA. VEHL																					
7:30 - 8:30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:30	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:30	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:30	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 13:30	3	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:30 - 14:30	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:30 - 15:30	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:30 - 16:30	2	2	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:30 - 17:30	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:30 - 18:30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30 - 19:30	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:30 - 20:30	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:30 - 21:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:30 - 22:30	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:30 - 23:30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:30 - 24:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:30 - 01:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:30 - 02:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30 - 03:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:30 - 04:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:30 - 05:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:30 - 06:30	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30 - 07:30	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

*Nota.* La ilustración ilustra el formato que se utilizará para llevar a cabo el recuento de vehículos en un plazo de una semana. Provías Nacional, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017

**Análisis del conteo de vehículos.** La tabla muestra un conteo vehicular detallado por tipo de vehículo y por hora, para un tramo de carretera en la progresiva 0+0020 en el sentido sur, también se realizaron conteos el lunes 17 de junio de 2024, desde las 7:30 a.m. hasta las 6:30 a.m. del día siguiente (24 horas). El Resumen del Conteo de Vehículos se muestra a continuación:

- Vehículos Livianos:
  - Autos: 23 unidades
  - Station Wagon: 25 unidades
  - Pick Up: 5 unidades
  - Panel: 4 unidades
  - Camioneta Rural: 2 unidades
- Vehículos de Transporte Público:
  - Microbús: 4 unidades
  - B2 (Bus): 2 unidades
  - No se registraron buses B3-1 ni B4-1.
- Camiones:
  - Solo se registraron 2 camiones tipo C2.
- Semi-tráileres y tráileres:
  - No se registraron semi-tráileres ni tráileres en este conteo.

**Distribución Horaria.** Los vehículos livianos y microbuses transitaron principalmente entre las 7:30 a.m. y las 9:30 p.m., con una disminución significativa de vehículos en la madrugada.

- La franja horaria con mayor tránsito fue entre las 9:30 a.m. y las 10:30 a.m., donde se registraron autos, station wagons y microbuses.
- No se observaron vehículos de carga pesada o tráileres durante todo el periodo de conteo.

### Figura 15

*Porcentaje distribuido por clases de vehículos*



*Nota.* La figura representa los porcentajes de las cifras de vehículos que transitan por el camino.

De acuerdo con el volumen de tránsito, el IMDA que muestra el camino en análisis es de 114 vehículos al día, se estableció una categorización de la carretera por demanda, siendo una vía de segunda categoría. Disponemos de un IMDA de 749 vehículos diarios.

- Como resultado de los conteos vehiculares se ha obtenido que el volumen máximo de vehículos/día corresponde al día domingo con un valor de 150 vehículos/día, ya que en su mayoría la movilidad en la zona es con vehículos livianos
- Los vehículos de mayor incidencia en los conteos vehiculares son los de tipo liviano.
- Se tiene la presencia de vehículos pesados como volquetes, los cuales ingresan a la vía para su mantenimiento o para la eliminación de material excedente de las construcciones de las casas colindantes.

- Se ha obtenido que la *hora punta de vehículos/día* corresponde al horario de 12.30-2:30 pm

**Tabla 26**

*Velocidad para el diseño geométrico*

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.* Esta tabla indica la velocidad con la que se proyectará el diseño de la vía, MTC, 2018



Tras el alineamiento del camino, se llevó a cabo la tarea de diseñar la geometría horizontal conforme a los parámetros DG 2018 y utilizando los programas Civil 3D 2021 y Excel 2019.

Para el diseño en planta, se tomaron en cuenta las condiciones de una vía de tercera clase, con radios mínimas acordes a la velocidad seleccionada. En este escenario, se estableció una radio mínima de 25 m y una inclinación máxima de 10 m, tal como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 27**

*Valores de radios mínimo y peraltes máximos*

<b>Velocidad Específica Km/h</b>	<b>Peralte máximo %</b>	<b>Valor límite de fricción <math>f_{m\acute{a}x.}</math></b>	<b>Calculado radio mínimo m</b>	<b>Redondeo radio mínimo m</b>
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25

40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

*Nota.* La tabla indica la rapidez con la que se proyectará el camin., 2018.

Los hallazgos logrados indicaron una longitud total del segmento de 1848 m, de la cual se lograron 30 curvas circulares con radios que oscilan entre 25 m y 600 m.

Además, en el diseño vertical de la sección en análisis. Primero, se tomó en cuenta la pendiente máxima del 12 % como un caso extraordinario. Este criterio se adoptó para el diseño vertical debido a que el terreno tiene pendientes muy marcadas y factores económicos en los movimientos de tierras.

Se estableció el valor de K para determinar la longitud de las curvas, o sea, el índice de curvatura tanto para las curvas convexas como cóncavas. Las siguientes tablas detallan los valores adoptados en relación con la velocidad directriz. estos, que se reflejarán en los planos de plan y perfiles correspondientes.

**Tabla 28**

*Valores de K para curvas convexas verticales*

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K

20	20	0.		
		6		
30	35	1.	20	46
		9	0	
40	50	3.	27	84
		8	0	
		6	34	
50	65	4	5	138
		1	41	
60	85	1	0	195
		1	48	
70	105	7	5	272
		2	54	
80	130	6	0	338
		3	61	
90	160	9	5	438

*Nota.* Esta tabla presenta el valor de K que variará según la velocidad obtenido del MTC

**Tabla 29**

*Indicadores de K para curvas verticales de forma cóncava*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

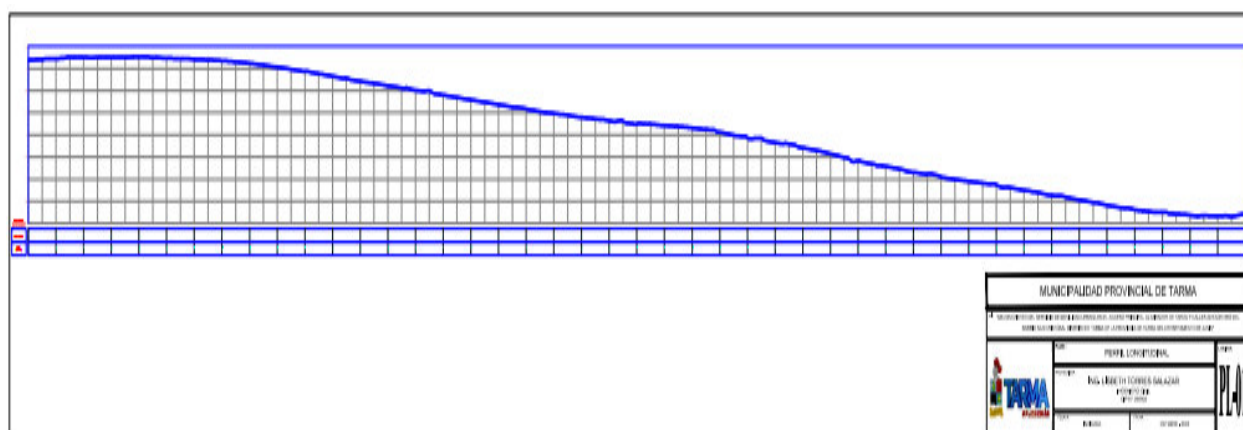
*Nota.* Se presenta información sobre el coeficiente K para la creación de una curva vertical.MTC, 2018.

Las conclusiones alcanzadas en el alineamiento vertical fueron: la progresión de 0+000km a 1+848km. Se compone de curvas de forma convexa y cóncava.

Se presenta a continuación el desarrollo de planos en formato digital en los programas Civil 3D 2021 y AutoCAD 2021.

### Figura 17

*Perfil longitudinal de vía*



*Nota.* La figura muestra los perfiles longitudinales del proyecto a intervenir.

**Secciones verticales.** Este trabajo se realizó en el gabinete utilizando la información recolectada, luego se llevó a cabo el análisis y cálculo. Los resultados reflejados en la sección habitual de la carretera en todo el segmento intervenido se pueden observar a continuación:

### Tabla 30

*Dimensiones de la sección transversal*

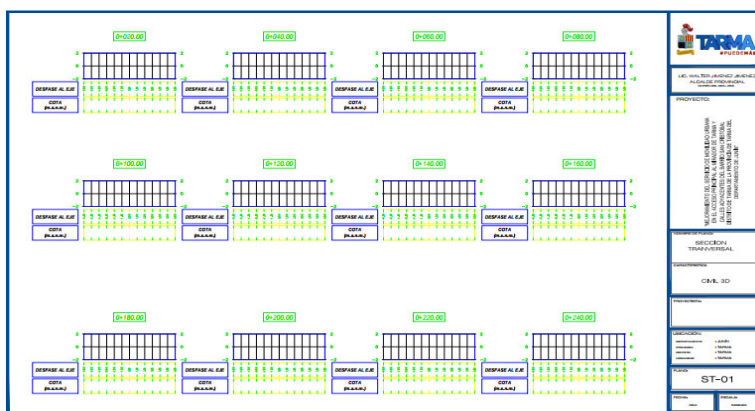
SECCIÓN TRANVERSAL TIPO	
Derecho de la vía	8 m a cada lado del Eje
Calzada	3.30m ancho

Cantidad de carriles	2
Berma	0.50m ancho
Plataforma	7.00m ancho
Bombeo de calzada	2.50%
Peralte máximo	12%

Nota. La tabla exhibe las dimensiones de la sección habitual.

**Figura 18**

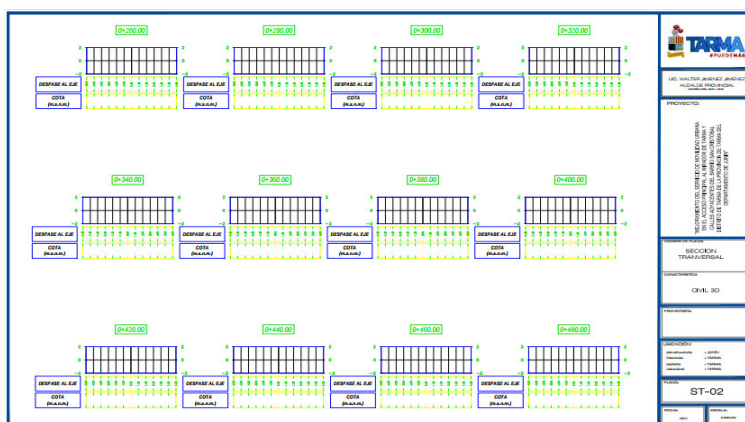
*Perfil longitudinal de vía*



Nota. La figura muestra las secciones transversales desde la progresiva 0+020.00 al 0+240.00.

**Figura 19**

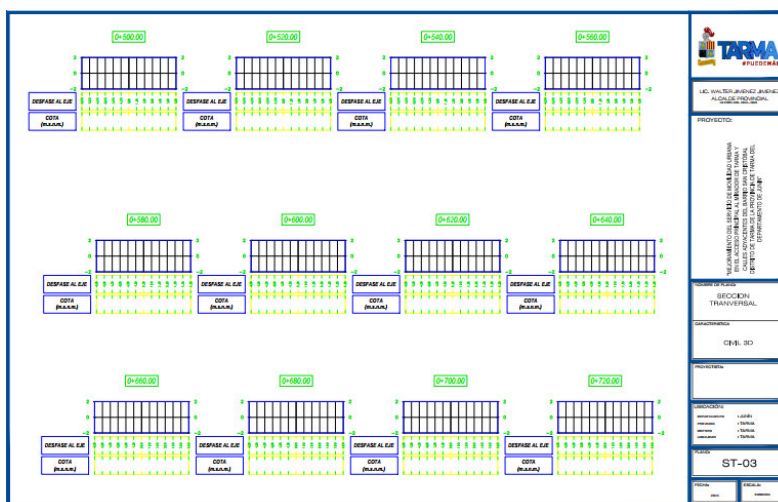
*Perfil longitudinal de vía*



Nota. La figura muestra las secciones transversales desde la progresiva 0+260.00 al 0+480.00.

**Figura 20**

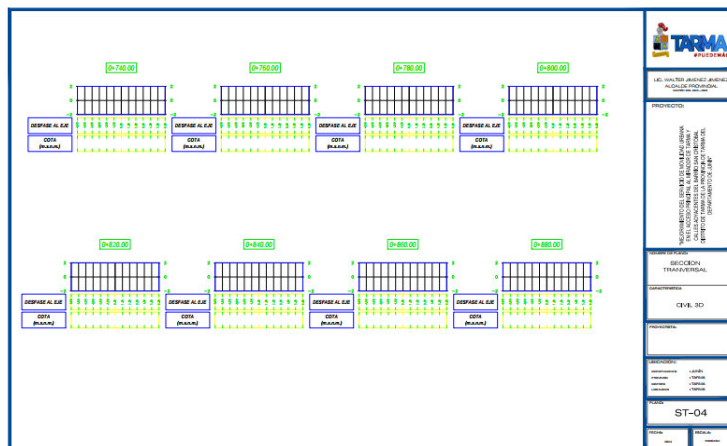
*Perfil longitudinal de vía*



*Nota.* La figura muestra las secciones transversales desde la progresiva 0+500.00 al 0+720.00.

**Figura 21**

*Perfil longitudinal de vía*



*Nota.* La figura muestra las secciones transversales desde la progresiva 0+740.00 al 0+880.00.

### **Resultados del objetivo específico 3**

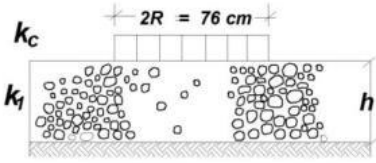
**Diseño del pavimento en base a la metodología AASHTO 93.** Se ha llevado a cabo el diseño de pavimento rígido siguiendo la metodología AASHTO 1993, siguiendo las sugerencias proporcionadas por el Ministerio de transportes y comunicaciones, mediante su MANUAL DE

CARRETERAS – SECCION SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (2023), de la cual se han extraído los siguientes parámetros de cálculo:

- Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes  $W8.2 = 67,406.92$ , tal cual lo indica el conteo vehicular
- Confiabilidad  $R = 65\%$
- Coeficiente estadístico de desviación estándar normal  $ZR = -0.38$
- Desviación estándar  $s_o = 0.35$  valor promedio entre 0.30 Y 0.40.
- Serviciabilidad inicial  $PI = 4.10$
- Serviciabilidad final o terminal  $PT = 2.00$
- Variación de serviciabilidad  $\Delta PSI = 2.10$
- CBR de diseño sub rasante  $12.33\%$  (CBR de la sub base existente)
- Obteniéndose un valor de  $216.60$  PCI (LB/PULG3)
- Se contará con una sub base granular con un espesor de  $15\text{cm}$ , y un CBR mínimo de  $40\%$ .
- Módulo de reacción de la sub rasante "k" para la sub rasante  $6.0 \text{ KG/CM}^3$  o  $216.60 \text{ pci (lb/pulg}^3)$
- El módulo de reacción combinado (KC) Será:

## Figura 22

Reacción combinado KC



$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

$K_1$ ( $\text{kg/cm}^3$ )	:	Coeficiente de reacción de la subbase granular
$K_c$ ( $\text{kg/cm}^3$ )	:	Coeficiente de reacción combinado
$K_0$ ( $\text{kg/cm}^3$ )	:	Coeficiente de reacción de la sub rasante
$h$	:	Espesor de la subbase granular

Nota. La figura muestra la fórmula de la reacción combinado KC. Tomado del *Manual de Carreteras: Suelos geología, geotecnia y pavimentos* (p.218).

$$K1 = 12.00 \text{ kg/cm}^3$$

$$K0 = 6.00 \text{ kg/cm}^3$$

$$h = 15.00 \text{ cm}$$

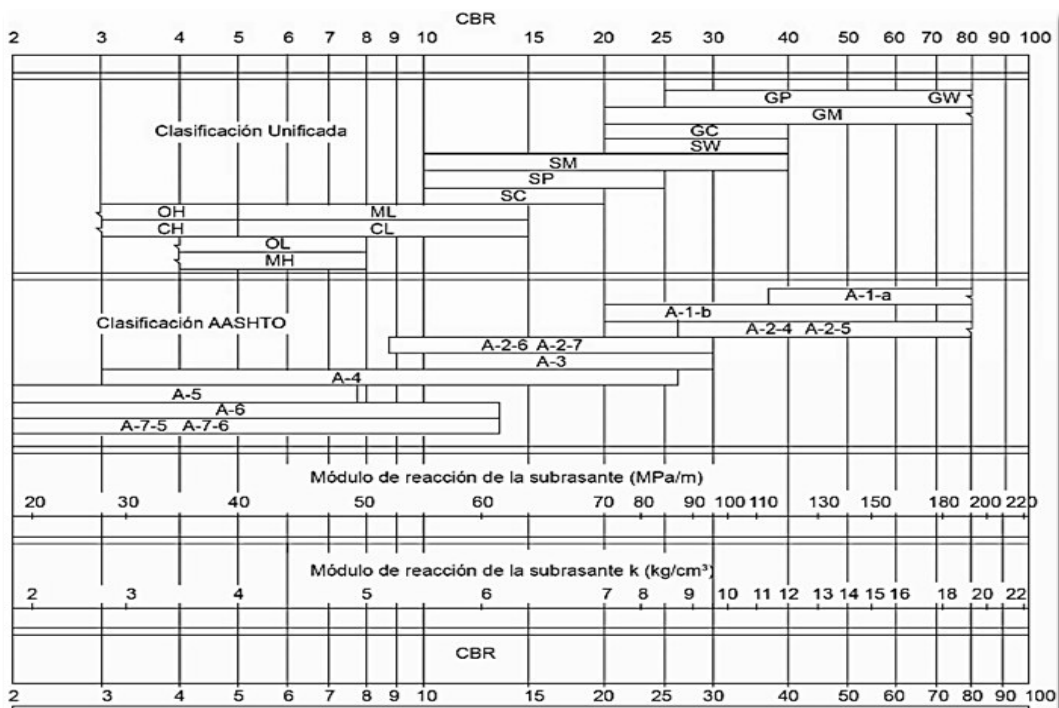
$$KC = 6.59 \text{ kg/cm}^3$$

$$KC = 237.90 \text{ PCI (lb/pulg}^3\text{)}$$

$$KC = 65.90 \text{ MPa/m}$$

**Figura 23**

*Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Sub rasante*



*Nota.* Tomado del *Manual de Carreteras: Suelos geología, geotecnia y pavimentos* (p.217).

En cuanto al concreto, debe de cumplir las siguientes características:

- Resistencia a la compresión del concreto

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad 2,986.20 \text{ psi (lb/pulg}^2\text{)} \quad 20.57 \text{ Mpa}$$

- Resistencia a la flexotracción del concreto

$S'_c = M_r = 34 \text{ kg/cm} = 483.48 \text{ psi (lb/pulg}^2) = 3.33 \text{ Mpa}$ . De acuerdo a la Norma CE.010:

Pavimentos Urbanos, se exige una resistencia mínima a la flexotracción de  $34 \text{ kg/cm}^2$ .

- Modulo elástico del concreto  $E = 3,114,829.66 \text{ (lb/pulg}^2) = 21,461.18 \text{ Mpa}$

En cuanto a las características de drenaje, se considera que la sub base, como un suelo granular, presenta buenas condiciones de drenaje por lo que se tiene:

- Coeficiente de drenaje  $C_d = 1.00$

En cuanto a la transferencia de cargas, esta se realizará a través de pasadores transversales y pasadores longitudinales, por lo que se tiene:

- Coeficiente de transmisión de carga  $J = 2.80$

En función a los datos anteriormente mencionados, resolvemos la ecuación AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, teniéndose lo siguiente:

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

Donde:

$W_{82}$  = numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

$Z_R$  = desviación normal estándar

$S_o$  = error estándar combinado en la predicción del transito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

$D$  = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

$\Delta \text{PSI}$  = diferencia entre los índices de servicio inicial y final

$P_i$  = índice de serviciabilidad o servicio final

$M_r$  = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

$C_d$  = coeficiente de drenaje

$J$  = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

$E_c$  = modulo de elasticidad del concreto, en Mpa

$K$  = modulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Resolviendo la ecuación para un espesor de losa  $D = 20 \text{ cm}$ , obtenemos:

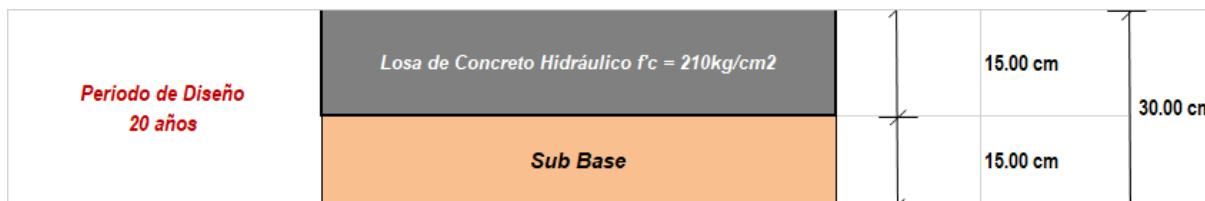
$$4.83 = -0.13 + 6.10 - 0.07 + 0.07$$

$$4.83 \leq 5.97$$

Por lo tanto, se cumple con este espesor, teniéndose finalmente:

**Figura 24**

*Espesor del diseño*

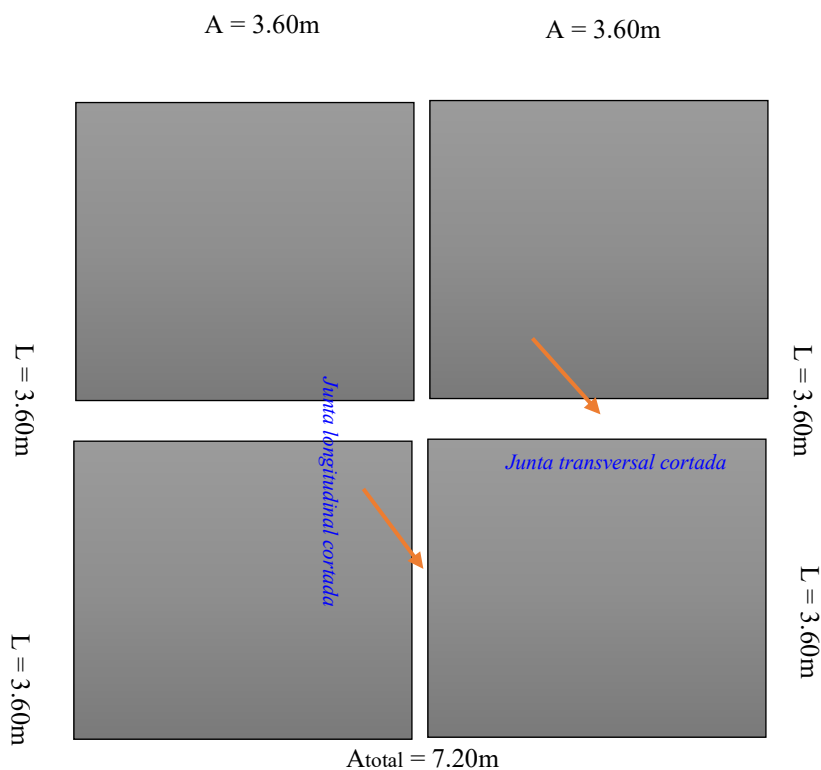


En cuanto a los paños de losas OVALO, estas tendrán 3.60 m de ancho y 3.60 m de largo, realizándose la comprobación de esta geometría tenemos:

$$R = L/A = 3.60 / 3.60 = 1$$

**Figura 25**

*Dimensiones de los paños de losas*



Cumpléndose la recomendación del MTC que R debe ser menor o igual a 1.25.

En cuanto a las JUNTAS TRANSVERSALES tenemos, de acuerdo al Manual del MTC lo siguiente:

**Tabla 31**

*Longitudes y diámetros sugeridos en pasadores*

Rango de espesor de Losa (mm)	Diámetro		Longitud del pasador o Dowells (mm)	Separación entre pasadores (mm)
	mm	pulgada		
150- 200	25	1"	410	300
200-300	32	1 1/4"	460	300
300-430	38	1 1/2"	510	380

*Nota.* ACI (American Concrete Institute)

Por lo tanto, para nuestro caso tenemos ACERO LISO  $\varnothing=1"$ , separado cada 0.30m con una longitud de 0.41m, se asumirá.

En cuanto a las JUNTAS LONGITUDINALES tenemos, de acuerdo al Manual del MTC, lo siguiente:

**Tabla 32**

*Longitudes y diámetros sugeridos en Barras de Amarre*

espesor de losa (mm)	tamaño varilla (cm)	Diam. x Long.	de distancia de la junta al extremo libre	
			3.00 m	3.60 m
150	127	X 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	127	X 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	127	X 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	127	X 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	127	X 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	127	X 76	@ 76 cm	@ 76 cm

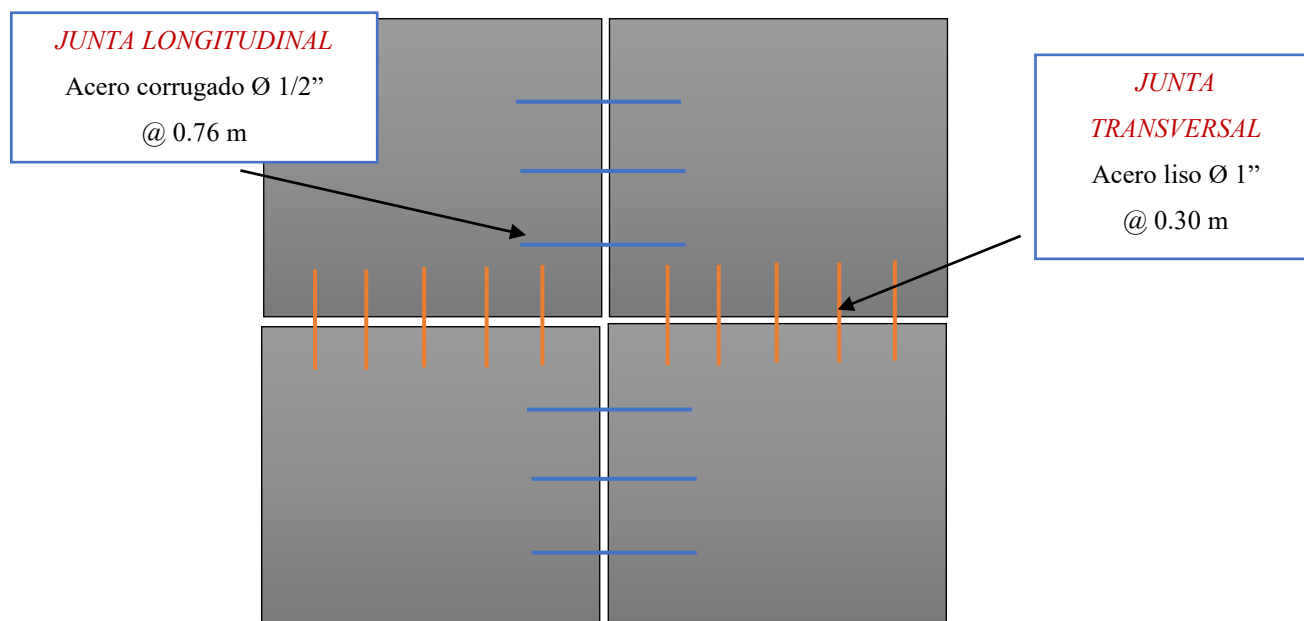
210	127	X	78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	127	X	79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	159	X	76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	159	X	79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	159	X	81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	159	X	82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	159	X	84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	159	X	86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	159	X	89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	159	X	91	@ 91 cm	@ 91 cm

*Nota.* ACI (American Concrete Institute)

Por lo tanto, para nuestro caso tenemos ACERO CORRUGADO  $\varnothing=1/2''$ , separado cada 0.76m con una longitud de 0.66m.

### Figura 26

*Junta trasversal y longitudinal*



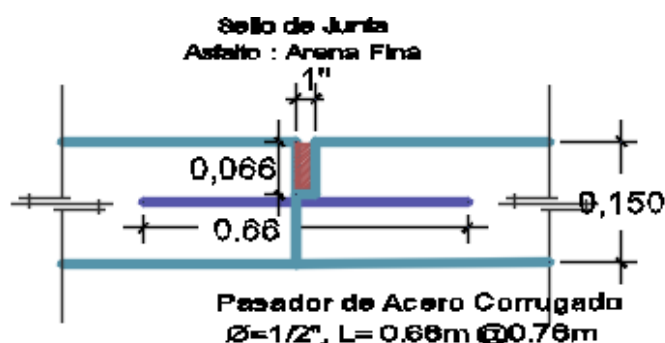
*Nota.* Elaboración propia

En cuanto al sellado de juntas, de acuerdo al Manual del MTC, se tendrá lo siguiente:

- Sello de junta de contracción. El cajón de recepción del sello tendrá un ancho de 25mm, el cual se logrará con el encofrado, la profundidad del cajón será de 66 mm, luego de haberse quitado el polvo y partículas dañinas del cajón de sellado, se aplicará un sellador de emulsión de asfalto y arena fina en caliente, debiendo tener un acabado cóncavo en función de la rasante de la losa. El detalle se muestra a continuación:

**Figura 27**

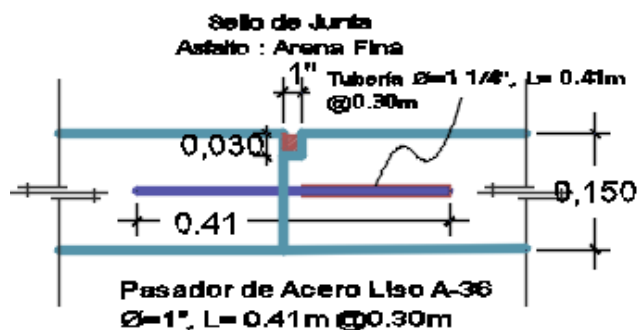
*Junta longitudinal*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 28**

*Junta transversal*



*Nota.* Elaboración propia

- Sello de junta de separación. El propósito de esta junta es aislar a las losas de pavimentos de

otras estructuras, el ancho puede variar de  $\frac{1}{2}$ " a 1", la junta se da en todo el grosor de la losa.

Para el sellado de la losa, se colocará un relleno con asfalto y arena fina, debiendo tener:

**Figura 29**

*Relleno con asfalto y arena*

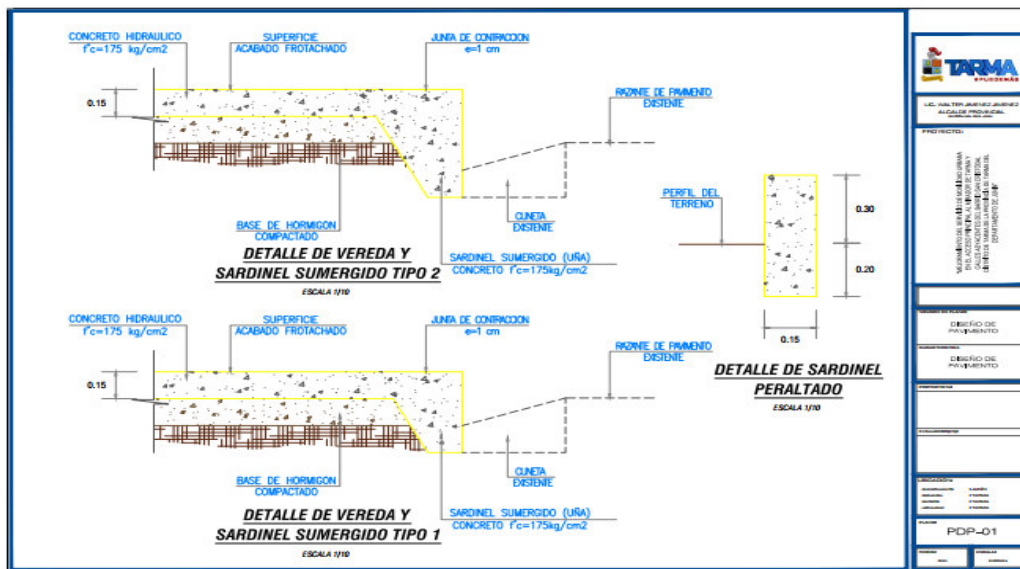


*Nota.* Elaboración propia

*Modelo BIM utilizado en Civil 3D e Infracwork.*

**Figura 30**

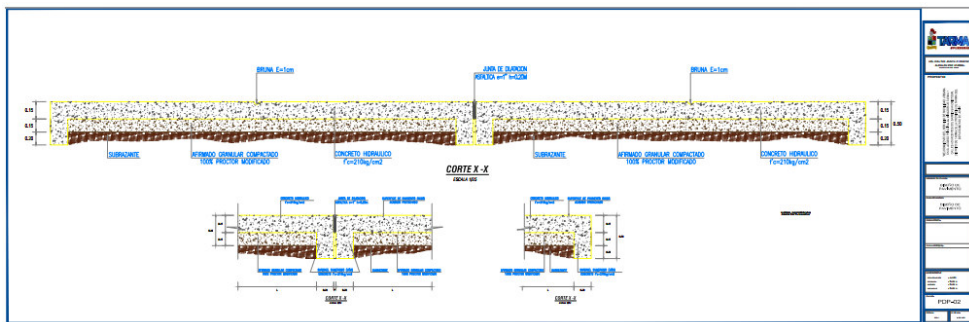
*Programa de Diseño para pavimentación rígida en planta y perfil.*



*Nota.* Se muestra el Diseño de Pavimento rígido haciendo énfasis en los detalles de vereda y sardinel sumergido y detalles de sardinel peraltado en el Software Civil 3D.

**Figura 31**

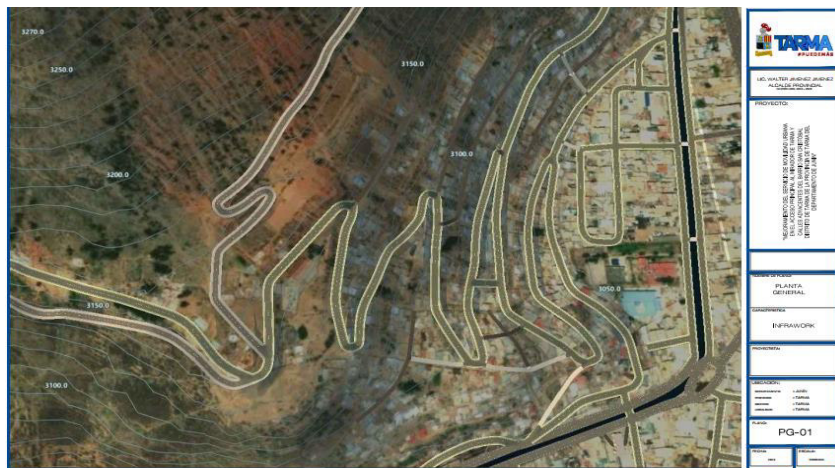
*Plano de Diseño de pavimento rígido en planta y perfil*



*Nota.* La ilustración presenta el Diseño de Pavimento rígido en planta y su perfil en el Programa Civil 3D.

**Figura 32**

*Plan general de implementación en el software Infra Works*



*Nota.* Se presenta en el Software Infracworks el Diseño de Pavimento rígido de planta general.

**Tabla 33***Metas físicas del proyecto*

Código	Metas físicas	Und.	Metrado
01	Pavimento rígido		
01.01	Obras provisionales		
01.01.01	Cartel de identificación de obra de 8.50 x 3.60 m	und	1.00
01.01.02	Almacén y caseta de guardianía	Mes	8.00
01.01.03	Desvío de tránsito	und	8.00
01.02.00	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias		
01.02.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00
01.03.00	Seguridad y salud en el trabajo		
01.03.01	Seguridad y salud en obra	glb	1.00
01.04.00	Pavimento		
01.04.01	Trabajos preliminares		
01.04.01.01	Limpieza de terreno	m2	21,244.93
01.04.01.02	Trazo y replanteo preliminar	m2	21,244.93
01.04.02	Movimiento de tierras		
01.04.02.01	Corte a nivel de sub rasante	m3	3,950.34
01.04.02.02	Excavación manual para cunetas	m3	507.93
01.04.02.04	Eliminación de material excedente con equipo	m3	6,212.40
01.04.02.03	Demolición de alcantarilla existente	m3	32.00
01.04.03	Mejoramiento a nivel de subrasante (e=0.15m)		
01.04.03.01	Perfilado y compactado de la sub rasante	m2	17,023.52
01.04.03.02	Mat. P/mej. De subrasante puesto en obra	m3	6,356.32
01.04.03.03	Extendido, riego y compact. De material p/mejoramiento	m2	17,023.52
01.04.04	Base granular		
01.04.04.01	Mat. P/base puesto en obra	m3	7,136.82
01.04.04.02	Extendido, riego y compact. De base granular	m2	17,023.52
01.04.05	Pavimentación rígida		
01.04.05.01	Encofrado y desencofrado normal en losas macizas	m2	2,260.88
01.04.05.02	Acero para pasadores longitudinales	kg	10,758.24
01.04.05.03	Concreto en losas macizas $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	2,817.39
01.04.05.04	Curado tipo arrocera	m2	14,086.96
01.04.05.05	Relleno de juntas con asfalto	m	7,880.72

01.05.00	Obras de concreto simple		
01.05.01	Cunetas		
01.05.01.01	Perfilado y compactado para cunetas	m2	1,015.86
01.05.01.02	Encofrado y desencofrado para cunetas	m2	1,372.31
01.05.01.03	Concreto en cunetas $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	519.64
01.05.01.04	Acabado en cunetas	m2	4,330.36
01.05.01.05	Relleno de juntas con asfalto	m	6,834.20
01.06.00	Obras de concreto armado		
01.06.01	Alcantarillado		
01.06.01.01	Alcantarillado tipo marco	ml	48.10
01.06.02	Muro de contención		
01.06.02.01	Muro de contención de concreto armado	ml	191.45
01.07.00	Señalización horizontal		
01.07.01	Pintura lineal en sardinel	m	70.00
01.07.02	Pintura en pavimento línea discontinua	m	2,323.00
01.07.03	Pintura zonal en cruce peatonal	m2	33.00
01.07.04	Pintura en pavimento letras y símbolos	m2	171.00
01.08.00	Impacto ambiental		
01.08.01	Mitigación de impacto ambiental	glb	1.00
01.09.00	Varios		
01.09.01	Limpieza final de la obra	m2	15,268.56

*Nota.* Elaboración propia.

En conclusión, el análisis y diseño geométrico de la carretera, tomando en cuenta los datos de tráfico, demanda, orografía y parámetros de diseño, permite establecer una infraestructura adecuada y segura para el tránsito en esta vía.

- Estudio de Tráfico: El conteo vehicular semanal, que resultó en un promedio de 114 vehículos diarios (IMDA), donde el 97% son vehículos livianos, 2% buses y 1% camiones, indica una demanda vehicular moderada. Este dato es esencial para definir los parámetros geométricos y de seguridad en la carretera, permitiendo adaptarla adecuadamente a su uso principal de vehículos ligeros.

- **Categorización de la Vía según la Demanda:** Considerando el nivel de tráfico, la carretera se categoriza como de segunda categoría, con dos carriles de 3.30 metros cada uno, de acuerdo con la regulación MTC 2018. Esta categorización garantiza que la infraestructura se ajuste a la frecuencia y clase de tráfico previstos.
- **Clasificación de la Vía por Orografía:** La carretera presenta un entorno accidentado, lo cual influye en el diseño geométrico al demandar un análisis más cuidadoso de las pendientes y curvaturas, asegurando la seguridad y comodidad en el recorrido.
- **Velocidad en el Diseño Geométrico:** Según MTC 2018, la velocidad de diseño establecida es de 50 km/h, apropiada para las circunstancias accidentadas del camino y la clasificación de segunda categoría. Este valor tiene como objetivo preservar la seguridad en áreas con curvas y inclinaciones significativas.
- **Radios Mínima y Peraltes Maximos:** Con una altura máxima del 12% y un valor de fricción límite de 0.16, se determinó una radio mínima de 70 metros. Estos indicadores garantizan que las curvas sean seguras para el tráfico en situaciones de frenado y curvas marcadas.
- **Parámetros para Curvas Verticales Cóncavas:** En las curvas verticales, se ha considerado un valor de "K" apropiado para asegurar una visibilidad de parada de 50 metros a 40 km/h, lo cual es vital para maniobras de frenado y reducción de riesgos en descensos o cambios abruptos de pendiente.
- **Reacción Combinada:** El valor de 6.59 kg/cm<sup>3</sup> en la reacción combinada permite evaluar la resistencia del terreno y su capacidad para soportar las cargas vehiculares, influyendo en las decisiones de pavimentación y mantenimiento.
- **Modelado en Civil 3D:** La importación de puntos en Civil 3D permitió obtener la sección transversal y longitudinal de la vía, generando un modelo topográfico detallado que facilita

- el análisis del terreno y la planificación de la construcción.
- Análisis en Infracore: Finalmente, el modelado en Infracore proporciona una visualización en 3D de la vía, útil para verificar el diseño geométrico, simular el flujo vehicular y anticipar cualquier ajuste necesario antes de la ejecución.

En conjunto, el diseño de esta carretera de segunda clase asegura una infraestructura robusta y segura que responde tanto a las condiciones topográficas como a la demanda vehicular estimada. La planificación meticulosa y el uso de herramientas de modelado digital permiten prever una operatividad eficiente y segura para todos los usuarios.

### **Aportes más Destacables a la Institución**

Se describen los aportes más destacados a partir de la propuesta, los siguientes puntos describen de forma general los aportes del proyecto a la institución.

- Desarrollo de la tercera dimensión del método BIM en el diseño a través de la aplicación del proyecto “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, Distrito de Tarma, Provincia de Tarma, Departamento de Junín”, utilizando software como Revit, Infracore y Civil 3D.
- Efectuar un estudio topográfico con estación completa y nivel de ingeniero en el Barrio San Cristóbal para la planificación de vías urbanas.
- Realización de labores de gabinete utilizando programas de Autodesk, tales como Civil 3D, Revit e Infracore, con el fin de aportar más profundidad al diseño de las vías urbanas del Barrio San Cristóbal.
- Colaboración en la mejora del diseño, fomentando la comunicación y el trabajo en equipo durante el proceso de construcción del mencionado proyecto.
- Contribución a la coordinación y detección de posibles conflictos durante la fase constructiva.
- Participación en la mitigación de riesgos y reducción de costos en la ejecución del proyecto.
- Soporte en la optimización de la planificación del proyecto de edificación.
- Intervención para aumentar la productividad y seguridad en los procesos constructivos del proyecto: “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en el acceso principal al mirador de Tarma y calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, Distrito de Tarma, Provincia de Tarma, Departamento de Junín”.

- Aceleración en la administración de las infraestructuras viales a través del diseño desarrollado en Autodesk Revit 2023.
- Optimización de la gestión de las instalaciones de la infraestructura vial mediante el diseño elaborado en Autodesk Revit 2023.

## Conclusiones

Para elaborar el diseño geométrico se comenzó con el análisis de topografía, y se recurrió a la geodesia para ubicar los BMs. Además, se llevó a cabo el análisis de tráfico, lo que facilitó la clasificación de la vía y el conocimiento del tráfico de vehículos que soportará la vía.

El diseño geométrico se elaboró utilizando el manual DG-2018 de Diseño Geométrico. Esto facilitó la determinación de las propiedades tanto en planta como en altura y la comprensión de sus dimensiones de sección transversal.

Asimismo, se decidió aplicar el diseño geométrico mediante BIM en el acceso principal al mirador de Tarma y las calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, Tarma, 2024. Rodríguez (2022) señala que la incorporación del enfoque BIM en infraestructuras viales permite crear una representación virtual del proyecto, identificando y corrigiendo interferencias, mejorando la colaboración y facilitando la comunicación visual en un entorno digital, lo que permite a los contratistas realizar ajustes antes de comenzar la construcción y reduce la probabilidad de problemas imprevistos, ahorrando así tiempo y dinero. Díaz (2019) también utilizó software BIM en la planificación de proyectos de construcción de carreteras para aumentar la precisión y eficiencia. Al igual que a la escasa investigación realizada sobre BIM en la infraestructura de carreteras, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en su uso en la construcción (escuelas, hoteles, hospitales, etc.). Se determinó que el uso del método BIM en balances de materia es exacto conforme al modelado en tres dimensiones, teniendo en cuenta la exactitud y exactitud indispensables alcanzadas mediante el diseño geométrico y la representación en tres dimensiones, incluyendo todos los elementos paramétricos de la guía DG-2018, de acuerdo con lo autorizado por el MTC. Esto permite visualizar claramente el producto final antes de iniciar la

construcción, facilitando la planificación desde el proyecto inicial hasta la entrega del mismo, gracias a la metodología BIM.

Finalmente, se empleó BIM para la representación en 3D del diseño de carreteras urbanas en el acceso principal al mirador de Tarma y las calles adyacentes del Barrio San Cristóbal, 2024. Acampa (2019) sostiene que el modelo debe ser considerado como una herramienta para el desarrollo de sistemas que definen el objeto, más que como un prototipo material, permitiendo verificar si cumple con las necesidades y características necesarias para aportar las ventajas de la infraestructura antes de comenzar la construcción. Por lo tanto, se determinó que el empleo de BIM para la representación en 3D del diseño de carreteras urbanas simplificó la detección de fallos, optimizando la calidad del diseño de la infraestructura vial y disminuyendo el tiempo total de fabricación, además de la demanda de trabajadores extra, tiempos prolongados y la suspensión de proyectos debido a incompatibilidades técnicas. Un programa de diseño exacto también contribuye a mantener la regulación del presupuesto dentro del método BIM.

## Recomendaciones

Para evaluar los estudios fundamentales para el diseño geométrico de una carretera, se recomienda emplear métodos modernos que faciliten una mejor representación de la realidad. Si se representa adecuadamente, la realidad de los elementos que se analizan para llevar a cabo el diseño de una vía, facilitará la propuesta de un diseño óptimo acorde a las necesidades de los usuarios y la demanda.

Se sugiere optimizar los estándares de diseño y duración de proyectos mediante el método BIM para el modelado topográfico en proyectos de infraestructura vial. Para garantizar la eficacia del método BIM durante el proceso de diseño, es esencial tener un equipo adecuadamente unido que sostenga una comunicación continua, lo cual promoverá la generación y administración de los procesos de modelado.

Así mismo, se sugiere enfocarse en las pautas de la guía de carreteras para mejorar el diseño geométrico, manteniendo las alineaciones y profundizando en los estándares y normas de BIM que puedan guiar los proyectos de vía pública y otros trabajos de edificación.

También, se recomienda la implementación del método BIM en empresas e instituciones públicas, dado que facilita la visualización en 3D del diseño geométrico de infraestructuras de caminos urbanos con más profundidad. Esto contribuye a evitar labores extra y prolongaciones de tiempo durante la implementación, previniendo de esta manera problemas para el cliente, tal como se demostró en este informe.

## Referencias

- Acampa, A., Crespo, I., y Marino, G. (2019). *Comparación de las ventajas del dibujo y la simulación en el modelado de información de construcción (BIM)*. *Architecture, City and Environment*, 14(30), 110-122.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5821/ace.14.40.6689>
- Adauto, O. J. (2022). *Plan de Renovación Vial Urbana Utilizando Modelado de Información de Construcción Distrito de Anco, Huancavelica*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Huancavelica]Repositorio  
<https://repositorio.unh.edu.pe/items/76e56d93-cc9a-437e-832c-6a69c550f36f>
- Agreda Zevallos, A., y Herrera Yangali, B. (2020). *Diseño geométrico en vías utilizando el método BIM en la Asoc. Lúcumo, Lima, 2020*. [Tesis, Universida César Vallejo, Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Lima. Retrieved 03 de Febrero de 2023] Repositorio Institucional  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60479>
- Arévalo Jiménez, J. C. (2021). *Puerto Redoma, Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Aplicación BIM para diseño geométrico y conceptualización de evaluación de infraestructura vial alternativa*. [Tesis de grado, Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Ingeniería, Guayana. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional  
<http://catalogogy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/36297.pdf>
- Arista López, I., y Yalta Olivares, L. (2020). *Planificación de la Infraestructura Vial Urbana de la Juventud 16 de Octubre de los Huancas, Chachapoyas y Amazonas*. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Chiclayo. Retrieved 11 de Febrero de 2023] Repositorio Institucional

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58736>

Aroca Perdomo, C. A. (2021). Uso del método BIM para la elaboración de obras viales del Municipio de Baraya Huila. [Trabajo de investigación, Universidad Católica Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia. Retrieved 05 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/702508ff-96fa-4abb-a43f>

Bermúdez, S. C., y Quintero, G. J. (2021). Beneficios en la adopción BIM para los proyectos viales: Una revisión de la literatura. [Trabajo de grado, Universidad Católica Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá. Retrieved 04 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/c65e489e-76cf-44ca-b8a3>

Biancardo , S., Capano , A., Guerra de Oliveira, S., y Tibaut, A. (2020). Procedural Modeling and Building Information Modeling in Road. Infrastructures, 5(4), 1-14.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/infrastructures5040037>

Brenes.M. N. (2020). Usó del método BIM para la elaboración de Proyectos viales en la empresa INTRA Consultores. [Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería para la Construcción, Cartago. Retrieved 05 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12397/TFG\\_Nathalie\\_B](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12397/TFG_Nathalie_B)

Cappuyns, J. M. (2020). Estudio para la puesta en marcha de BIM en una Empresa del rubro vial. [Trabajo de grado, Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech, Escuela Superior de Ingeniería Industrial, Aeroespacial . Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/330160/Mem%C3%B2ria>

Chuna, A. J. (2019). Diseño en la infraestructura vial a fin de incrementar la transitabilidad dando uso del Método AASHTO 93 en Santa Rosa Ventanilla Callao, 2019. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Callao. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44498/Chuna>

Cordero, M. N. (2022). Propuesta de herramienta de evaluación para implementar el método BIM en proyectos en infraestructura vial en Costa Rica. [Trabajo final de investigación, Universidad Costa Rica, Escuela de Posgrado. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

[https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/0669/86536/202204\\_TFIA%20FINAL.pdf](https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/0669/86536/202204_TFIA%20FINAL.pdf)

Díaz, L. J. (2019). Gestión de los proyectos usando técnicas BIM para la etapa de diseño en proyectos de obras viales. [Tesis, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, Tarapoto. Retrieved 13 de Enero 2023] Repositorio Institucional

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3785/1/CIVIL%20%20Jos%c3%a9%20Alfredo>

Dirección General para la Programación Multianual para las Inversiones. (2020). Directrices para el uso del método BIM de las inversiones públicas. [Ministerio de Finanzas y Economía, Lima. Retrieved 13 de Enero de 2023] from

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivosdescarga/anexo\\_RD007\\_2020EF.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivosdescarga/anexo_RD007_2020EF.pdf)

Gonzales, M., J. (2019). Diseño en infraestructura vial en la transformación de los centros urbanos San Borja - San Isidro, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Chiclayo. Retrieved 13 de Febrero de 2023] Repositorio

Institucional

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35374>

Huacallo, L. F. (2022). Estudio para comparar las metodologías BiM 4D y convencional para la mejora del tiempo de la obra de infraestructura, Arequipa 2021. [Tesis, Universidad Católica de Santa María, Facultad de Ingenierías Civil y del Ambiente y Arquitectura, Arequipa. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12920/12154>

Huillcas, A. (2022). Implementación del método BIM para mejorar el diseño vial de la Trocha Carrozable Manta – Ccollpa, Huancavelica, 2022. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima. Retrieved 12 de Enero de 2023] Repositorio <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/86780/HuillcasA>

Lara, M. L. (2022). Guía Técnica para usar la Metodología BIM para Proyectos de Infraestructura en Obras Lineales que elabora la organización AECO. [Proyecto para la graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería y Construcción. Retrieved 13 de Enero de 2023] from <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKI>

Martínez, W. (2021). Diseño en infraestructura vial urbana de los Centros Poblados Leticia y El Salitral, Distrito de Motupe, Lambayeque. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Chiclayo. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62852/Martinez\\_SWR](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62852/Martinez_SWR)

- Moreno, R. (2021). Estado del conocimiento en el uso del método BIM en proyectos viales en Colombia. [Ensayo de grado, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Estudios a Distancia, Bogotá. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/40445/MorenoPach%c3%b3nRicard>
- Paz, G.M. G. (2019). Usó del método Building Modeling Information (BIM) para el diseño de glorieta de la carretera CV-370 PK 15+740 en Valencia. [Trabajo de fin de máster, Universitat Politècnica de Valencia, ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Valencia. Retrieved 05 de Enero de 2023] Repositorio Institucional [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/130864/01\\_Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/130864/01_Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=)
- Rodríguez, J. (2022). Aplicación del método VDC/BIM para la construcción y rediseño de proyectos viales. [Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional [http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4613/Rodr%c3%adguez%20Cabello%](http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4613/Rodr%c3%adguez%20Cabello%20)
- Saavedra, M., y Gálvez, J. (2020). Diseño en infraestructura vial urbana del transito vehicular en Ambato Tamborapa, Distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca 2018. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Chiclayo. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48009/G%c3%a1lvez\\_GJCr](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48009/G%c3%a1lvez_GJCr)
- Sajamí, C., y Ramírez, J. (2021). Innovación tecnológica y metodología BIM y su vinculo en el control de obras viales, Tarapoto, San Martín. [Tesis, Universidad Científica de Perú,

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Tarapoto. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1556/SAJAMI%20INFANTE%20CARLO%20SAUL%20Y%20RAMIREZ%20SHAPIAMA%20JARA>

Trejo, N. (2018). Estudio del impacto del uso del método BIM en el control y planificación de proyectos de construcción e ingeniería. [Memoria para lograr el título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civile. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodologia-BIM-en-la-planificacion-y-control-de>

Veliz, J. (2020). *Diseño en infraestructura vial urbana en las principales vías del Sector Partido Alto y La Hoyada, Tarapoto, San Martín*. [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Chiclayo. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ve>

Vivancos, P. (2018). *Modelado de información para el uso de BIM de anteproyecto en viviendas y edificio: definición estructura, constructiva y renderizado*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica en Cartagena, Escuela Técnica de Edificación y Arquitectura, Cartagena. Retrieved 13 de Enero de 2023] Repositorio Institucional

<https://repositorio.upct.es/handle/10317/8280>

Ayovi Párraga, J. B. (2022). *Diseño del camino el placer del Toachi—Santa Rosa Mulaute en Santo Domingo de los Tsáchilas* [Tesis pregrado, Universidad de Guayaquil].

[Archivo digital. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60892](http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60892)

Quiroz Goveya, P. M., & Gutierrez Capcha, M. (2021). *Evaluación del diseño geométrico para el trazo de la carretera Calla—Cochapata en Cotabambas – Apurímac, 2020*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo].

[Archivo digital. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59614](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59614)

Zúñiga-Velásquez, J. S. (2020). *Diagnóstico para el mejoramiento del diseño geométrico de la vía Ubaté – Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799) Cundinamarca* [Universidad Católica de Colombia].

<https://repository.ucatolica.edu.co/items/fab614f0-07d5-48cb-bd78-82bf80633c37>

Bautista Paico, J. O. (2021). *Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba* [Tesis pregrado, Universidad de Piura].

<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5083>

Carrio, I. A. (2022). *Análisis de Consistencia de las Características Geométricas para la Seguridad Vial de la Carretera Cajamarca—C.P. Candopampa de acuerdo con las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018*. [Tesis. Universidad Nacional de Cajamarca].

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5161>

Fandiño, S. N. J., & Porras, A. Y. T. (2020). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad de la comunidad del barrio Guamito en el municipio de Restrepo* [Tesis. Universidad Cooperativa de Colombia].

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/20291>

Herrera, O. E. R. (2022). Mejoramiento del servicio de transitabilidad de una trocha carrozable. Repositorio Institucional - UPECEN.

<http://repositorio.upecen.edu.pe/handle/20.500.14127/300>

## Anexos

## Anexo 1. Evidencia fotográfica.

