



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE TINCOC Y
MODELADO 3D EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE
CHOCORVOS, PROVINCIA DE HUAYTARÁ,
HUANCAVELICA – 2025”**

AUTORES:

**HUAMÁN ESPINOZA JOSEPH LEVI
ROJAS RÍOS PERCY PAOLO**

Presentado para obtener el título profesional de
INGENIERO CIVIL

Asesor: **Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.**

San Juan Bautista –Maynas –



Erlin Guillermo Cabanillas Oliva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP 44807

2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 722-2025-UCP-FCEI, del 31 de julio del 2025, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 116-2026-UCP-FCEI, del 29 de enero del 2026, se autorizó la sustentación.

Siendo la 01:00 p.m. del día 09 de febrero del 2026, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE TINCOCC Y MODELADO 3D EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHOCORVOS, PROVINCIA DE HUAYTARÁ, HUANCAMELICA - 2025"**.

Presentado por:

PERCY PAOLO ROJAS RIOS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

JOSEPH LEVI HUAMAN ESPINOZA

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, Dr.

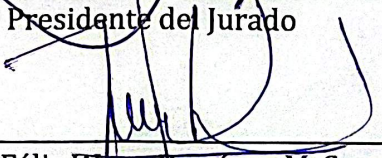
Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

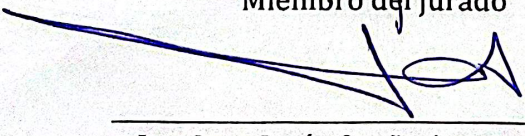
La sustentación es: A PROBADA POR UNANIMIDAD

A las 14:16 horas culminó el acto público.

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.


Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.
Presidente del Jurado


Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
Miembro del jurado


Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.
Miembro del jurado



**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ – UCP**

El presidente del Comité de Ética e Integridad Científica

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE TINCOCC Y MODELADO
3D EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHOCORVOS,
PROVINCIA DE HUAYTARÁ, HUANCAMELICA – 2025”**

De los alumnos: **JOSEPH LEVI HUAMAN ESPINOZA Y PERCY PAOLO ROJAS RIOS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **9% de similitud**. Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 09 de enero del 2026.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Jorge L. Tapullima Flores', is written over a horizontal line.

**Presidente del Comité de Ética e
Integridad Científica
Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores**



UCP_Ingeniería_Civil_Josep_Huaman_Percy_Rojas_VI

9%
Textos
sospechosos

0% Similitudes

0 % similitudes entre
comillas

0 % entre las fuentes
mencionadas

3% Idiomas no reconocidos

6% Textos potencialmente
generados por la IA

Nombre del documento: UCP_Ingeniería_Civil_Josep_Huaman_Percy_Rojas_VI.pdf	Depositante: Chris Angela Ramirez Flores	Número de palabras: 6288
ID del documento: 8391928f7f5d7ef39a7acd00239c79eb78009cf8	Fecha de depósito: 9/1/2026	Número de caracteres: 45,668
Tamaño del documento original: 2,41 MB	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 9/1/2026	

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes de similitudes

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1		https://www.csiamerica.com
2		https://www.csiamerica.com/
3		https://en.midasuser.com
4		https://en.midasuser.com/
5		https://drive.google.com/drive/folders/1w4mqiPUGSDJQmtuFEZzjGoIV5

HOJA DE APROBACIÓN

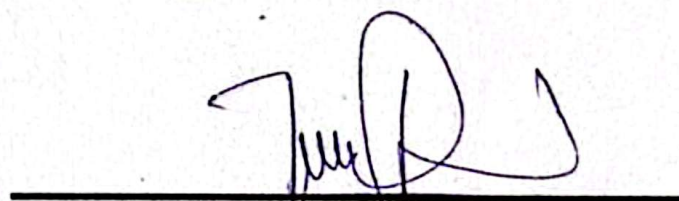
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: PERCY PAOLO ROJAS RIOS Y JOSEPH LEVI HUAMAN ESPINOZA

**La Tesis sustentada en acto público el día 09 de febrero del 2026, a la 01:00 pm,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



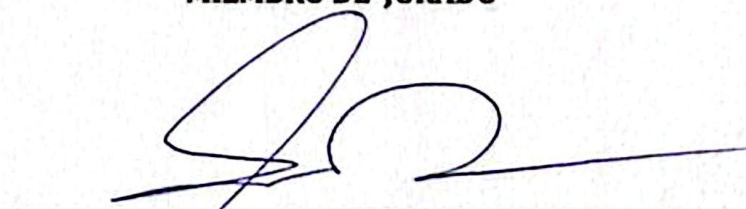
ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC.
PRESIDENTE DE JURADO



ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO



ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO



ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR.
ASESOR

Dedicatoria

A nuestros amados padres, por ser la fuente de nuestro valor y la fuerza que nos impulsa a perseverar en la superación personal y alcanzar con firmeza las metas que nos hemos trazado..

Los autores

Agradecimiento

A todos los profesores que han estado presentes a lo largo de este pregrado por su empeño y profesionalismo. A nuestro asesor por los amplios conocimientos brindados y así poder culminar con la presente investigación en beneficio de la región.

Los autores

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Hoja de aprobación	iv
Índice de contenido	v
Índice de cuadros o tablas	vii
Índice de gráficos o figuras	viii
Resumen y palabras claves	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo I. Marco teórico	4
1.1. Antecedentes del estudio	4
1.2. Bases teóricas	9
1.2.1. Infraestructura vial y puentes en zonas rurales	9
1.2.2. Emplazamiento de un puente	10
1.2.3. Factores técnicos requeridos para localizar un puente	12
1.2.4. Definición geométrica de la ubicación	15
1.2.5. Verificaciones previas del emplazamiento	17
1.2.6. Evaluación del impacto ambiental del sitio	19
1.2.7. Validación de la ubicación del puente	19
1.2.8. Modelado tridimensional (3D) aplicado al emplazamiento del puente	21
1.2.9. Instrumentos digitales para la localización y modelado 3D	22
1.2.10. Visualización, representación y comunicación del emplazamiento	23
1.2.11. Aportes de ubicación y modelado 3D en la planificación de puentes	25
1.3. Definición de términos básicos	27
Capítulo II. Planteamiento del problema	30
2.1. Descripción del problema	30
2.2. Formulación del problema	31
2.2.1. Problema general	31
2.2.2. Problemas específicos	31
2.3. Objetivos	32
2.3.1. Objetivo general	32
2.3.2. Objetivos específicos	32
2.4. Hipótesis	32
2.5. Variables	33
2.5.1. Identificación de las variables	33
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables	33

2.5.3. Operacionalización de las variables.....	34
Capítulo III. Metodología	36
3.1. Tipo y diseño de investigación	36
3.2. Población y muestra	36
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	37
3.4. Procesamiento y análisis de datos	38
Capítulo IV. Resultados.....	40
4.1. Emplazamiento del Puente Tincocc, provincia Huaytrá – Huancavelica.	40
4.2. Planta del puente Tincocc.	41
4.3. Ubicación del puente tipo viga losa Tincocc de 24 mts:	42
4.4. Planta y perfil del puente Tincocc	44
4.5. Cumplimiento del emplazamiento del puente Tincocc	46
4.5.1. Cumplimiento de los factores técnicos para el emplazamiento	46
4.5.2. Realización de los pasos clave para la localidad	49
4.6. Resultados del análisis del emplazamiento del puente Tincocc.....	50
4.7. Resultados de la definición geométrica del emplazamiento	50
4.8. Resultados del modelado tridimensional (3D) del puente Tincoc	51
4.9. Resultados de la visualización y representación espacial del emplazamiento...51	
4.10. Demostración de la hipótesis de investigación	52
4.11. Modelado computacional del puente Tincocc.....	52
4.11.1. Modelado tridimensional del puente en Revit	53
4.11.2. Fusión del modelo estructural y el terreno natural en InfraWorks.....	53
4.11.3. Vista previa realista con Twinmotion.....	53
4.12. Resultado global del emplazamiento.....	60
Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones	61
5.1. Discusión	61
5.2. Conclusiones	63
5.3. Recomendaciones	65
Referencias bibliográficas	67
Anexos	69
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	69
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	72
Anexo 3. Tomas Fotográficas	75
Anexo 4. Documento de trabajo en la zona	79

Índice de cuadros o tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	34
---	----

Índice de gráficos o figuras

Figura 1	Vista del emplazamiento entre los km 10+00 y 11+000.....	40
Figura 2	Topografía del área específica de emplazamiento del puente Tincocc.	41
Figura 3:	Plano de Ubicación Política.....	42
Figura 4	Planta del puente Tincocc.....	44
Figura 5	Corte lateral del puente Tincocc	45

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad diseñar hidráulicamente un puerto fluvial para la comunidad de la Alianza Cristiana, distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, Loreto, de modo que sirva eficazmente para la carga y descarga de pasajeros y mercancías. El enfoque se desarrolló bajo un método cuantitativo-aplicado, empleando hidroanálisis, moldeo del sistema flotante propuesto y verificación estructural.

El Método Racional fija el caudal de máximo diseño como 32,76 m³/s, con un área de cuenca de 0.42 Km² y lluvia de intensidad 120 mm/h. Al modelar el sistema flotante, un régimen de flujo básicamente subcrítico se manifestó, con velocidades máximas de 1.10 m/s. Del análisis de socavamiento (método de Laursen) surge una socavación total de diseño de 1,80 m, el máximo transporte sólido calculado en periodo de crecida 3.60 kg / s.

El peso estructural del puente basculante es de 7,15 toneladas, y su peso en servicio 19,15 toneladas con una reacción sobre el sistema flotante de 9,58 toneladas. La comprobación de la flotación y la estabilidad demostró la idoneidad técnica del mecanismo flotante con bisagras, por ser considerado como una solución óptima frente a la fijación sobre pilotes de hormigón o rampas rígidas.

Los resultados indicaron claramente que un diseño hidráulico adecuado puede mejorar la eficiencia de baño sustancial, trasegando por completo la breve ruta. En consecuencia, se confirma la hipótesis presentada por los autores. Por todo ello, se argumenta que la solución técnica del sistema flotante hidráulico es la más eficaz, segura y adaptable existente ya que armoniza con el régimen fluvial amazónico en la ámbito estudio local.

PALABRAS CLAVE

Puerto fluvial, diseño hidráulico, socavación, transporte de sedimentos, sistema flotante, eficiencia operativa, régimen amazónico.

Abstract

The objective of this research was to analyze the site selection of the Tincocc bridge and its representation through three-dimensional (3D) modeling in the district of Santiago de Chocorvos, province of Huaytará, Huancavelica region. The study was carried out considering that proper site selection is essential to ensure the correct integration of the bridge with the topography, the existing road and the natural environment, especially in rural areas with complex terrain.

The structural weight of the bascule bridge is 7.15 tons, and its service weight is 19.15 tons with a reaction on the floating system of 9.58 tons. The flotation and stability tests demonstrated the technical suitability of the floating hinge mechanism, as it was considered an optimal solution compared to fixing it to concrete piles or rigid ramps.

The bascule bridge has a structural weight of 7.15 tons and a total service weight of 19.15 tons with a reaction on the float of 9.58 tons. The buoyancy and stability test confirmed the technical feasibility of the hinged floating system as the optimal technical solution compared to fixed floors or rigid ramps.

The results clearly indicated that an appropriate hydraulic design can substantially improve bathing efficiency, completely bypassing the short passive route. Consequently, the hypothesis presented by the authors is confirmed. For all these reasons, it is argued that the technical solution of the hydraulic floating system is the most effective, safe, and adaptable solution available, as it harmonizes with the Amazonian river regime in the local study area.

KEYWORDS

River port, hydraulic design, scouring, sediment transport, floating system, operational efficiency, Amazonian regime.

Introducción

La infraestructura vial constituye un componente fundamental para el desarrollo territorial, social y económico de las regiones, especialmente en zonas rurales donde la conectividad depende en gran medida de la adecuada planificación y ubicación de las obras de ingeniería. Dentro de esta infraestructura, los puentes desempeñan un rol estratégico al permitir la continuidad de las vías de comunicación sobre obstáculos naturales como ríos y quebradas, garantizando el tránsito seguro de personas, bienes y servicios.

En el distrito de Santiago de Chocorvos y provincia de Huaytará y región Huancavelica en general, las laderas montañosas montañosas ásperas complican la investigación, de puesta en marcha de infraestructuras de carreteras deberá estar asegurada mediante un estudio minucioso. Por consiguiente, la localización del puente Tincocc es decisiva ello se desea garantizar su buena integración con el entorno natural y con la ruta ya existente, pues bien es sabido que el futuro no podrá sino deparar graves problemas en lo que a eficacia, seguridad y geometría concuerde.

En este contexto, el presente trabajo aborda la localización del puente Tincocc mediante aplicaciones de modelado tridimensional, incorporando datos topógrafos, datos geométricos y datos territoriales en un entorno digital. Con el empleo de ofimática especializada tales como Civil 3D, Revit, InfraWorks y Twinmotion, se construyó un modelo 3D que visualizara clara y exactamente el emplazamiento del puente, su orientación, su relación con el curso de agua y su integración con la vía ya existente.

Se precisa que el tesista Percy Paolo Rojas Ríos participó activamente en el levantamiento de información técnica en el emplazamiento del puente, obteniendo datos topográficos e imágenes fotográficas del área de estudio. Con el fin de respaldar esto, en los Anexos se han agregado las fotografías que muestran su trabajo en campo, como así también están las copias del certificado emitido por el Ing. Consultor Pablo Paredes Ventura, encargado principal del proyecto, que oficializa en forma explícita su intervención en las actividades técnicas realizadas.

Capítulo I. Marco teórico

1.1. Antecedentes del estudio

Antecedente 1

Rojas Gonzáles, E.; Núñez Bustamante, E. Y Orbegoso Navarro, L. (2025), en el estudio titulado *“Alternativas de protección contra socavación del cauce del río chotano en el emplazamiento del puente Chota”*, tuvieron como objetivo determinar la mejor alternativa técnica para mitigar los efectos de la socavación en el entorno del puente, considerando diferentes soluciones hidráulicas y estructurales. La investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado, evaluando condiciones hidrológicas del río, comportamiento del flujo y resistencia de materiales de protección.

Resumen ampliado:

El estudio analiza el fenómeno de la socavación como uno de los principales factores de falla en estructuras de puentes, especialmente en zonas con alta variabilidad hidráulica. A partir de estudios hidrológicos y modelaciones del cauce, se evaluaron distintas alternativas de protección como muros de concreto, enrocados, gaviones y colchones antisocavantes. Se determinó que la socavación puede comprometer seriamente la estabilidad de la cimentación si no se implementan medidas adecuadas. La investigación propone soluciones integradas, adaptadas a las condiciones del río y su dinámica, priorizando la durabilidad, eficiencia hidráulica y viabilidad constructiva.

Conclusiones:

La socavación alcanza hasta 3.52 m en condiciones extremas.

Los muros de concreto con enrocado reducen significativamente la socavación.

Los gaviones y colchones antisocavantes son soluciones efectivas.

La combinación de alternativas resulta la solución más eficiente.

Recomendaciones:

Aplicar soluciones combinadas según condiciones del cauce.

Considerar periodos de retorno elevados.

Diseñar con adecuado gálibo hidráulico.

Antecedente 2

Castillo Luicho, G. Y Ramírez Cornejo, S. (2015), en la tesis titulada *“Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño del puente Pucayacu”*, tuvieron como objetivo determinar los parámetros hidráulicos necesarios para el diseño estructural del puente, mediante el análisis del comportamiento del río y los caudales máximos de diseño.

Resumen ampliado:

La investigación se centra en la importancia de integrar estudios hidrológicos e hidráulicos en el diseño de puentes, especialmente en zonas con presencia de ríos de régimen variable. Utilizando herramientas como hec-hms para la estimación de caudales y el software iber para la simulación hidráulica, se modeló el comportamiento del flujo en diferentes escenarios. El estudio permitió determinar niveles máximos de agua, velocidades de flujo y zonas de mayor riesgo de socavación. Asimismo, se establecieron parámetros fundamentales como la cota de fondo de viga y la profundidad de cimentación, contribuyendo a un diseño seguro y eficiente del puente.

Conclusiones:

La modelación hidrológica e hidráulica permite estimar caudales con precisión.

Se determina adecuadamente la profundidad de socavación.

Es esencial integrar hidrología e hidráulica en el diseño de puentes.

Recomendaciones:

Utilizar software especializado en modelación hidráulica.

Incorporar estudios topográficos y geotécnicos detallados.

Considerar escenarios extremos de caudal.

Antecedente 3

Bravo Caba, F. (2021), en la investigación titulada *“Desempeño sísmico del puente Águila Norte ante diferentes niveles de demanda sísmica”*, tuvo como

objetivo evaluar el comportamiento estructural del puente frente a cargas sísmicas mediante análisis dinámico no lineal.

Resumen ampliado:

El estudio aborda el análisis del comportamiento estructural de puentes frente a eventos sísmicos, considerando diferentes niveles de demanda sísmica. Se emplearon modelos computacionales avanzados que permiten simular la respuesta estructural bajo condiciones reales de carga sísmica, incluyendo la interacción suelo-estructura. La investigación identifica los elementos más vulnerables del sistema estructural, tales como columnas, apoyos elastoméricos y conexiones. Asimismo, demuestra que los métodos de análisis no lineal proporcionan resultados más precisos en comparación con métodos tradicionales, permitiendo una mejor evaluación del desempeño estructural y la seguridad del puente.

Conclusiones:

La interacción suelo-estructura influye significativamente en la respuesta sísmica.

Se identifican elementos críticos como columnas, elastómeros y apoyos.

El análisis no lineal permite prever fallas estructurales.

Recomendaciones:

Considerar la interacción suelo-estructura en el diseño.

Aplicar análisis dinámicos avanzados.

Evaluar componentes estructurales y no estructurales.

Antecedente 4

Peralta Peralta, F. (2018), en la tesis titulada *“Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista Pimentel–Chiclayo”*, tuvo como objetivo diseñar estructuralmente un puente peatonal considerando criterios de seguridad, funcionalidad y normativa vigente.

Resumen ampliado:

La investigación desarrolla el diseño estructural de un puente peatonal en una zona de alta transitabilidad, donde la ausencia de infraestructura representaba un riesgo para los usuarios. Se realizaron estudios de mecánica de suelos, transitabilidad y cargas, integrando estos resultados en el

modelamiento estructural mediante el software sap2000. El estudio destaca la importancia de considerar factores como cargas vivas, cargas sísmicas y condiciones del terreno para garantizar la estabilidad de la estructura. Asimismo, resalta el papel de los programas de modelado en la optimización del diseño y en la toma de decisiones técnicas.

Conclusiones:

El uso de SAP2000 permite modelar adecuadamente el comportamiento estructural.

El diseño debe considerar cargas, suelo y normativa técnica.

Los puentes peatonales mejoran la seguridad vial.

Recomendaciones:

Aplicar normativas nacionales e internacionales.

Realizar estudios previos completos.

Implementar mantenimiento preventivo.

Antecedente 5

Soto León, A. (2015), en la tesis titulada *“Estudio hidrológico e hidráulico del puente Huanchuy en el río cachi, Ayacucho – Huancavelica”*, tuvo como objetivo analizar el comportamiento hidrológico de la cuenca y las condiciones hidráulicas del río para el diseño del puente.

Resumen ampliado:

La investigación enfatiza la importancia del estudio integral de la cuenca hidrográfica como base para el diseño de puentes. Se analizaron parámetros como precipitación, escorrentía, pendiente de la cuenca y características morfológicas, permitiendo comprender el comportamiento del río en diferentes épocas del año. Asimismo, se evaluaron las condiciones hidráulicas del cauce, determinando niveles de agua y velocidades de flujo. Estos resultados permitieron establecer criterios técnicos para el diseño estructural del puente, garantizando su estabilidad frente a eventos extremos.

Conclusiones:

El análisis de la cuenca es fundamental para el diseño del puente.

La hidrología determina el comportamiento del caudal.

El diseño debe adaptarse a las condiciones naturales del entorno.

Recomendaciones:

Realizar estudios integrales de cuenca.
Considerar variabilidad climática.
Integrar hidrología con diseño estructural.

Antecedente 6

Aguayo Cordara, A. y Pisfil Gonzales, j. (2021), en la tesis titulada *“Propuesta para evaluar la continuidad de servicio de los puentes en la costa del Perú ante desplazamientos causados por sismos máximos probables, usando péndulos de triple fricción”*, tuvieron como objetivo evaluar la funcionalidad de los puentes ante eventos sísmicos extremos mediante sistemas de aislamiento.

Resumen ampliado:

El estudio analiza el comportamiento de puentes frente a eventos sísmicos severos, proponiendo el uso de aisladores sísmicos tipo péndulo de triple fricción como alternativa para mejorar su desempeño. Se modelaron diferentes tipos de puentes representativos de la costa peruana, evaluando desplazamientos, reacciones y comportamiento estructural bajo cargas sísmicas. La investigación demuestra que estos sistemas permiten controlar los desplazamientos y reducir daños estructurales, garantizando la continuidad operativa de los puentes incluso después de eventos extremos.

Conclusiones:

Los péndulos de triple fricción mejoran el desempeño sísmico.
Reducen desplazamientos en eventos extremos.
Permiten mantener la operatividad del puente.

Recomendaciones:

Implementar sistemas de aislamiento sísmico.
Actualizar criterios de diseño estructural.
Considerar escenarios sísmicos extremos.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Infraestructura vial y puentes en zonas rurales

La infraestructura vial constituye un elemento fundamental para el desarrollo económico, social y territorial de las regiones, especialmente en zonas rurales donde la accesibilidad suele verse limitada por condiciones geográficas y climáticas adversas. Dentro de esta infraestructura, los puentes desempeñan un rol estratégico al permitir la continuidad de las vías de comunicación sobre ríos, quebradas y zonas de difícil tránsito, facilitando el desplazamiento seguro de personas, bienes y servicios.

1.2.1.1. Importancia de los puentes en la conectividad territorial

Un puente es un componente esencial del sistema de transporte; conecta estaciones ferroviarias y terminales de autobuses, pueblos, zonas de producción e incluso instalaciones de servicios como la salud, la educación el comercio. En zonas rurales, la presencia de un puente reduce el tiempo de viaje, mejora el acceso y contribuye a la integración territorial - fomentando así el desarrollo sostenible de las comunidades. La falta de puentes apropiados aísla comunidades enteras; limita el desarrollo socioeconómico de grandes zonas del país.

Desde un punto de vista de la planificación territorial, los puentes no solamente cumplen una función estructural, sino también espacial, ya que establecen ejes de desarrollo y corredores viales estratégicos. Por esto, su ubicación y emplazamiento no sólo deben cubrir las posibilidades técnicas y la dinámica territorial existente.

1.2.1.2. Puentes rurales en zonas altoandinas

En zonas altas grandinas tales como el distrito de Santiago de Chocorvos, construir puentes presenta desafíos especiales a través de la topografía accidentada, pendientes pronunciadas y terreno variables. Todas estas variables indican que el emplazamiento necesita un análisis minucioso a fin de seleccionar

lugares adecuados, donde una vez que la obra esté terminada todo se integre: el puente con el camino existente y el paisaje.

Aunque los puentes rurales de la zona altoandina no suelen ser tan grandes como los de la ciudad, no por ello dejan de tener un importante impacto territorial. Un emplazamiento equivocado puede causar problemas de accesibilidad, interferencias con la topografía o dificultades para la construcción. Para evitar esto, el uso de instrumentos de análisis y representación tridimensional es esencial si queremos comprender la relación entre infraestructura y terreno.

1.2.1.3. Función del emplazamiento en la planificación vial

El emplazamiento es un paso fundamental en la planificación vial, ya que determina la ubicación exacta de una infraestructura sobre el territorio. Como en el caso de un puente, un buen análisis del lugar donde se edificará la infraestructura puede prevenir errores en la localización, mejorar su operación y eliminar problemas futuros con el medio ambiente.

En los proyectos de carreteras rurales, el emplazamiento influiría directamente en la calidad del diseño y también en la facilidad de ejecución de la obra. Aplicar modelos tridimensionales (3D) en esta etapa también permite visualizar toda la obra y analizar antes de construir las distintas soluciones propuestas de emplazamiento y diseño. Por eso emplazamiento se convierte en una herramienta clave para tomar decisiones técnicas y planificar de manera más eficiente la infraestructura vial.

1.2.2. Emplazamiento de un puente

1.2.2.1. Concepto de emplazamiento en ingeniería civil

En ingeniería civil, el **emplazamiento** se define como el proceso técnico mediante el cual se determina la ubicación física óptima de una obra de infraestructura dentro de un territorio determinado, considerando las condiciones naturales, geométricas, ambientales y funcionales del entorno. Este proceso no

se limita a la selección de un punto geográfico, sino que implica el análisis integral del terreno, la accesibilidad, la relación con la infraestructura existente y las restricciones técnicas del área de intervención.

El emplazamiento es especialmente importante en cuanto a los puentes, porque estas estructuras deben conectarse bien con la carretera existente de tal manera que no haya problema alguno desde un lado hasta otro. Además, con frecuencia tienen que eliminar obstáculos naturales como ríos o quebradas. Y están contruidos en terrenos difíciles, sobre todo en zonas rurales y de montaña. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018).

1.2.2.2. Importancia del emplazamiento en proyectos de puentes

En los proyectos de puentes, colocarse en el lugar correcto es la etapa más crítica. Esta aprovecha un buen emplazamiento en el trazado de la carretera, hace más fácil la construcción y puede ofrecer un puente mayor utilidad dentro del sistema de transportes. Un error en la elección de un sitio provoca problemas técnicos, constructivos, y medioambientales durante la ejecución y vida útil de la obra. En un informe que estudiaba varios trabajos concluyó que un buen emplazamiento redundaba en la menor necesidad de realizar posteriores modificaciones en el diseño, evita movimientos de tierras innecesarios y permite una mejor integración de la obra en el entorno natural y social. Y para esto el modelado tridimensional y el uso de herramientas digitales se han convertido en un apoyo fundamental para reconocer posibles alternativas de ubicación antes de que sean aceptadas.

1.2.2.3. Relación entre la localización, la funcionalidad y el entorno

En consecuencia, la funcionalidad de un puente depende directamente de su localización. Dicha localización influye en la fluidez del tráfico, en la accesibilidad y en la idoneidad de la infraestructura en relación con el entorno. Un puente situado correctamente permite una circulación fluida, mejora la continuidad territorial y evita impactos u otros problemas que pudieran repercutir sobre el entorno (MTC, 2018).

Además, la localización ha de tener en cuenta la integración del puente en su entorno natural, procurando reducir las alteraciones paisaje e del r medio ambiente, así como causar problemas a los cursos fluviales y zonas sensibles. Dentro de este contexto, mediante el uso de modelos tridimensionales, el estudio de la localización posibilita la representación de la infraestructura dentro de su marco real, aspirando a una evaluación espacial y funcional integral.

1.2.3. Factores técnicos requeridos para localizar un puente

La localización de un puente exige el análisis conjunto de diversos factores técnicos, que permiten determinar una situación respetuosa del medio ambiente, políticamente factible y funcional. Los factores fundamentales son topografía establecida, mecánica del sustrato, hidrología, circulación, legislación y restricciones de construcción, que han de estudiarse de un modo integrado para asegurar la viabilidad del proyecto

1.2.3.1. Topografía

La topografía es la base para localizar un puente, ya que ofrece información detallada sobre la manera en que se encuentran conformadas las tierras; pendientes, altitudes y formas del terreno. La topografía permite señalar las zonas de mayor conveniencia para situar el eje del puente, fijar la rasante y los alineamientos en función de la vía previa.

En áreas altoandinas, la topografía tiende a presentar pendientes fuertes y terrenos muy accidentados, siendo esencial el empleo de modelos digitales del terreno (MTD) para analizar diferentes alternativas de localización. El uso de herramientas digitales hace posible un completo estudio y contribuye a una mejor toma de decisiones en la elección de sitio para el puente.

1.2.3.2. Geotecnia

El análisis geotécnico es un factor fundamental en el emplazamiento de un puente, debido a que las características del suelo influyen directamente en la estabilidad y factibilidad de la ubicación seleccionada. La identificación del tipo de suelo, su capacidad portante y su comportamiento general permiten descartar

zonas inadecuadas para el emplazamiento de los apoyos del puente (Das & Sobhan, 2017).

En el caso de los puentes, la ubicación es especialmente importante porque estas estructuras deben conectarse bien con la carretera existente, superar obstáculos naturales como ríos o quebradas y adaptarse a terrenos difíciles, sobre todo en zonas rurales y de montaña. (Juárez & Rico, 2018).

1.2.3.3. Hidrología

La colocación de puentes sobre ríos o quebradas depende en gran medida de la hidrología, ya que con ella se pueden estudiar el comportamiento del cauce, los niveles de avenida y las fluctuaciones en el flujo.

Verificación de los numerosos aspectos hidrológicos para mantenimiento y reparación

Son cálculos de ingeniería para determinar el ancho de bosques que hagan de barrera natural reguladora contra inundaciones y para discernir si resulta económico en términos de costes construir canales artificiales (o represas). Por tanto, es imprescindible un estudio completo. Un estudio de hidrología bien llevado permite seleccionar una ubicación que ofrezca seguridad hidráulica y minimice el riesgo de daños por inundaciones o socavación (MTC, 2018). El embalsamiento ha de cuidar la completamente en vertical para seguir línea de escorrentía dirección flujo acaeciendo por corrimiento en charcos, limpiar inundaciones y traducirse en carreteras navegables. En cuanto al comportamiento del río con relación a la ubicación del puente propuesta (Chow, Maidment & Mays, 2014), los resultados del análisis hidrológico presentan una imagen tridimensional para su evaluación visual.

1.2.3.4. Tránsito

Un análisis circulatorio permite colegir la función del puente en el sistema vial y a la vez su conexión con demanda existente y futura de transporte público. La colocación de un puente tiene que dar vía libre al tráfico, ser accesible y resultar compatible con las calles de aproximación, sobre todo en zonas rurales donde puede constituir el único punto de cruce. Dentro de la jerarquía de la vía

y del flujo esperado ha de agruparse la ubicación del puente. No deberá ser elegida sin fundamento alguno ni dar problemas, en el alineamiento o a la desviación de carriles. El beneficio de un vertido bien situado es una mejora en la función del sistema de calles, y en la seguridad del tráfico.

1.2.3.5. Normativa aplicable

Es válido cumplir la normativa sobre el emplazamiento de puentes, se solicita que tenga en cuenta la normativa técnica de seguridad. Esta normativa establece los criterios para la situación, alineación y condiciones de seguridad de la infraestructura vial. En el caso de Perú, el Manual de Normas de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones proporciona directrices para la selección del emplazamiento de puentes con base en criterios geométricos, hidráulicos y medioambientales (MTC, 2018).

1.2.3.6. Análisis constructivo

El análisis constructivo debe tener en cuenta las condiciones de acceso, la disponibilidad de materiales y los riesgos de ingeniería logística y medioambientales a los que se enfrentará el emplazamiento propuesto para el puente. Es necesario que un emplazamiento satisfactorio facilite la construcción, al menos reduciendo el trabajo y los costes adicionales que supone el acceso a emplazamientos complejos o terrenos inestables.

1.2.3.7. Propuesta de alternativas de ubicación de sitio

La propuesta de alternativas de ubicación del sitio es la primera etapa del proceso metodológico. Se desarrolla a partir de una inspección detallada del área de estudio y un análisis preliminar de la topografía, el cauce (si procede) y la infraestructura vial ahora en servicio. En esta etapa se señalan diversas posibles ubicaciones en que podría instalarse el puente, tomando en cuenta criterios de accesibilidad, alineación y adecuación al terreno.

La generación de alternativas amplía la visión y lleva a evitar decisiones basadas prematuramente en una sola opción. Utilizando herramientas digitales

y modelos tridimensionales se puede identificar y representar estas alternativas en el entorno real, dando lugar a una evaluación preliminar más precisa.

1.2.3.8. Comparación técnica de alternativas

Una vez definidas las alternativas de ubicación del sitio, se procede a su comparación técnica. Esta comparación es una etapa clave en el proceso. Se tienen en cuenta varios criterios para efectuar tales comparaciones, tales como las condiciones topográficas, el comportamiento hídrico, características geotécnicas, facilidad constructiva y relación con la ruta ya existente (MTC, 2018).

La comparación técnica busca distinguir ventajas y desventajas de cada alternativa, priorizando las ubicaciones que presenten menores restricciones y mayor coherencia con el entorno. En la representación tridimensional de las alternativas se ponen con claridad diferenciales topográficos, pendientes y relaciones espaciales, aportando así claridad al proceso de evaluación.

1.2.3.9. Selección de la mejor opción de ubicación

La mejor opción es seleccionada por completo con base en la comparación de los resultados técnicos. Aspectos tales como facilidad de comunicaciones con su entorno, compatibilidad con las demás redes de vías y costos de ejecución son criterios que deberían priorizarse a la hora de tomar decisiones. La alternativa seleccionada Por un lado, añade indicaciones para definir el eje y alineamiento definitivo del puente. El modelado tridimensional en la parte izquierda Dado esta etapa, es una valiosa herramienta para apoyar el toma de decisiones debido a que consigue que definir el emplazamiento sea verificable visualmente y puede comunicar los comentarios técnicos sobre fundamentos en forma clara a otras personas.

1.2.4. Definición geométrica de la ubicación

La definición geométrica de la ubicación es una etapa fundamental en la planificación de puentes, ya que ayuda a situar la visión del transporte sobre un

espacio (antes inexistente). Comprende la definición del eje del puente, su alineación horizontal y vertical, y su adaptación adecuada al trazado vial, asegurando así continuidad y facilitando la localización por carretera de dichas infraestructuras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018).

1.2.4.1. Eje del puente

El eje del puente es la principal línea de referencia por donde se dispone la estructura y se articula con el camino de acceso. Su definición debe ajustar criterios geográficos y de ubicación que faciliten la continuidad de la circulación y obstaculicen las amenazas para el medio ambiente.

Para un entorno rural y de tierras altas, la definición del eje exige un examen cuidadoso de la topografía, puesto que grandes pendientes y formas irregulares de la zona condicionan su trazado. El uso de modelos digitales de terreno junto con herramientas tridimensionales de diseño permite evaluar varias opciones de ejes y seleccionar la más óptima desde un punto de vista espacial.

1.2.4.2. Alineación horizontal y vertical

La alineación horizontal y vertical del puente debe ser congruente con la de la carretera existente para conseguir una transición suave y segura para el usuario. El alineamiento en planta define el sentido del puente, mientras que el alineamiento vertical establece la rasante y las pendientes longitudinales (MTC, 2018).

Una correcta definición de estos alineamientos contribuye a mejorar la funcionalidad del puente y su integración en la circulación viaria. Representación tridimensional, permitiendo contemplar de manera conjunta alineamiento horizontal y vertical, lo que puede descubrir desajustes metreológicos que pasarían desatendidos hasta que se materializara el proyecto,

1.2.4.3. La integración del puente con la vía existente

La conexión del puente con una carretera ya existente es un punto crucial en la ruta de diseño, garantizando que no haya interrupciones en el tráfico ni fallos en la articulación de la infraestructura con el resto del sistema viario. Habrá que valorar cómo lograr esta interrelación teniendo en cuenta la geometría de las vías de acceso y de salida, las pendientes y la adaptación del puente a su entorno inmediato.

El modelado tridimensional del emplazamiento permite que el puente y la carretera se contemplen conjuntamente, facilitando que cuando se busquen rigidizaciones para el trazado sean las propias existentes quienes actúen en su capacidad geométrica con el entorno.

1.2.5. Verificaciones previas del emplazamiento

En las verificaciones previas del emplazamiento, se busca confirmar: que el sitio seleccionado para el puente es IDA en términos hidrológicos y geométricos; y hacer una disminución de riesgos sobre condiciones naturales difíciles mediante verificación. Estas comprobaciones son un camino necesario a fin de aprobar definitivamente un emplazamiento (MTC, 2018).

1.2.5.1. Verificación de seguridad hidráulica

El objetivo de la verificación de seguridad hidráulica es asegurar que el emplazamiento de un puente no se vea afectado por crecidas del cauce, procesos de socavación o inundaciones. Para ello, se examinan factores como la cota de socavación, el gálibo hidráulico, la relación del puente con el régimen del río o la quebrada, entre otros (Chow, Maidment & Mays, 2014).

1.2.5.2. Cota de socavación y gálibo hidráulico

La cota de socavación se encuentra por debajo de la erosión esperada más alta del canal y, en este nivel, estará el agua si nada se le interpone después del desbordamiento. El gálibo hidráulico consiste en un espacio libre que debe dejarse a la orilla de un río para que vengan corriendo los barrancos. En los

tiempos modernos, sanitarios, el emplazamiento de las Pasarelas sobre el Marlitt era blanco de plásticos arrojados. Un lugar adecuado asegurará que el puente se encuentre a ambas alturas, con vistas de modo que tal riesgo no puede aumentar excesivamente (MTC, 2018).

1.2.5.3. Ubicación segura respecto al cauce

La posición del puente en relación al río debe evitar tramos inestables y meandros activos, donde la erosión sea intensa. Mediante la utilización de modelos tridimensionales y el análisis de procedimientos, los puntos de apoyo pueden ser visualizados con más claridad. Por lo tanto, un emplazamiento que ha hecho posible la abreviación de distancias con misiles intercontinentales.

1.2.5.4. Verificación geotécnica del emplazamiento

La verificación geotécnica debe evaluar la estabilidad del suelo en la ubicación elegida para el puente como si fuera en el sitio seleccionado. En aquellos lugares inestables o aquellos que han sido descubiertos in situ por otros métodos se desaconseja la construcción de infraestructuras (Das & Sobhan, 2017).

1.2.5.5. Estabilidad del terreno en la ubicación seleccionada

La estabilidad del terreno es un criterio esencial para la construcción de un puente. Los terrenos inestables pueden causar problemas en su ejecución y operación. Por otra parte, zonas con alta estabilidad ofrecen un emplazamiento mucho más seguro y de mayor durabilidad (Juárez & Rico, 2018).

1.2.5.6. Adecuación del emplazamiento al tipo de suelo

La idoneidad del emplazamiento está condicionada por la naturaleza del terreno. Un emplazamiento propio se encuentra encima de suelos con la calidad adecuada, que pueden ser constante bajo la fricción y tienen cierta uniformidad.

1.2.6. Evaluación del impacto ambiental del sitio

El emplazamiento del puente es una búsqueda para saber si la tierra a construir puede ser diseñada de modo que sus efectos sobre el medio natural sean los menores posible. Este análisis es muy pertinente en zonas rurales, donde el entorno natural suele ser más sensible y susceptible de alteraciones (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2020).

1.2.6.1. Relación del puente con el entorno natural

La ubicación del puente debe tener en cuenta su relación con el paisaje, cauce y vegetación existente, logrando una adecuada integración visual y funcional con el entorno natural. Una buena ubicación contribuye a que sean mínimas las alteraciones innecesarias en el medio ambiente (MINAM, 2020).

1.2.6.2. Criterios ambientales en la selección del emplazamiento

Entre los criterios ambientales encontramos la protección de cuerpos de agua, la conservación de áreas naturales ovasdas a lo largo de ríos y reducción de afectaciones a la flora y fauna. En la selección del emplazamiento se deben priorizar todas las alternativas posibles que tengan el menor impacto ambiental posible (MTC, 2018).

1.2.6.3. Minimización de impactos ambientales

La minimización de los impactos ambientales la conseguiremos a través de una buena planificación del emplazamiento en la que se evite pasar por zonas sensibles, la colocación del puente se pueda optimizar. La utilización de modelado tridimensional permite ver qué efectos tendrá el proyecto apara los alrededores y nos permite estudiar desde etapas anteriores medidas de atenuación.

1.2.7. Validación de la ubicación del puente

Esta etapa tiene como objetivo establecer que el emplazamiento elegido cumple con los criterios topográficos, geométricos, hidráulicos, geotécnicos, medioambientales y normativos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2018). La aprobación de la ubicación del puente constituye el final del proceso técnico de análisis y selección del lugar más adecuado dentro del territorio.

1.2.7.1. Justificación técnica del emplazamiento elegido

La justificación técnica del emplazamiento se basa en la integración de estudios y análisis previos, que justifican objetivamente la ubicación elegida para el puente. Esta justificación incluye la evaluación comparativa de todas las alternativas, asegurándose de que sean compatibles con la carretera existente cuando sea necesario y apropiado en el entorno físico y territorial.

Un emplazamiento debidamente fundamentado reduce la probabilidad de cambios posteriores en el diseño y constituye un respaldo técnico fundamental para los procesos de revisión y aprobación por parte de las autoridades competentes, además de hacer más eficiente la planificación del proyecto. Además,

1.2.7.2. Documentación gráfica y técnica necesaria

La aprobación de la ubicación del puente requiere la elaboración de documentación gráfica y técnica que pueda representar de forma clara y precisa tanto su ubicación como su diseño. Entre estos documentos destacan los planos del emplazamiento, las secciones longitudinales, los perfiles transversales y los modelos tridimensionales integrados con la topografía (MTC, 2018).

Se informa que los documentos gráficos permiten mayor comunicación en los modelos 3D en contraposición de los modelos tradicionales. Por tanto la metodología 3D, permite verificar coherencia geométrica con la topografía del terreno.

1.2.8. Modelado tridimensional (3D) aplicado al emplazamiento del puente

El modelo tridimensional (3D) es una herramienta importante para la ingeniería civil contemporánea, pues permite representar digitalmente y con precisión espacial obras de infraestructuras así como la interacción que ambos tienen entre sí. En el emplazamiento de puentes, el modelado 3D logra integrar información topográfica, geométrica y territorial, con lo que se facilita la comprensión del proyecto desde etapas tempranas.

1.2.8.1. Concepto y fundamentos del modelado 3D

El modelado 3D es la representación digital de un objeto o infraestructura en un entorno virtual tridimensional dándonos una idea acerca de sus dimensiones, forma y relaciones espaciales. En infraestructuras viales, el modelado 3D es la evolución del diseño bidimensional, vale decir que proporciona una visión más realista y comprensible del proyecto.

La integración de la topografía con el modelo de puente constituye uno de los principales aportes del modelado aplicado al emplazamiento en 3D. De este modo se convierte en algo concreto la representación del marco físico geográfico, facilitando la evaluación de la ubicación del puente. El uso de modelos digitales del terreno y herramientas permite el análisis de cómo se produce el puente frente a la aldea circundante, descubrir posibles interferencias entre puentes y luego comprobar la veracidad del emplazamiento propuesto en el terreno. Finalmente, el nivel de detalle (LOD) del modelo tridimensional especifica el grado de precisión geométrica y de información integrada en el modelo. En la etapa de emplazamiento, el modelo 3D debe tener un nivel de detalle que represente el terreno, el eje del puente y su relación con la vía, pero no llegar demasiado lejos hasta el nivel de producción (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020). Un nivel de detalle óptimo permite al modelo 3D ser una herramienta de análisis y comunicación eficaz, verificando el emplazamiento técnico y apoyando la toma de decisiones en proyectos.

1.2.9. Instrumentos digitales para la localización y modelado 3D

El progreso de las tecnologías digitales ha modificado significativamente la forma en que los proyectos de infraestructura vial se planifican y representan. En el diseño tridimensional (3D) de puentes, el uso de programas especializados permite combinar la información topográfica, geométrica y territorial en un entorno digital. Esto mejora notablemente la precisión del análisis y facilita la comprensión espacial del proyecto.

1.2.9.1. Civil 3D en el análisis topográfico

Civil 3D es una herramienta muy empleada en proyectos de ingeniería civil no solo para el tratamiento de datos topográficos sino también para la planificación geométrica de carreteras y puentes. En la localización de puentes este software permite generar modelos digitales del terreno (MDT), curvas de nivel, señalización en axonométricas y secciones transversales a partir de datos de levantamiento topográfico (Autodesk, 2022).

El uso de Civil 3D facilita la calificación de pendientes, regularidades y perfiles, factores fundamentales afectando la ubicación del puente. Además, su capacidad para trabajar con superficies tridimensionales contribuye tanto al descubrimiento de áreas alentadoras como a la identificación de localidades desfavorables para la ubicación de infraestructura.

Revit tiene una orientación BIM tridimensional modelada como herramienta y resulta en el establecimiento de modelos digitales de lo suficientemente detallados para la etapa de emplazamiento. Por medio de este software, es posible representar la geometría general del puente y su relación espacial suelo, sin necesidad de entrar en un nivel de detalle constructivo.

La modelización de puentes en Revit facilita la realización de múltiples ejes vistos en vista tridimensional, secciones, perspectivas y videos. Además, la interoperabilidad con otras plataformas significa que el modelo del puente puede ser fusionado con la topografía procesada en Civil 3D, con lo que se fortalece la representación técnica del proyecto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento[MVCS], 2020).

1.2.9.2. Infrarrojos para la Intervención Territorial

InfraWorks es una plataforma desarrollada por Autodesk para planificación y visualización de proyectos de infraestructura en orden territorial. Sin embargo, su principal aportación en tema de emplazamiento de puentes se centra en la capacidad de integrar el modelo del puente con la topografía en un contexto geográfico mucho más amplio, que aborda otras carreteras existentes, ríos, edificaciones y elementos del entorno (Autodesk, 2022)

La utilización de InfraWorks permite una visión territorial de emplazamiento de puentes, que facilita la evaluación de su relación con la red viaria y el paisaje. Esta herramienta constituye un apoyo a la toma de decisiones sobre emplazamiento, y a la comunicación técnica con el proyecto de diferentes actores.

1.2.9.3. Twinmotion para visualización en sitio

La excelente herramienta de visualización y renderizado de tiempo real: Twinmotion, pueden ser usadas para producir imágenes, recorridos virtuales y escenas tridimensionales del lugar donde luego se ubicará el puente. Aplicada en proyectos de infraestructura de tráfico, se traduce tanto por una mayor comprensión espacial del proyecto, como por facilitación de comunicación entre los resultados del modelado 3D. Con el modelo del puente en su entorno natural, Twinmotion es capaz de representar tanto la topografía como el paisaje: y la relación entre ellos y el puente. En este aspecto, además de la visualización, Twinmotion proporciona una ayuda en forma de apoyo para validar el emplazamiento y métodos de aprobación del proyecto.

1.2.10. Visualización, representación y comunicación del emplazamiento

La visualización y representación del emplazamiento son un componente esencial en los proyectos de infraestructura de tráfico. Gracias a ellas se puede llegar a entender claramente dónde está situado un puente dentro del entorno

físico y territorial que le circunda. A través de la realización de modelos tridimensionales (3D), la información técnica y topográfica puede ser transformada en presentación gráfica, comprensible que facilita la evaluación del emplazamiento y la comunicación del proyecto entre los distintos actores implicados.

1.2.10.1. Vistas, secciones y perspectivas

Las vistas, secciones y perspectivas son elementos esenciales a la hora de realizar técnicamente el emplazamiento del puente. Las vistas en planta nos permiten analizar cómo se sitúa el eje del puente en relación a la vía existente; las secciones muestran cómo interactúa el puente con la topografía del terreno, mostrando las pendientes, rasantes y cotas principales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018). Las perspectivas tridimensionales complementan esta información al darle una imagen espacial del sitio. Así se llega a una comprensión de la propia geometría del proyecto y su integración en el entorno. Pero, además, estas representaciones nos permiten descubrir conflictos espaciales que no son para nada aparentes en los planos bidimensionales convencionales.

1.2.10.2. Renderizaciones y recorridos virtuales

Los renderizados y recorridos virtuales son dos formas avanzadas de visualización. Con ellos ya no es solo posible situar realísticamente el puente en su entorno; también generadas por las técnicas de imagen y animación se emulan apariencias del Proyecto en su entorno natural, tomando en cuenta las condiciones de luz, la calidad de los materiales utilizados, y el paisaje general .

Por otra parte, En proyectos de infraestructura rural, los recorridos virtuales permiten visualizar si la ubicación del puente se contempla desde distintos ángulos. Pero hay más; también ayudan con su contribución en la comprensión del Proyecto tot en la autoridad, comunidades locales y profesionales, aunque no sean especializados. Este fortalece procesos de validación y aprobación de la ubicación.

1.2.10.3. El modelo 3D como lenguaje de la técnica

El modelo tridimensional (3D) se ha convertido en una herramienta esencial para que el emplazamiento del puente esté disponible técnicamente, a nivel del visto digital como en perspectiva vertical. En un mismo entorno seseó se pueden combinar información topográfica, geométrica y espacial del proyecto y, de este modo, suscitar un mejor entendimiento en la elección de una idea (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2020).

Diferente de los planos convencionales. Ser capaz de girar 360 °, planos y alzados son idóneos para distintos especialistas del emplazamiento desde una perspectiva común. El modelado tridimensional es interpretativo sino también una metodología eficaz en la adopción y coordinación técnica del trabajo de carreteras.

1.2.11. Aportes de ubicación y modelado 3D en la planificación de puentes

Además de la topografía o de la técnica, en la fase de planificación por ejemplo el análisis de emplazamiento basado en el modelado tridimensional (3D) es una herramienta necesaria para integrar en un entorno digital toda la información concerniente a sitios en que pueda adoptarse una decisión ocupada; de esta modo podrá ser validada y contrastada.-Estas contribuciones se manifiestan fundamentalmente en la mejora de la toma de decisiones, la evitación de fallos de colocación y su aplicabilidad en proyectos rurales.

1.2.11.1. Mejora de tareas de toma de decisiones

El uso de modelado tridimensional para el emplazamiento analizado mejora la toma de decisiones en el proyecto de puentes, permitiendo una comprensión integrada de su entorno físico y de la posición propuesta para la infraestructura. Por otro lado, los ingenieros de 3D pueden evaluar distintas opciones para los emplazamientos, comparar las implicancias que tienen desde un punto de vista espacial y elegir la mejor opción mediante criterios técnicos y visuales.

Sin embargo, una de las principales aportaciones del emplazamiento apoyado por modelado 3D es que reduce los errores de ubicación que se cometían en el puente. Si desde una pantalla se visualiza en tres dimensiones y la tranquilidad de un ciudadano penetra hasta cien kilómetros, es posible verificar incompatibilidades entre infraestructura y topografía; y también interferencias con la vía existente o el entorno natural que simplemente pasan desapercibidas en mapas bidimensionales tradicionales.

Detectar estos errores y corregirlos en edificaciones enormes ayuda a evitar justamente lo que resultará causa de retrabajo en la ejecución de proyectos de esta clase. Implica de alguna manera que modelado 3D es preventivo, pues facilita el proceso de planificación y disminuye los peligros de ubicar mal un puente y uno de ellos es la molesta operación comienza a llamar a más problemas que los previstos.

1.2.11.2. Empleo en proyectos rurales

Los métodos de emplazamiento y modelado en 3D son bastante aplicables a proyectos de puentes rurales, en particular cuando la geografía es complicada y no hay también topografía previa. El emplazamiento en 3D y el modelo tridimensional dan a la planificación un apoyo muy completo, porque pueden representar con exactitud el entorno y además mostrar en forma bidimensional la integración del puente en ese mismo territorio. Gracias a esto, se asegura una planificación más completa de la infraestructura local (MTC, 2018).

Además, la metodología de emplazamiento y modelado en 3D desarrollada puede extrapolarse a otros proyectos rurales, con lo que se convierte en patrón para la planificación de puentes en zonas andinas de gran altitud y difícil acceso. Es un gran apoyo para la planificación territorial y para el desarrollo de construcción sostenible en el medio rural.

1.3. Definición de términos básicos

Emplazamiento del puente

Proceso técnico mediante el cual se determina la ubicación física óptima de un puente dentro de un territorio, considerando factores topográficos, geométricos, hidrológicos, geotécnicos, ambientales y normativos, con el fin de garantizar su adecuada integración con la vía y el entorno natural.

Renderización 3D

Representación digital de un objeto o de algo real en la informática o realidad virtual con tres dimensiones espaciales (grados de libertad), que permite ver, analizar y comunicar en conjunto tanto la forma como la configuración de proyecto.

Infraestructura viaria

Conjunto de trabajos y elementos físicos necesarios para el tráfico de personas y vehículos -carreteras, pistas, calzadas- así como obras complementarias, ya que, todas conectadas permite retorno envidia territorial y el desarrollo socioeconómico.

Puente

Estructura de la ingeniería del transporte de diseño asegura que la carretera paso continuo sobre algún obstáculo natural o artificial, tales como ríos, quebradas o depresiones en la tierra, a fin de lograr la continuidad del tráfico.

Geomonitoreo

La disciplina técnica que se encarga de la medición, representación y diseño de la superficie del terreno, determinar coordenadas, altitudes y

pendientes de las crestas y las laderas con el fin de utilizarlo como base para analizar localización.

MDE (Modelo de elevación digital)

Modelo digital de la superficie terrestre genera a partir de datos topográficos, permite un análisis de relieve, la extracción de curvas de nivel y pendiente para la planificación de las obras de infraestructura.

Eje del puente

El eje establecido de referencia geométrica ubicación clave del puente en línea y su orientación en relación con la vía existente, que se utiliza para establecer las debidas direcciones y la ubicación del proyecto.

Replanteo horizontal

Proyección en el plano horizontal del eje del puente, definiendo tanto su dirección como curvatura en planta de tal manera que sea continua con la vía de acceso.

Replanteo vertical

Construcción del perfil longitudinal del puente en el plano vertical, definitivamente estableciendo la alineación y pendientes del proyecto en relación con la tierra existente y el camino.

Vista tridimensional

El proceso de generar imágenes de vista, perspectiva, de imágenes fotoreales y recorridos virtuales que son prácticos ver en contexto del lugar del puente dentro de su entorno real, ya que ayuda a la comprensión espacial en campo.

Representación gráfica técnica

Serán los planos, maquetas fotográficas y demostraciones gráficas que muestran claramente y normalizan todas las características de forma y espaciales del proyecto a ser tratado, para su análisis, revisión o diseminación técnica.

Herramientas de diseño digital

El software especialista que se utiliza para el análisis de la ubicación, tratamiento topográfico, modelado en 3D y presentación visual de proyectos de construcción, tales como Civil 3D, Revit, InfraWorks y Twinmotion.

Entorno natural

El conjunto de elementos fisiográficos e ambientales del área donde se coloca el puente, incluyendo el relieve, cuerpos vias, vegetación y paisaje, que es necesario considerar dentro del proyecto.

Planeamiento vial

El proceso técnico mediante el cual se organizan y definen las características de forma, función y espaciales de una infraestructura viaria, también incluyendo principios de conectividad, seguridad y territorio adecuación.

Capítulo II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema

El puente Tincocc, ubicado en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, región Huancavelica, constituye una infraestructura vial estratégica para la conectividad de la zona altoandina, al permitir la articulación territorial y el tránsito seguro de personas y bienes. No obstante, el área donde se proyecta su construcción presenta condiciones topográficas complejas, propias de un relieve accidentado, que demandan un análisis riguroso del emplazamiento para garantizar una adecuada ubicación, alineamiento y adaptación de la estructura al entorno natural.

Hoy en día, el desarrollo de proyectos de infraestructura vial se basan en el uso de herramientas digitales específicas. Estas herramientas son capaces de analizar con precisión el sitio y representar el proyecto mediante modelado tridimensional (3D). Dichas permiten integrar información topográfica, de geometría y en el espacio para identificar inconsistencias en fases tempranas de un proyecto y mejorar la toma de decisiones durante las etapas de diseño y planificación.

Sin embargo, en el ámbito nacional gran parte de la investigación realizada sobre el uso de estas herramientas digitales se ha centrado en edificios o estructuras de menor envergadura, y no se ha estudiado específicamente el emplazamiento ni modelado 3D aplicados a puentes. La información se limita a las representaciones bidimensionales o a modelos genéricos que no reflejan con precisión la interacción entre la infraestructura y el entorno físico real, especialmente en zonas rurales con topografía compleja. Novedades por ejemplo de modelado 3D en un puente podría ser visto como un cambio.

En el caso del puente Tincocc, no se cuenta con un estudio específico que analice de manera integral su emplazamiento ni con un modelado tridimensional que integre la topografía del terreno y la geometría del puente en un entorno digital unificado. Esta ausencia de información gráfica y espacial detallada puede

generar incertidumbre en la definición del trazado, la ubicación óptima de los apoyos y la visualización del proyecto dentro de su contexto real.

Así surge la necesidad de considerar la ubicación del puente Tincoco y hacer un modelo en 3d que permite presentar profesional y espacialmente espacialmente en Santiago de Chocorvos, por lo tanto se convierte en cómoda ayuda, segura para la elaboración del plan del proyecto en el futuro diseño ejecución del proyecto.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿De qué manera el análisis del emplazamiento y el desarrollo de un modelado tridimensional (3D) permiten representar técnica y espacialmente la ubicación óptima del puente Tincoco en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará?

2.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son las características topográficas, geométricas y territoriales del emplazamiento del puente Tincoco en el distrito de Santiago de Chocorvos?

¿En qué medida puede influir el emplazamiento de la ubicación, alineación, rasante y condiciones del entorno, en el modelado 3D del puente Tincoco?

¿De qué manera el modelado 3D permite integrar la topografía y la estructura del puente Tincoco para una adecuada representación espacial del proyecto?

¿Cuáles son los beneficios técnicos y visuales que ofrece el modelado tridimensional del puente Tincoco en su entorno?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Analizar el emplazamiento del puente Tincocc y desarrollar su modelado tridimensional (3D), con la finalidad de representar de manera técnica y espacial su ubicación en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, Huancavelica.

2.3.2. Objetivos específicos

Identificar y describir las características topográficas y geométricas del área de emplazamiento del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos.

Determinar cómo influye el emplazamiento de la ubicación, alineación, rasante y condiciones del entorno, en el modelado 3D del puente Tincocc

Realizar el modelado 3D del puente Tincocc, adicionando la información topográfica y geométrica derivada del emplazamiento.

Evaluar los aportes técnicos y visuales como herramienta de modelado 3D para la comprensión del emplazamiento del puente Tincocc dentro de su entorno real

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

El análisis del emplazamiento, complementado con el desarrollo de un modelado tridimensional (3D), permite representar de manera técnica, espacial y visualmente confiable la ubicación del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos.

Hipótesis nula

El análisis del emplazamiento, complementado con el desarrollo de un modelado tridimensional (3D), no permite representar de manera técnica,

espacial y visualmente confiable la ubicación del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de las variables

Variable independiente

Análisis del emplazamiento y modelado tridimensional (3D)

Variable dependiente

Representación técnica y espacial del puente Tincocc

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables

Variable independiente: Análisis del emplazamiento y modelado tridimensional (3D)

Definición conceptual

El análisis del emplazamiento y modelado 3D es el conjunto de procedimientos técnicos orientados a estudiar, interpretar y representar la ubicación física del puente dentro de su entorno natural, considerando las características topográficas, geométricas y espaciales del terreno. Este análisis se apoya en herramientas digitales que permiten integrar información del terreno y del proyecto en un modelo tridimensional, facilitando la comprensión espacial y la toma de decisiones en las etapas de planificación y diseño.

Definición operacional

En términos operativos, el análisis del emplazamiento y el modelado tridimensional (3D) se lleva a cabo mediante la recopilación y procesamiento de datos topográficos, la determinación del eje y alineación del puente, así como la elaboración de un modelo digital integrado que combina el terreno con la estructura del puente, empleando software especializado. Esta variable se evalúa a través de indicadores como la exactitud del alineamiento, la adecuada

integración entre terreno y estructura, y el nivel de detalle alcanzado en el modelo tridimensional.

Variable dependiente: Representación técnica y espacial del puente
Tincocc

Definición conceptual

Se define como la capacidad para describir y mostrar con precisión y claridad la situación de la infraestructura en su entorno geográfico: para ello se utilizan recursos gráficos, geométricos y tridimensionales que hacen más fácil el cálculo del caso entre el puente proyectado y la naturaleza, difundiendo información técnica del proyecto.

Definición operacional

Se funda en la utilización de criterios de calidad visual del entorno, coherencia geométrica con la topografía y la utilidad del modelamiento 3D en la planificación de proyectos.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas / Instrumentos
Análisis del emplazamiento y modelado 3D (Independiente)	Topografía del terreno	Pendientes, curvas de nivel, rasante, alineamiento	Levantamiento topográfico, planos, Civil 3D
	Ubicación y alineamiento	Posición del eje del puente, relación con el entorno	Análisis geométrico, planos de emplazamiento
	Modelado tridimensional	Integración terreno–puente, nivel de detalle del modelo	Revit, InfraWorks, Twinmotion

Representación técnica y espacial del puente Tincocc (Dependiente)	Visualización espacial	Claridad del emplazamiento, percepción del entorno	Renderizados, vistas 3D
	Integración con el entorno	Correspondencia entre topografía y estructura	Modelos 3D integrados
	Apoyo a la planificación	Identificación de interferencias y compatibilidad espacial	Análisis visual, revisión técnica

Capítulo III. Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que emplea conocimientos técnicos y herramientas digitales para resolver un problema concreto relacionado con el análisis del emplazamiento y la representación tridimensional del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, región Huancavelica.

Puesto que recolecta y maneja datos de topografía y geometría elaborando la información que así se obtiene técnica cuantificable: desnivel, alineación, perfil; en palabras obtiene alguna realidad tridimensional del terreno usando el modelado digital de superficies. Ese es un enfoque cuantitativo.

También en cuanto al nivel de la investigación, un estudio descriptivo se ha adoptado cuando las condiciones de emplazamiento de este puente son difundidas y caracterizadas por modelos tridimensionales en los que deliberadamente no se trabaja con los elementos de observación (variables) nocionales.

Nuestro planteamiento es no experimental ya que no alteramos de manera deliberada las variables, pero solo las observamos y analizamos según su contexto real que se desprende de estadísticas realizadas con el fin de investigar sobre temas desconocidos del entorno topográfico y levantamientos de campo.

Además, el diseño es transversal, ya que el análisis del emplazamiento y el desarrollo del modelado 3D se realizan en un único periodo de tiempo, correspondiente al año 2025. (Landeau, 2007)

3.2. Población y muestra

Población

La población de la presente investigación está constituida por los proyectos de puentes vehiculares emplazados en zonas rurales del territorio peruano que presentan condiciones topográficas complejas y requieren análisis detallado del emplazamiento y representación tridimensional para su adecuada planificación. Estos proyectos comparten características comunes relacionadas con la necesidad de integrar información topográfica, geométrica y espacial mediante herramientas digitales de modelado tridimensional (3D).

Muestra

La muestra es de tipo no probabilística e intencional, y está conformada por el puente Tincocc, ubicado en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, región Huancavelica. La selección de este puente responde a su representatividad como infraestructura vial rural emplazada en un entorno geográfico complejo, así como a la disponibilidad de información topográfica y técnica necesaria para el análisis del emplazamiento y el desarrollo del modelado tridimensional.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

La presente investigación emplea técnicas e instrumentos acordes con su enfoque cuantitativo y descriptivo, orientados al análisis del emplazamiento del puente Tincocc y al desarrollo de su modelado tridimensional (3D), con el propósito de obtener una representación técnica y espacial confiable del proyecto.

Técnicas de recolección de datos

Las principales técnicas utilizadas en la investigación son las siguientes:

Revisión documental, aplicada al análisis de planos topográficos, cartografía existente, estudios previos y documentos técnicos relacionados con el área de emplazamiento del puente Tincocc.

Observación directa

Levantamiento y procesamiento topográfico

Modelado tridimensional (3D)

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son:

Características técnicas

Planos topográficos.

Software especializado

Civil 3D

Revit.

InfraWorks

Twinmotion

Registros gráficos

Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento seguido para la recolección de datos comprende las siguientes etapas:

Recopilación de información cartográfica y topográfica existente del área de estudio.

Reconocimiento y observación directa del área son una forma por la cual la Comisión de Puentes Rehecho se enfrenta a inspeccionar un flujo de agua.

Es norma general que en la elaboración de planos, alzados, etc., se trate de reflejar cómo interactúa el puente con el contexto real en que está.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos en la presente investigación se realizaron de manera sistemática, con el objetivo de transformar la información recolectada del emplazamiento y del modelado tridimensional (3D) del puente Tincocc en resultados técnicos claros y verificables.

Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se desarrolló a través de las siguientes etapas:

- Organización de la información topográfica
- Creación del modelo digital del terreno
- Definición del emplazamiento del puente
- Integración del modelo estructural con la topografía
- Producción de planos y visualizaciones 3D

Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó con un enfoque descriptivo y espacial, considerando los siguientes aspectos:

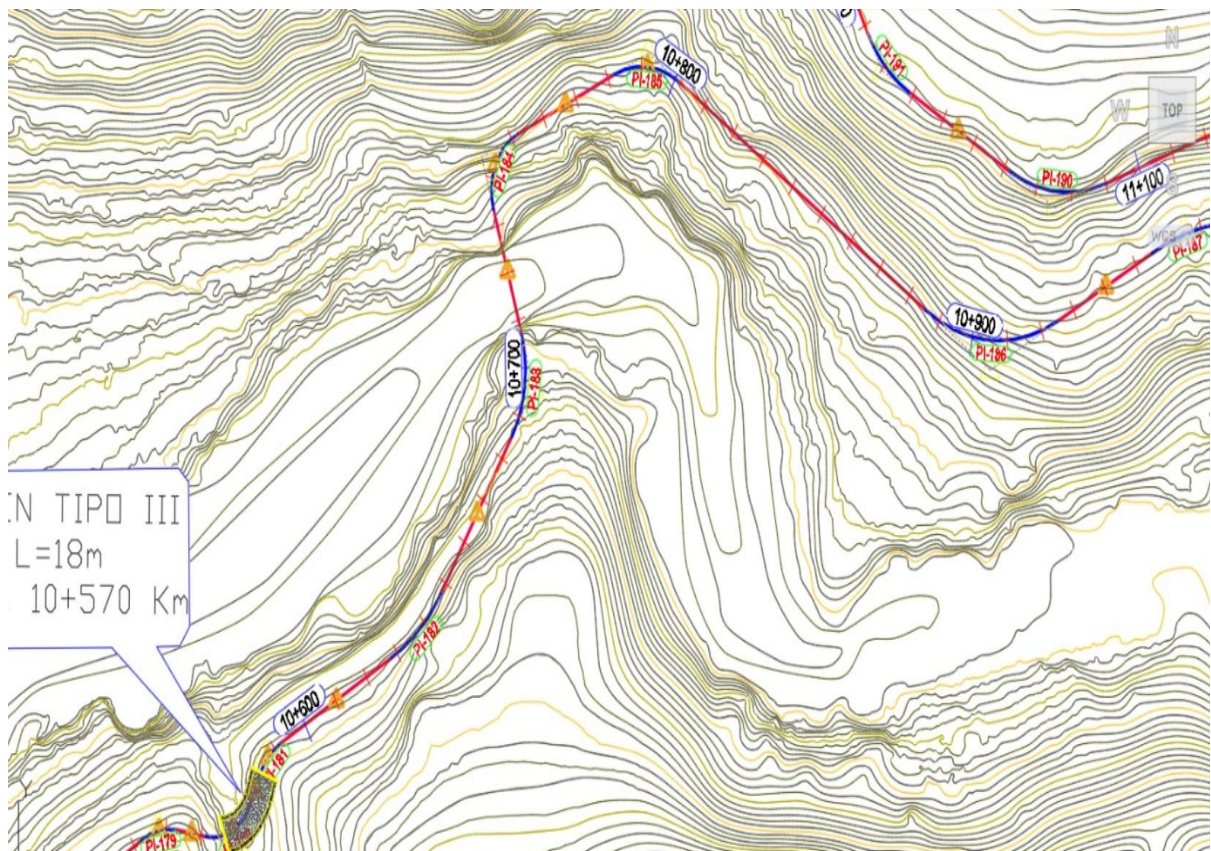
Análisis topográfico, evaluando pendientes, rasantes y características geométricas relevantes del terreno que influyen en el emplazamiento del puente.

- Estudio del terreno
- Análisis del modelo tridimensional
- Comparación visual entre el modelo 3D

Capítulo IV. Resultados

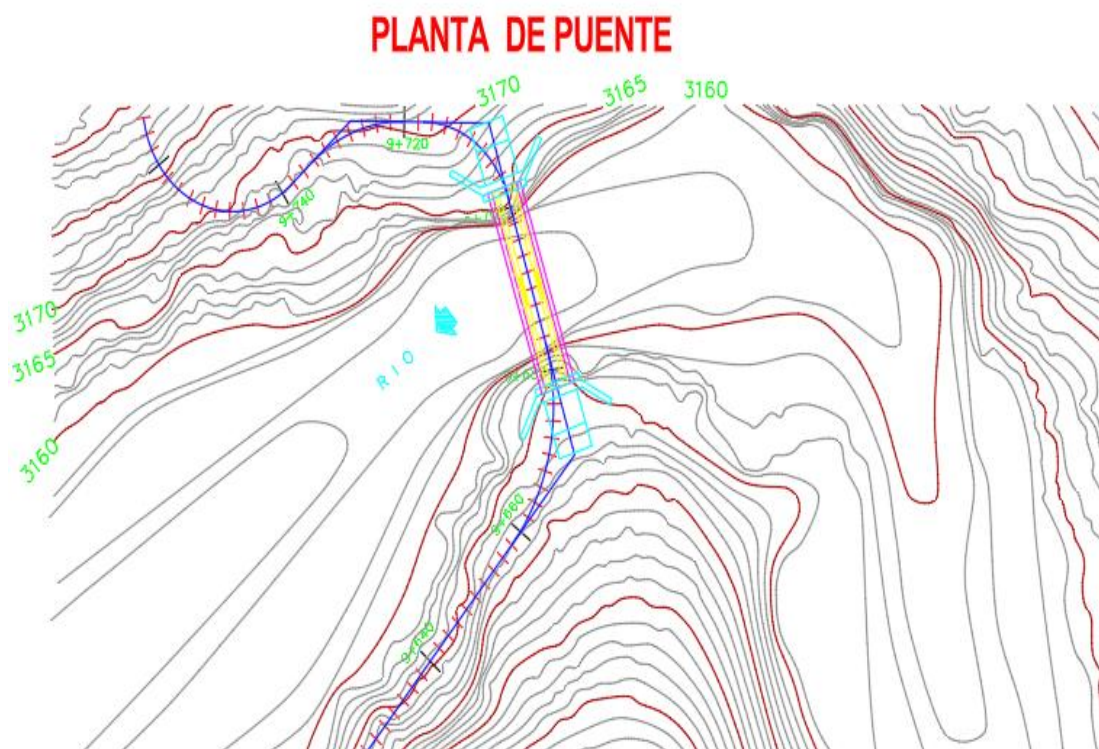
4.1. Emplazamiento del Puente Tincocc, provincia Huaytrá – Huancavelica.

Figura 1 Vista del emplazamiento entre los km 10+00 y 11+000



4.2. Planta del puente Tincocc.

Figura 2 Topografía del área específica de emplazamiento del puente Tincocc



4.3. Ubicación del puente tipo viga losa Tincocc de 24 mts:

A. Ubicación Política

El área de estudio se encuentra específicamente en la progresiva 10+703.

La zona del proyecto se encuentra en el departamento de Huancavelica, Provincia de Huancavelica, como a continuación se presenta:

- **Departamento** : Huancavelica
- **Provincia** : Huaytará
- **Distrito** : Santiago de Chocorvos
- **Centro Poblado** : Llacctacha

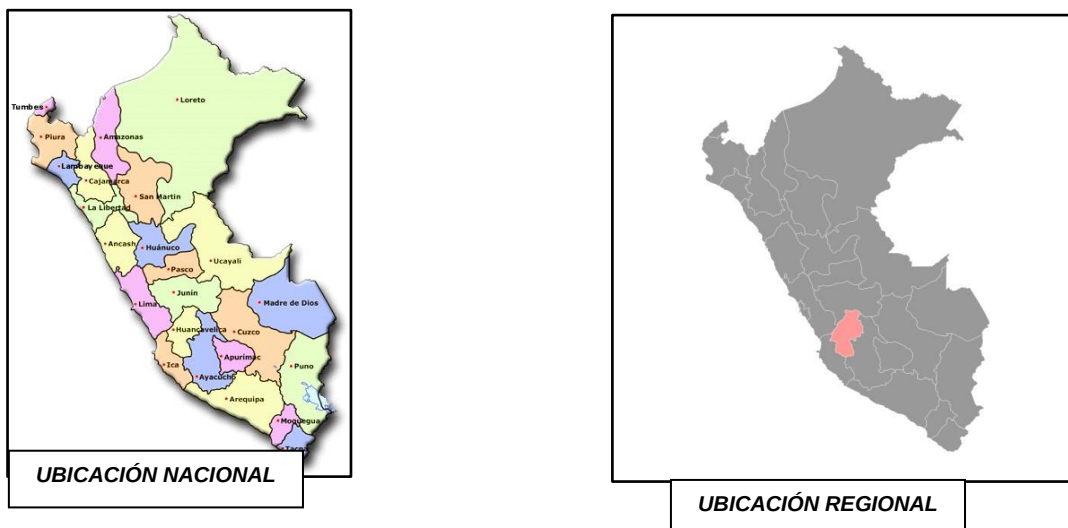
B. Ubicación Geográfica

De modo referencial mostraremos la ubicación geográfica del Distrito de Santiago de Chocorvos, donde es la ubicación del proyecto:

CENTRO POBLADO

- **UTM Este** : 482083.408 E
- **UTM Norte** : 8468367.411 N
- **Altitud** : 3169.960 msnm

Figura 3: Plano de Ubicación Política





UBICACIÓN PROVINCIAL



UBICACIÓN LOCAL – PUENTE TINCOCC

4.4. Planta y perfil del puente Tincocc

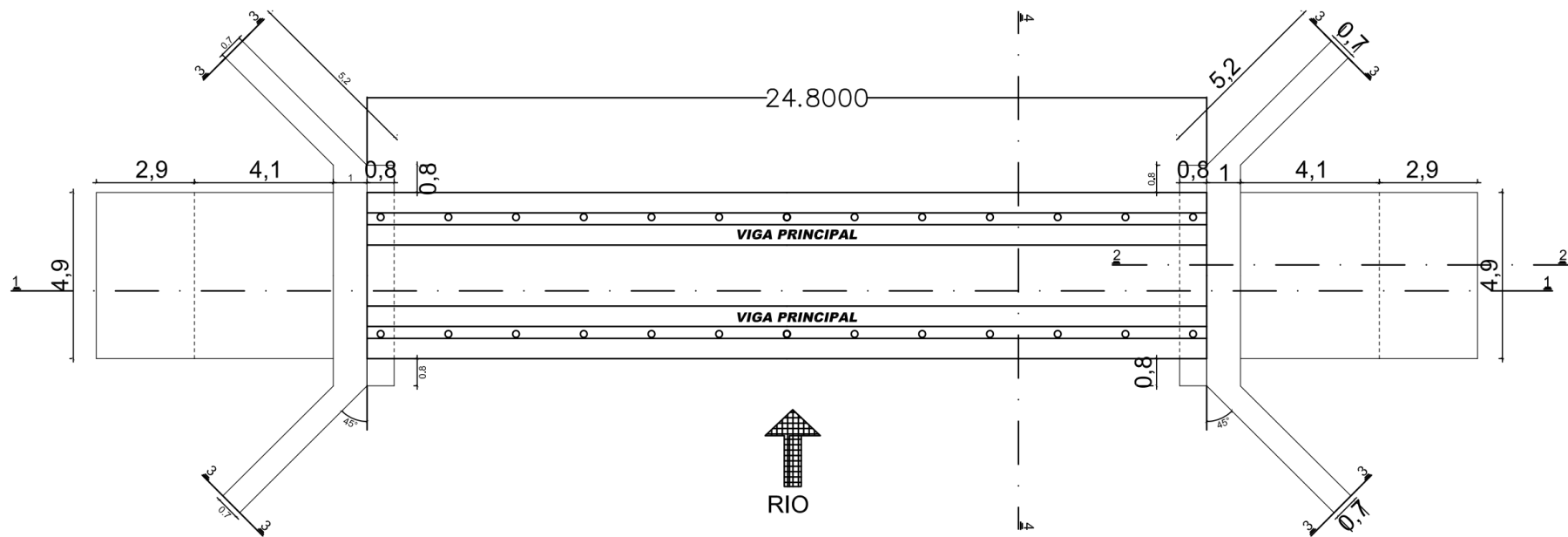


Figura 4 Planta del puente Tincocc

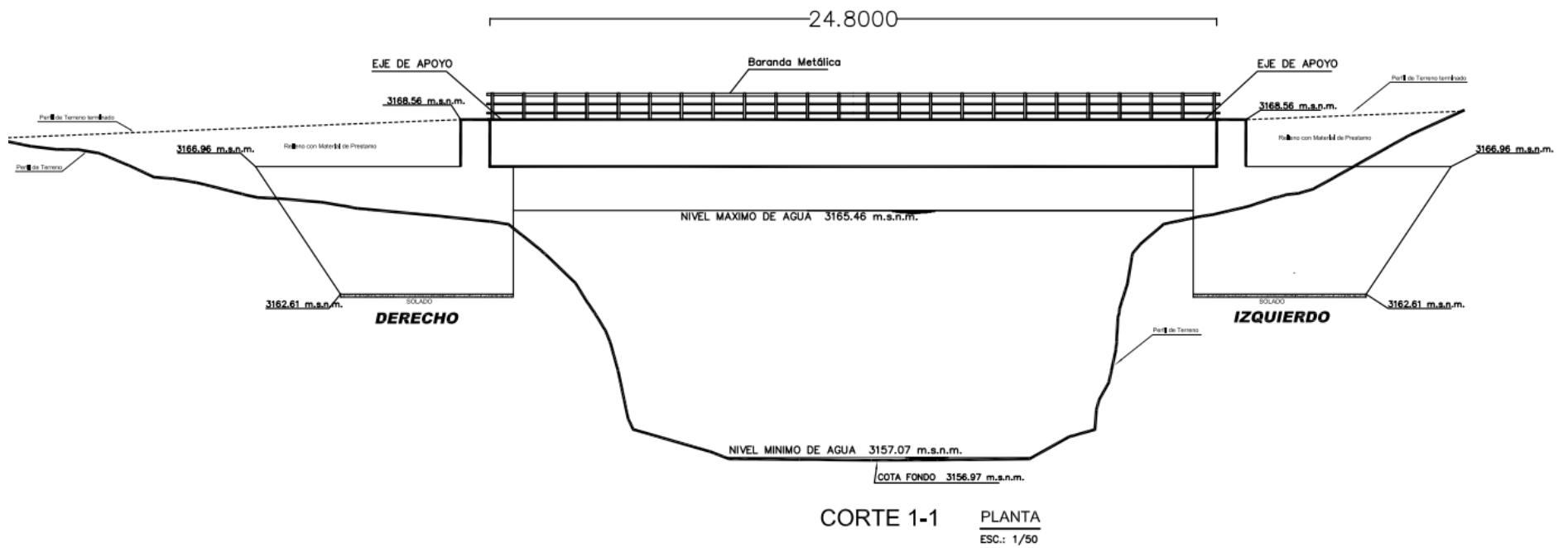


Figura 5 Corte lateral del puente Tincocc

4.5. Cumplimiento del emplazamiento del puente Tincocc

El emplazamiento del puente Tincocc fue evaluado considerando los factores técnicos fundamentales y siguiendo una secuencia metodológica ordenada, lo que permitió verificar que la ubicación seleccionada cumple con los criterios necesarios para garantizar su adecuada integración con el entorno físico y la infraestructura vial existente.

4.5.1. Cumplimiento de los factores técnicos para el emplazamiento

El emplazamiento del puente Tincocc fue evaluado considerando los principales factores técnicos exigidos para la ubicación de puentes viales, tales como topografía, geotecnia, hidrología, tránsito y normativa vigente. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de estos factores, demostrando el cumplimiento técnico del emplazamiento seleccionado.

4.5.1.1. Topografía

El análisis topográfico permitió identificar las características geométricas del terreno en el tramo comprendido entre las progresivas **10+07.07 m y 10+31.07 m**, determinándose que la configuración del relieve es compatible con la ubicación del puente Tincocc.

4.5.1.2. Geotecnia

La evaluación geotécnica preliminar del área de emplazamiento demostró que el terreno donde se proyecta el puente presenta condiciones favorables de estabilidad para la construcción de la estructura. Los ensayos de resistencia a la compresión realizados en el material rocoso arrojaron los siguientes valores:

- Resistencia a la compresión:
- Promedio = $(126 \text{ MPa} + 89.97 \text{ MPa}) / 2$
- **Resultado = 108 MPa**

Asimismo, el área de estudio se encuentra ubicada en **zona sísmica 4**, por lo que el análisis geotécnico adquiere especial relevancia. Los resultados de las calicatas ejecutadas evidencian la presencia de suelo tipo roca, con adecuados parámetros de resistencia y capacidad portante, tal como se resume a continuación:

Cuadro de capacidad admisible del suelo

Estructura	Calicata	Tipo de suelo	Peso específico (gr/cm ³)	Ángulo de fricción (°)	Capacidad admisible (kg/cm ²)
Estribo derecho	C-1	Roca	1.844	37	12
Estribo izquierdo	C-2	Roca	1.844	37	12

La elección del emplazamiento evitó zonas potencialmente inestables, priorizando un terreno con mejores condiciones geotécnicas y accesibilidad constructiva.

Resultado:

El emplazamiento cumple con los criterios geotécnicos básicos para su ubicación.

4.5.1.3. Hidrología

El análisis hidrológico permitió verificar que el emplazamiento del puente se ubica en un tramo del cauce que garantiza condiciones adecuadas de seguridad hidráulica durante el cruce. Para las cuencas en estudio se determinaron los siguientes parámetros:

- Área total de la cuenca: **243.60 km²**
- Longitud total del cauce de la quebrada: **94.28 km**
- Perímetro de la cuenca: **93.96 km**

De acuerdo con los criterios de diseño hidráulico para **puentes de carreteras**, el período de retorno considerado corresponde a un sistema vial secundario, dentro del rango de **10 a 50 años**, lo que resulta coherente con la categoría funcional de la vía.

4.5.1.4. Tránsito

El análisis de tránsito determinó un **Índice Medio Diario (IMD)** de **35 vehículos por día**, lo que corresponde a una vía de **bajo volumen de tránsito**, clasificada como **trocha de conexión local – carretera afirmada**.

- **Ángulo de ingreso:** 131° (sentido izquierdo)
- **Ángulo de salida:** 96° (sentido izquierdo)

4.5.1.5. Normativa

El proceso de emplazamiento del puente Tincocc se sustenta en la normativa nacional vigente, en particular en el **Manual de Puentes aprobado mediante Resolución Directoral N.º 19-2018-MTC/14**, el cual establece la obligatoriedad de realizar estudios topográficos, hidrológicos, geotécnicos y de trazado como condición indispensable para definir la ubicación del puente dentro del corredor vial.

Adicionalmente, se consideraron criterios establecidos en normativas internacionales como las **AASHTO LRFD Bridge Design Specifications**, que señalan la importancia de una adecuada ubicación y alineación del puente para garantizar la seguridad del tránsito y un comportamiento hidráulico adecuado en el cruce del cauce.

La orientación del puente (**N 18° W**) y su longitud total (**24.00 m**) se encuentran alineadas con los criterios normativos aceptables para puentes rurales.

4.5.1.6. Análisis constructivo

Constructivamente hablando, el emplazamiento elegido cuenta con condiciones ideales para su acceso o realización, por lo que todas las dificultades propias de áreas rurales relacionadas con la logística se ven minimizadas.

Una localización distintiva supone un proceso de construcción factible. De este modo, no incuba un problema al que obligue a soluciones complejas o intervenciones agresivas en el terreno.

Conclusión: El emplazamiento es constructivamente viable.

4.5.1.7. Resultado global del cumplimiento técnico

En función de los análisis realizados, se concluye que el **emplazamiento del puente Tincocc cumple integralmente con los factores técnicos de topografía, geotecnia, hidrología, tránsito y normativa**, validando la ubicación seleccionada como técnica, segura y viable para su ejecución.

4.5.2. Realización de los pasos clave para la localidad

4.5.2.1. Generación de alternativas del lugar

Se identificaron diversas alternativas dentro de la franja de estudio, en cuanto a la ubicación del puente. La topografía, el tramo de agua y la carretera existente estaba considerada.

Conclusión: Se cumplió con la etapa de generación de alternativas.

4.5.2.2. Evaluación técnica de alternativas

Las alternativas usted propuesto han sido comparadas técnicamente, en cuanto a su desarrollo geográfico, hidráulico, geotécnica, tacto de la carretera y como construcción.

A partir del análisis así hecho ciertas opciones menos favorables se descartan en favor de la alternativa que reúne las mejores condiciones generales.

Conclusión: Se cumplió con la comparación técnica de alternativas.

4.5.2.3. Selección del sitio adecuado

A partir de la comparación técnica, se seleccionó como alternativa la franja comprendida entre las progresivas 10+07,07 m y 10+31,07 m, toda vez que tiene mejores condiciones para emplazar el puente.

Conclusión: Se cumplió con la selección fundamentada de la ubicación ideal.

4.5.2.4. Encuentro del eje y alineación

El puente ha sido definido según un eje N 18° W, integrándose adecuadamente a la alineación vial existente, con ángulos de entrada y salida que garantizan la continuidad geométrica.

Conclusión: Se cumplió con la definición del eje y alineación del puente.

4.5.2.5. Seguridad hidráulica y verificación geotécnica

Se ha verificado que el sitio elegido reúne las condiciones óptimas de seguridad hidráulica y estabilidad de terreno, por lo que no existen riesgos significativos para el emplazamiento del puente.

Conclusión: Se cumplió con la verificación hidráulica y geotécnica del emplazamiento.

4.5.2.6. Evaluación ambiental del emplazamiento

El análisis del terreno permitió encontrar que esta ubicación escogida minimiza los impactos en el entorno natural, manteniendo lejos de áreas sensibles y reduciendo al mínimo los impactos ambientales negativos.

4.5.2.7. Aprobación del emplazamiento

El emplazamiento seleccionado se explicó de manera clara y objetiva tras integrar los análisis técnicos y el modelado en tres dimensiones, lo que facilita su ratificación por los especialistas.

Este puente Tincocc se aprobó técnicamente.

4.6. Resultados del análisis del emplazamiento del puente Tincocc

Como resultado del análisis del emplazamiento, se establece que el puente Tincocc se sitúa entre las progresivas 10+07.07 m y 10+31.07 m, con una longitud total de 24.00 m, lo cual garantiza la continuación de la vía en el distrito de Santiago de Chocorvos.

El resultado pasa a satisfacer el Objetivo Especifico 1, que dice identificación y análisis de características del sitio emplazamiento del puente Tincocc.

4.7. Resultados de la definición geométrica del emplazamiento

La orientación del eje del puente es N 18° W, de modo que se adecue convenientemente al trazado vial existente y a las características topográficas

del entorno. Esta orientación fue seleccionada haciendo necesario que la compare entre alternativas, y destacando la continuidad geométrica y reducción de interferencias con el terreno natural lo que se obtuvo como mejor decisión. El ingreso tiene un ángulo de 131° a la izquierda y la salida de 96° a la izquierda encarnan la integración correcta del puente en el trazado horizontal de la calzada.

La definición geométrica lograda satisface el Objetivo Específico 2, que se ocupa de analizar el emplazamiento teniendo en cuenta la ubicación, el eje y el alineamiento del puente.

4.8. Resultados del modelado tridimensional (3D) del puente Tincoc

Por medio del modelado tridimensional del puente Tincoc, hemos sido capaces de integrar la topografía del terreno con la geometría de su estructura. En el entorno tridimensional, quedó claramente reflejada la posición, orientación y relación espacial del puente respecto a su entorno inmediato. El modelo ha evidenciado que por su buen encaje al relieve, hay un cambio en los valores de las cotas terreno/puente. Además, el uso del 3-D ha facilitado la generación de vistas, secciones y perspectivas que enriquecen la comprensión de la ubicación, superando las limitaciones de la presentación bidimensional tradicional.

Estos resultados satisfacen el Objetivo Específico 3, relativo al desarrollo del modelado tridimensional integrado del puente Tincoc.

4.9. Resultados de la visualización y representación espacial del emplazamiento

Empleando herramientas de visualización, se crearon representaciones en planta, vistas longitudinales y tridimensionales para mostrar desde distintos ángulos de visión la relación física real del puente con la existente infraestructura de la vía y el entorno natural.

De este modo, la perspectiva tridimensional facilitó que las posibles intersecciones espaciales fueran identificadas de antemano y permitió validar de una manera definitiva la exactitud de emplazamiento seleccionada. Además, su

presentación posibilitó la transferencia técnica del proyecto, en el sentido de que dondequiera que un profesional o intérprete interesado las veía, se podía reconocer de manera inmediata el emplazamiento correcto.

Es así como se ha cumplido el Objetivo Específico 4, relacionado con la evaluación de las contribuciones del modelado 3D como una herramienta de representación espacial.

4.10. Demostración de la hipótesis de investigación

En la investigación planteada en la hipótesis dice que:

Por medio del análisis del emplazamiento complementado con el desarrollo de una modelación tridimensional (3D), obtiene asimismo una representación técnica fiable en el plano visual y espacial de la posición del puente Tincocc, en el distrito de Santiago de Chocorvos.

Los resultados obtenidos demuestran que la ubicación del puente, desde el punto 10+07.07 m hasta el punto 10+31.07, con orientación N 18° W y ángulos de entrada salida de 131° 96° respectivamente, se representó bien mediante el análisis del emplazamiento y modelación en 3D. La topografía relacionada con la geometría del puente permitió confirmar la coherencia espacial del emplazamiento y adecuado ajuste al lugar.

Por consiguiente, los resultados ratifican que el uso del análisis de emplazamiento y modelación tridimensional constituye una metodología fiable para la representación técnica del puente Tincocc y por tanto se acepta la hipótesis de investigación y la hipótesis nula se rechaza.

4.11. Modelado computacional del puente Tincocc

El modelado digital del puente de Tincocc fue un paso esencial en los resultados de la investigación, ya que ofreció la oportunidad de ver la plaza fijo y verificar que era fiel con los riscos del proyecto y En paralelo, A través de la utilización de herramientas informáticas especializadas para el modelado

tridimensional y la visualización, se buscó garantizar que el proyecto tuviera coherencia geométrica, espacial y territorial.

4.11.1. Modelado tridimensional del puente en Revit

El modelo tridimensional del puente Tincocc fue desarrollado utilizando el software Autodesk Revit 2025, permitiendo representar de manera precisa la geometría general de la estructura y su configuración espacial dentro del emplazamiento definido.

El modelo consideró las siguientes características principales:

Superestructura de concreto armado

Subestructura

Losa de rodadura:

Barandas metálicas

4.11.2. Fusión del modelo estructural y el terreno natural en InfraWorks

Una vez desarrollado el modelo del puente en Revit, se procedió a su integración con el terreno natural utilizando el software Autodesk InfraWorks, lo que permitió analizar el emplazamiento del puente dentro de su contexto territorial real.

En esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

Integración del modelo del terreno natural, generado en Civil 3D

Ajuste de niveles y orientación

Representación del entorno

Validación en InfraWorks

4.11.3. Vista previa realista con Twinmotion

El modelo integrado se exportó al software de previsualización final de Twinmotion y se utilizó para obtener una representación visual real del proyecto.

Los siguientes aspectos del trabajo se completaron en esta etapa:

- Aplicación de materiales con un acabado realista, como hormigón, acero, asfalto o la vegetación. Esto hizo que el Proyecto se pueda ver con mayor riqueza visual.
- Simulación de la luz natural del Sol, que permite obtener el aspecto que el puente tendrá en función de las coordenadas geográficas de su ubicación.
- Diseño de la renderización y un video de presentación que serían utilizados en la exposición final del proyecto junto con la representación visual de emplazamiento.

Las imágenes y videos que se han producido se encuentran disponibles en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1w4mqiPUGSDJQmtuFEZzjGoiV54LF6g9x?usp=sharing>

Visualización del Entorno y Modelado en 3D del Elemento 4.12

Los resultados visuales obtenidos del modelado tridimensional proporciono una mirada sobre el emplazamiento del puente de Tincocc que no tiene colectividad, perfil pedante y multipartidista.

Se generaron las principales perspectivas:

- Vista de costado del puente, por ese se ve que el ancho del cauce aquí corresponde al largo del puente y que los estribos estén adecuadamente empotrados a lo largo de ambos lados del río.

- De frente y en el aire por encima, que revelan la alineación simétrica entre una vía panorámica planeada con fachadas normadas y este puente, interceptando hexamérico su despliegue geométrico.

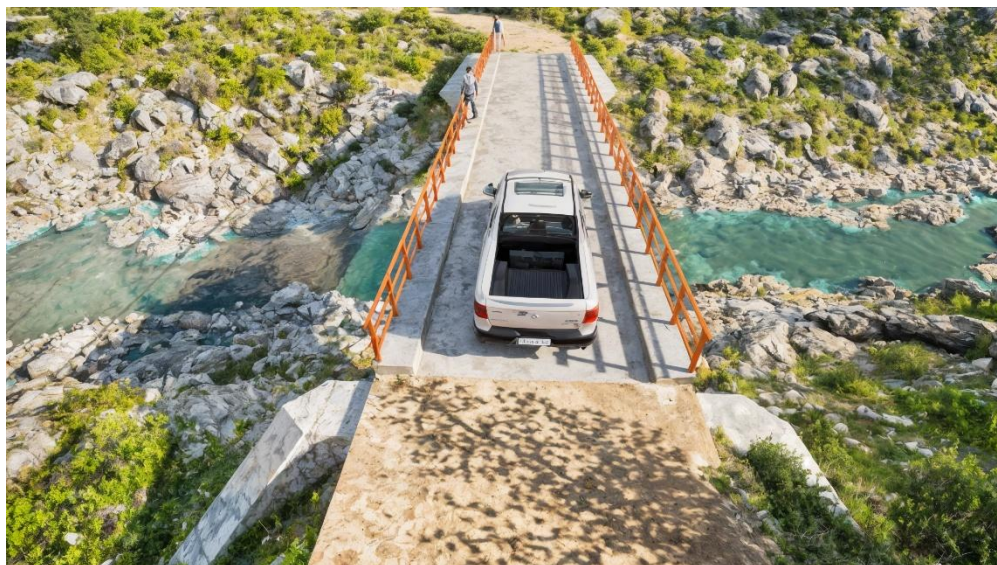
Vista aérea: Muestra cómo el puente se integra paisajísticamente.

Render final: Representa el aspecto definitivo del proyecto una vez ejecutado, destacando el color, la textura y la escala real del puente dentro del paisaje.

Estos resultados visuales confirman que el emplazamiento definido y el modelado tridimensional desarrollado permiten una representación técnica, precisa y visualmente fiable del puente de Tincocc, cumpliendo así los fines propuestos por esta investigación.



Vista general



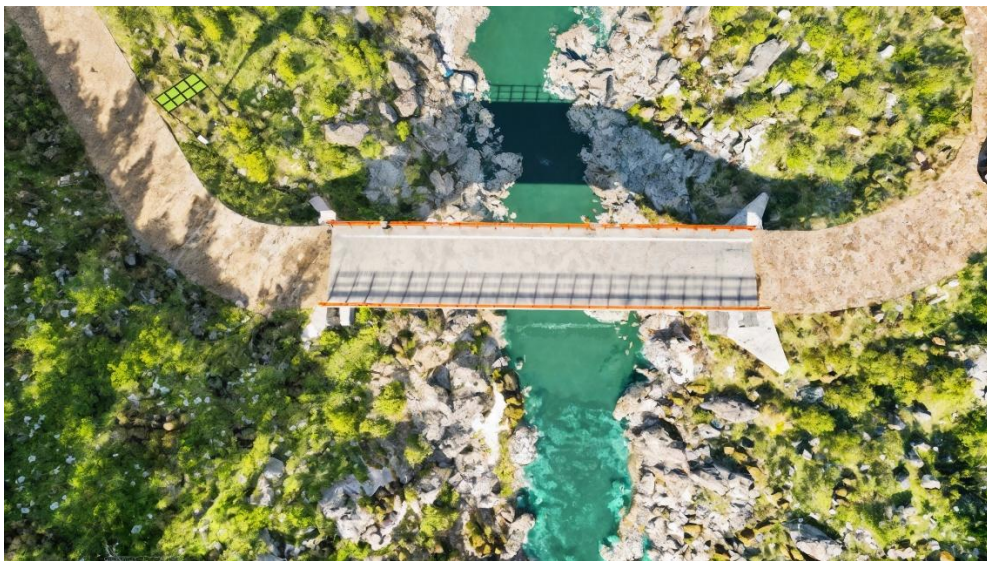
Vista superior



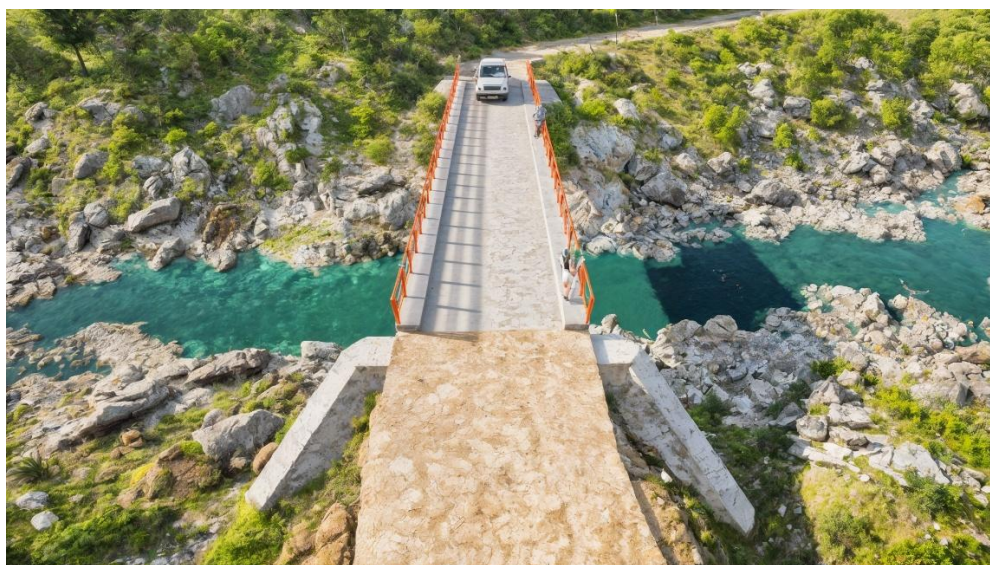
Vista lateral aguas arriba



Vista lateral del puente



Vista superior y lateral



Vista frontal

4.12. Resultado global del emplazamiento

En resumen, la ubicación del puente Tincocc demuestra en todos los aspectos técnicos y pasos metodológicos que se requiere; se demuestra que esta posición elegida es correcta, factible y está en línea con la realidad real y vial del distrito de Santiago de Chocorvos.

Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

5.1. Discusión

El estudio del puente Pucayacu, hecho por Castillo Luicho, G. y Ramírez Cornejo, S. (s.f.), enlaza directamente con la presente investigación, ya que tanto uno como otro subrayan la importancia de los estudios hidrológicos e hidráulicos como fundamentales para el diseño y la disposición correcta de puentes. Los autores usan modelos de programas informáticos como HEC-HMS e IBER para prever caudales máximos, niveles de agua y condiciones de flujo; estos cálculos les permiten señalar parámetros críticos como la profundidad de socavación y la cota inferior de las vigas.

En contraste, la presente investigación no considera simplemente el análisis hidrológico e hidráulico como un problema técnico más, sino que lo ubica dentro de una infección más grande que incluye la geometría tridimensional (3D) del puente Tincocc; así se entiende no sólo el rostro hidráulico del cauce, sino también su comportamiento estructural, sus relaciones con lo físico que le rodea. Esta diferencia metodológica se considera un paso adelante, por cuanto el recurso de programas de modelación 3D nos proporciona una visión total en su contexto y una toma de decisiones con mayor fundamento sobre el diseño.

Ambos estudios reconocen que la determinación de caudales máximos y niveles de agua es algo esencial para garantizar la seguridad estructural del puente, no obstante, mientras Castillo y Ramírez se centran en la determinación de parámetros hidráulicos mediante simulaciones, la presente investigación anuncia este enfoque a considerar factores topográficos, geotérmicos y sísmicos consiguiendo una visión más integral del lugar.

Por otra parte, el estudio del puente Pucayacu incide especialmente en la importancia de software especializado en la modelación hidráulica, cosa que resulta congruente con el orden de este ensayo. Sin embargo, el presente trabajo aporta un valor añadido al integrar distintas plataformas de modelaje (Civil 3D,

Revit, InfraWorks y Twinmotion), lo que nos permite no sólo más paso a paso sino unas u otras conclusiones científicas dentro de un entorno virtual tridimensional. con lo cual volvemos más segura la concepción del proyecto.

Así pues, puede decirse que si el trabajo de Castillo Luicho, en el análisis hidrológico e hidráulico para el diseño de puentes, constituye una base sólida, ese que aquí presentamos supone un avance método lógico al incorporar herramientas de modelación 3D que permiten un análisis más completo del emplazamiento, con ello se aumenta la precisión, efectividad y calidad del Tincocc como puente.

5.2. Conclusiones

Se concluye que el emplazamiento del puente Tincocc, ubicado entre las progresivas 10+07.07 m y 10+31.07 m, con una longitud total de 24.00 m, fue definido de manera adecuada, al cumplir con los criterios técnicos de topografía, geotecnia, hidrología, tránsito, normativa vigente y viabilidad constructiva, garantizando su correcta integración con la vía existente y el entorno natural del distrito de Santiago de Chocorvos.

El análisis del emplazamiento ayudó a seleccionar un lugar óptimo para el puente basada en la evaluación y comparación técnica de distintas opciones. Por tanto, se redujeron los riesgos asociados a una ubicación inadecuada y se garantizó la funcionalidad del trazado vial. En los ángulos del puente (N 18° Oeste) así como en los de entrada (131° sentido izquierda) y salida (96° sentido derecho), hay una adecuada continuidad geométrica con la infraestructura vial existente.

De esta manera era posible comprender el proyecto en un sentido tridimensional, superando así los métodos tradicionales basados estrictamente en planos bidimensionales de planta.

Con aplicaciones especializadas como Civil 3D, Revit, InfraWorks y Twinmotion la validación del emplazamiento del puente y todo el análisis fue efectiva. La interconexión entre estos programas permitió diseñar el paisaje natural, la estructura del puente y su entorno.

Por lo tanto, es razonable suponer que el análisis en emplazamiento sobre zonas coorigentes, complementado con modelización tridimensional, constituye una metodología de fiarnza fácilmente reproducible para la planificación de puentes en regiones rurales especialmente bajo orografía complicada. Sirve como base importante para el diseño económico de los puentes de este tipo en la región andina en Perú, y puede ser sacado también a otros países.

En relación con los resultados obtenidos, se ha aceptado la hipótesis de estudio porque demuestra que un análisis situado y modelado 3D al menos ofrece una representación técnica y espacialmente precisa del puente de Tincocc. Asimismo, puede contribuir a decisiones sobre cómo usar su espacio en la fase de diseño y planificación del proyecto.

5.3.Recomendaciones

Se recomienda que, en futuros proyectos de puentes rurales, el análisis del emplazamiento sea abordado como una etapa prioritaria dentro del proceso de planificación, considerando de manera integral los factores topográficos, geotécnicos, hidrológicos, viales, normativos y constructivos, a fin de asegurar una adecuada ubicación de la infraestructura desde las etapas iniciales del proyecto.

Deberíamos incluir 3D de modo sistemático como herramienta de apoyo técnico para evaluar el emplazamiento de puentes. Nos proporciona una visión especial mejor del proyecto, facilita un temprano reconocimiento de posibles interferencias y sigue una toma de decisiones más informada y eficiente.

Se recomiendan las herramientas digitales especializadas para ser utilizadas integradamente, tales como Civil 3D para el procesamiento topográfico, Revit para el modelado del puente, I InfraWorks para la integración territorial y Twinmotion para la visualización realista debido a que su interoperabilidad demostró que es efectivo en el representación y validación del emplazamiento de Tincocc Puente.

El personal técnico de los Planes Integrales para el Mejoramiento de Caminos Rurales que realicen estudios de emplazamiento debe ser capacitado con el objeto de profundizar en el uso de herramientas de modelado 3D y así mejorar la calidad de sus trabajos así como promover la capacidad profesional del sector.

Se debe sugerir que en futuros proyectos, el modelado en 3D del emplazamiento sea acompañado por la generación de material audiovisual (renders y recorridos virtuales) con el fin de facilitar la comunicación técnica del proyecto con las autoridades, las comunidades locales y otros actores involucrados.

Se debe investigar en qué medida el modelado tridimensional se puede considerar como metodología aplicable a distintos contextos del mundo para emplazar infraestructuras.

Por último, esta investigación recomienda que la metodología presentada aquí se acepte como referencia para colocar puentes rurales en otras partes del país, especialmente zonas de terreno complicado. Este es un avance hacia la planificación vial más eficiente y sostenible.

Referencias bibliográficas

- Aguayo Cordara, A. E., & Pisfil Gonzales, J. M. (2021). *Propuesta para evaluar la continuidad de servicio de los puentes en la costa del Perú, ante desplazamientos causados por sismos máximos probables, usando péndulos de triple fricción* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Autodesk. (2022). *Guía de uso de Civil 3D e InfraWorks para proyectos de infraestructura*. Autodesk Inc.
- Bravo Caba, F. (2021). *Desempeño sísmico del puente Águila Norte ante diferentes niveles de demanda sísmica* [Tesis de pregrado, Universidad].
- Castillo Luicho, G., & Ramírez Cornejo, S. (s.f.). *Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño del puente Pucayacu* [Tesis de pregrado, Universidad].
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (2014). *Hidrología aplicada* (ed. en español). McGraw-Hill.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2017). *Principios de ingeniería geotécnica* (ed. en español). Cengage Learning.
- Juárez, E., & Rico, A. (2018). *Mecánica de suelos aplicada* (ed. en español). Limusa.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas: Editorial Alfa Venezuela.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico*. Gobierno del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Guía BIM para proyectos públicos*. Gobierno del Perú.

- Ministerio del Ambiente. (2020). *Guía para la evaluación ambiental de proyectos de infraestructura vial*. Gobierno del Perú.
- Peralta Peralta, F. (2018). *Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista Pimentel–Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad].
- Rojas Gonzáles, E., Núñez Bustamante, E., & Orbegoso Navarro, L. (2025). *Alternativas de protección contra socavación del cauce del río Chotano en el emplazamiento del puente Chota* [Tesis de pregrado, Universidad].
- Soto León, A. (2015). *Estudio hidrológico e hidráulico del puente Huanchuy en el río Cachi, Ayacucho–Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general: ¿De qué manera el análisis del emplazamiento y el desarrollo de un modelado tridimensional (3D) permiten representar técnica y espacialmente la ubicación óptima del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará?	Objetivo general: Analizar el emplazamiento del puente Tincocc y desarrollar su modelado tridimensional (3D), con la finalidad de representar de manera técnica y espacial su ubicación en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, Huancavelica.	Hipótesis general El análisis del emplazamiento, complementado con el desarrollo de un modelado tridimensional (3D), permite representar de manera técnica, espacial y visualmente confiable la ubicación del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos.	Variable independiente Análisis del emplazamiento y modelado tridimensional (3D) Variable dependiente Representación técnica y espacial del puente Tincocc	- Diseño no experimental. - Nivel descriptivo–correlacional. – Tipo: Aplicada. Población constituida por los proyectos de puentes vehiculares emplazados en zonas rurales del territorio peruano Muestra

Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis nula	
¿Cuáles son las características topográficas, geométricas y territoriales del emplazamiento del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos?	Identificar y describir las características topográficas y geométricas del área de emplazamiento del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos.	El análisis del emplazamiento, complementado con el desarrollo de un modelado tridimensional (3D), no permite representar de manera técnica, espacial y visualmente confiable la ubicación del puente Tincocc en el distrito de Santiago de Chocorvos.	La muestra es de tipo no probabilística e intencional, y está conformada por el puente Tincocc, ubicado en el distrito de Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, región Huancavelica.
¿En qué medida puede influir el emplazamiento de la ubicación, alineación, rasante y condiciones del entorno, en el modelado 3D del puente Tincocc?	Determinar cómo influye el emplazamiento de la ubicación, alineación, rasante y condiciones del entorno, en el modelado 3D del puente Tincocc		
	Realizar el modelado 3D del puente Tincocc, adicionando la información topográfica y geométrica derivada del emplazamiento.		

¿De qué manera el modelado 3D permite integrar la topografía y la estructura del puente Tincocc para una adecuada representación espacial del proyecto?	Evaluar los aportes técnicos y visuales como herramienta de modelado 3D para la comprensión del emplazamiento del puente Tincocc dentro de su entorno real				
¿Cuáles son los beneficios técnicos y visuales que ofrece el modelado tridimensional del puente Tincocc en su entorno?					

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Anexo 1: Ficha Técnica de Entrada de Diseño

Proyecto: *Emplazamiento del Puente Tincocc y Modelado 3D – Santiago de Chocorvos, Huaytará, Huancavelica (2025)*

Fecha de levantamiento: 12 – 16 de agosto de 2025

Equipo técnico: Área de Topografía y Geotecnia

Ficha de Observación y Registro Técnico de Campo (Completada)

Código	Parámetro a evaluar	Descripción / Unidad de medida	Instrumento de medición	Registro de datos (llenado)	Observaciones
1	Tipo de suelo	Clasificación SUCS / AASHTO	Ensayo de granulometría y límites de Atterberg	Arcilla limosa (CL-ML) / A-6(8)	Suelo de consistencia media, humedad natural alta.
2	Capacidad portante	kg/cm ²	Ensayo Proctor / CBR	CBR = 9.8 % / Cap. portante ≈ 1.8 kg/cm²	Requiere mejoramiento para cimentación (recomendable: subbase granular).
3	Nivel freático	m	Calicata / sondeo	2.10 m por debajo de la superficie	Nivel freático estable; fluctuación ligera en temporada de lluvias.

Código	Parámetro a evaluar	Descripción / Unidad de medida	Instrumento de medición	Registro de datos (llenado)	Observaciones
4	Coordenadas UTM	X, Y, Z	GPS diferencial	X = 477,312 m; Y = 8'637,544 m; Z = 3,186 m.s.n.m.	Datum WGS84 – Zona 18S.
5	Pendiente del terreno	%	Estación total	12.30%	Pendiente moderada; requiere diseño adecuado de accesos y estribos.
6	Accesibilidad vial	Cualitativa (buena, media, mala)	Observación directa	Accesibilidad: Media	Camino afirmado; tránsito restringido en lluvias intensas.
7	Aceleración sísmica zonal	g	Datos IGP / RNE	$a_0 = 0.45 \text{ g}$ (Zona 3)	Zona de alta sismicidad; diseño debe cumplir criterios de ductilidad y disipación.
8	Condiciones ambientales	Estado del cauce, lluvias, drenaje	Observación directa	Cauce estable, lecho rocoso–gravoso; lluvias estacionales intensas; drenaje	Riesgo medio de erosión lateral en época de avenida.

Código	Parámetro a evaluar	Descripción / Unidad de medida	Instrumento de medición	Registro de datos (llenado)	Observaciones
				superficial regular.	

NOTAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

- Los datos de capacidad portante y CBR fueron obtenidos en laboratorio certificado (Ensayo NTP 339.127 y ASTM D1883).
- El GPS diferencial usado fue modelo Trimble R8s con precisión centimétrica.
- La pendiente se promedió sobre un tramo de 40 m en la zona del estribo izquierdo.
- La clasificación sísmica corresponde al Mapa del RNE (E.030), actualizado 2018.

Anexo 3. Tomas Fotográficas



Llegando al distrito de santiago de chocorvos



Inicio del trazo de carretera



Área del proyecto a ejecutar el puente de Tincocc



Vista general actual del puente Tincocc



Estribo izquierdo del puente Tincocc



Estribo derecho del puente Tincocc



Camino al puente tincoc en el recorrido de trazo preliminar de la carretera



Vista de ingreso al puente Tincocc

Anexo 4. Documento de trabajo en la zona



**INGENIERO CIVIL
CONSULTOR - OSCE**

Iquitos, 7 de febrero de 2025

CERTIFICADO DE TRABAJO

El que suscribe, Ing. PABLO PAREDES VENTURA, CONSULTOR, con R.U.C N°10054025489, con domicilio Legal calle requena N° 154 – Iquitos – Loreto – Perú, otorga el presente certificado de trabajo a:

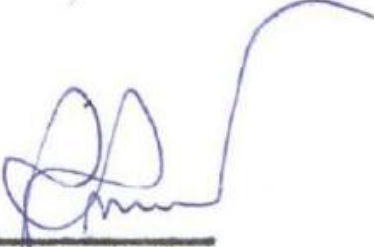
PERCY PAOLO ROJAS RIOS

Identificado con DNI N°61267316, ha prestado servicios en la consultoría por contrato privado, desempeñándose como ING. ASISTENTE TECNICO EN LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO "Creación del Servicio de Transitabilidad Vial Interurbana en el camino vecinal EMP IC-101- de Centro Poblado Llacctacha-Santa Rosa de Mejorada-Obraje- San Francisco de Machocruz, Distrito de Santiago de Chocorvos de la Provincia de Huaytará del Departamento de Huancavelica", desde el 14 de octubre del 2024 hasta el 30 de enero del 2025.

Durante su permanecía en la empresa, **PERCY PAOLO ROJAS RIOS** mostro en todo momento eficiencia, puntualidad y responsabilidad.

Se otorga el presente documento para los fines que el interesado considere conveniente

Atentamente,


Pablo Paredes Ventura
ING. CIVIL
ACIP. 43127