

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO IC 721 (KM  
1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO  
SANTIAGO, ICA 2022**

**TESIS**

**PRESENTADA POR LOS BACHILLERES**

**FLORES CASTAÑEDA JUAN JOSÉ**

**MARCOS LOAYZA KEVYN ELVIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ICA- PERÚ**

**2023**

**ASESOR Y TESISISTA**

**MAG. MARLON ROBERT CUBAS ARMAS**

**ORCID: 0000-0001-9750-1247**

**TESISTAS:**

**BACH. KEVYN ELVIS MARCOS LOAYZA**

**ORCID: 0000-0003-2959-7915**

**BACH. JUAN JOSÉ FLORES CASTAÑEDA**

**ORCID: 0000-0001-8046-8030**

# LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

## **AGRADECIMIENTO**

El Principal agradecimiento se lo damos a Dios por habernos brindado la fortaleza de salir adelante y guiarnos por el camino de la sabiduría.

Agradecemos al Ing. Marlon Cubas Armas, por acompañarnos dentro del proceso de nuestro trabajo de investigación y brindarnos el apoyo correspondiente para alcanzar el objetivo trazado.

Agradecemos a nuestras familias por el apoyo incondicional y el estímulo constante que podamos lograr cumplir nuestras metas.

## **DEDICATORIA**

Esta presente tesis se la dedicamos a nuestros padres que gracias a su esfuerzo e impulso que nos brindaron hemos culminado con nuestros estudios y que no nos permitieron darnos por vencidos en la realización de este proyecto.

A nuestros docentes por todo el conocimiento brindado y las enseñanzas obtenidas a través de su ardua experiencia.

A nuestros amigos y compañeros de aula por todo lo aprendido durante nuestra etapa universitaria.

## RESUMEN

La investigación posee su destino, esquematizar la infraestructura vial para refinar la transitabilidad vehicular del intervalo IC 721 (km 1+084) – C.P HUANACO – C.P. LOS CASTILLOS km 0+000 al 10+582, Distrito de Santiago - Ica. En la actualidad no considera con una capa de pavimento ya que este trayecto restringe el tránsito vehicular y peatonal, lo que lleva como fruto el impedimento en el traslado peatonal y vehicular esto restringe a los habitantes a perpetrar la incursión a las calles puesto que no pueden congregarse con sencillez para maximizar su condición de vida, es por eso que con la presente se explora realizar un diseño geométrico del tramo de vía en reconocimiento de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018. En esta investigación de tesis se usó el diseño tipo descriptivo no experimental, tipo básica con enfoque cuantitativa. Los trabajos de campo se hicieron el levantamiento topográfico de la vía en estudio, nos permitió catalogar que tiene un relieve llano- ondulada, con desnivel entre 0.017% a 15.78%. A partir de ese estudio de especulación se obtuvo IMDA 244 Veh/día, se clasificó la vía en tres clases para entender las pertenencias físicas del suelo, se buscó información de suelo y resultó en plasticidad baja y 11.20% CBR. Es así que el resultado final fue un pavimento con una anchura de 40 cm (base = 15 cm; zapata = 20; grapa asfáltica = 5 cm) y finalmente se analizaron los parámetros del diseño geométrico en planta, sección y transversal vigente.

Palabras clave: IMDa, Infraestructura Vial, ESAL, Topografía, CBR, Reducción de brecha económica.

## **ABSTRACT**

The investigation has its destiny, to outline the road infrastructure to refine the vehicular trafficability of the interval IC 721 (km 1+084) - C.P HUANACO - C.P. LOS CASTILLOS km 0+000 to 10+582, District of Santiago - Ica. At present it does not consider with a layer of pavement since this route restricts vehicular and pedestrian traffic, which leads as a fruit the impediment in the pedestrian and vehicular transfer this restricts the inhabitants to perpetrate the incursion to the streets since they cannot congregate with simplicity to maximize their condition of life, that is why with the present it is explored to realize a geometric design of the road section in recognition according to the Geometric Design Manual of Roads 2018. In this thesis research was used descriptive non-experimental type design, basic type with quantitative approach. The field work was made the topographic sublimation of the road under study, it enabled us to catalog that it has a flat-wavy relief, with unevenness between 0.017% to 15.78%. From this speculation study gave us IMDA 244 Veh/day, the road was classified in three classes to understand the physical properties of the soil, we searched for soil information and acquired low plasticity and 11.20% CBR. The final result is a pavement with a width of 40 cm (base = 15 cm; footing = 20; asphalt staple = 5 cm) and finally analyze the design parameters of the geometric design in level, section and bias in force.

Key words: IMDa, Road Infrastructure, ESAL, Topography, CBR, Economic Gap Reduction.

## INTRODUCCIÓN

Se requiere una amplia capacitación para que los profesionales encargados del diseño de infraestructura de transporte utilicen las mejores técnicas y garanticen la longevidad del proyecto. Previo a la ejecución de una ruta, es fundamental contar con una planificación adecuada para evitar prácticas ineficaces y permitir una construcción eficiente de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. Como resultado, el objetivo es garantizar que la infraestructura cumpla con su vida útil especificada.

La construcción de una infraestructura viaria tiene un impacto notable en la mejora de la transitabilidad, lo que conlleva un aumento de la demanda de tráfico. Esto, a su vez, beneficia a los grupos o industrias que se ubican cerca de la infraestructura. Como resultado, una mejor carretera impulsa el desarrollo de otros sectores productivos al mismo tiempo que fomenta una mayor movilidad y facilita el acceso a la educación.

Es fundamental comprender la necesidad de mejorar una determinada ruta al realizar investigaciones para el diseño de infraestructura vial. Para ello, se realiza un estudio de tráfico para analizar la situación actual y determinar las mejoras necesarias. Antes de comenzar este estudio, es fundamental abordar la pregunta fundamental: ¿Por qué es necesario mejorar la carretera? Para obtener información confiable, utilice fuentes como Ositran (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público) o el municipio que incluye el área de estudio. Estas fuentes proporcionan datos útiles y actualizados para respaldar el diseño de la infraestructura del túnel.

Para realizar un diseño de infraestructura vial de telecomunicaciones es necesario realizar una investigación exhaustiva sobre las normas y regulaciones del país. Estos estándares funcionan como restricciones que deben considerarse durante el proceso de diseño. En primer lugar, es fundamental comprender a fondo el área de estudio y crear un informe que describa todos los aspectos descubiertos, ya sean positivos o desfavorables para el diseño. Además, deben abordarse cuestiones técnicas relacionadas.

## ÍNDICE

CARATULA .....	i
ASESOR Y TESISISTA .....	ii
LÍNEA DE NVESTIGACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
INTRODUCCIÓN.....	viii
ÍNDICE .....	x
INFORME ANTIPLAGIO.....	xiii
LISTA DE TABLAS .....	xv
LISTA DE FIGURAS.....	xix
LISTA DE ANEXOS.....	xxi
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	3
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	5
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6. OBJETIVOS.....	6
1.6.1. OBJETIVO GENERAL .....	6
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
1.7. PROPÓSITO.....	7

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS .....	7
2.2. BASE TEÓRICA .....	14
2.3. MARCO CONCEPTUAL .....	19
2.3.1. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....	19
2.4. HIPÓTESIS .....	26
2.5. VARIABLES.....	26
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE TÉRMINOS .....	26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	27
3.7. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS...28	
3.8. DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	28
3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	30
3.10. ASPECTOS ÉTICOS.....	30
CAPÍTULO IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	32
Resultado del Estado Actual de Infraestructura Vial del Primer objetivo específico.....	32
Resultado de los Estudios básicos del segundo objetivo específico del proyecto.....	34
Resultado del Diseño de la infraestructura vial del Tercer Objetivo Específico del Proyecto.....	35
Resultados de la determinación del costo y la planificación de la ejecución de obra del cuarto objetivo específico .....	38
Resultados de la Evaluación del cálculo de la brecha económica del Quinto objetivo específico.....	43

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	45
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. CONCLUSIONES.....	48
5.2. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS.....	57

## INFORME ANTIPLAGIO

TESIS\_FLORES CATAÑEDA JUAN&MARCOS LOAYZA KEVYN

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upsjb.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>renati.sunedu.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



INFORME DE VERIFICACIÓN DE SOFTWARE ANTIPLAGIO

FECHA: 18/01/2024

NOMBRE: DEL AUTOR (A) (ES) -Kevyn Elvis Marcos Lowyza  
-Juan José Flores Castañeda

TIPO DE PROINVESTIGACIÓN:

- PROYECTO ( )
- TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ( )
- TESIS ( X )
- TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )
- ARTICULO ( )
- OTROS ( )

INFORMO SER PROPIETARIOS DE LA INVESTIGACIÓN VERIFICADA POR EL SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN, EL MISMO TIENE EL SIGUIENTE TÍTULO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA

CULMINADA LA VERIFICACIÓN SE OBTUVO EL SIGUIENTE PORCENTAJE: 23%

Conformidad del Autor 1:

Nombre: Kevyn Elvis Marcos Lowyza  
DNI: 75177820  
Huella:

Conformidad Asesor:

Nombre: Marlon Roberto Cubas  
DNI: 45258874

Conformidad del Autor 2:

Nombre: Juan José Flores Castañeda  
DNI: 71905082  
Huella:

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Datos generales de las investigaciones internacionales.....	7
<b>Tabla 2.</b>	Principales resultados de los antecedentes nacionales.....	11
<b>Tabla 3.</b>	Técnicas e instrumentos de investigación .....	28
<b>Tabla 4.</b>	Resumen de parámetros de Estudios. ....	34
<b>Tabla 5.</b>	Resultados de parámetros de diseño.....	36
<b>Tabla 6.</b>	EE para el periodo del diseño. ....	36
<b>Tabla 7.</b>	Parámetros para el espesor del pavimento .....	37
<b>Tabla 8.</b>	Resumen de presupuesto del proyecto .....	39
<b>Tabla 9.</b>	Longitud de Carreteras versus PBI .....	43
<b>Tabla 10.</b>	Matriz de consistencia .....	57
<b>Tabla 11.</b>	Matriz de operacionalización de variables. ....	61
<b>Tabla 12.</b>	Ubicación Política .....	77
<b>Tabla 13.</b>	Ubicación Geográfica .....	77
<b>Tabla 14.</b>	Datos de campo BMs .....	81
<b>Tabla 15.</b>	Exploración de calicatas .....	85
<b>Tabla 16.</b>	Clasificación de suelos .....	86
<b>Tabla 17.</b>	Ubicación de Estación de Control.....	88
<b>Tabla 18.</b>	Factores de corrección promedio para vehículos ligeros. ....	90
<b>Tabla 19.</b>	Factores de corrección promedio para vehículos pesados. ....	90
<b>Tabla 20.</b>	Conteo vehicular de la Estación 01.....	91
<b>Tabla 21.</b>	IMDA para el año 2022.....	92
<b>Tabla 22.</b>	IMDa para el año 2024 .....	93
<b>Tabla 23.</b>	Cálculo de ejes equivalentes. ....	93
<b>Tabla 24.</b>	Estimación del ESALs .....	94
<b>Tabla 25.</b>	Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos periodos de retorno	97

<b>Tabla 26.</b>	Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en caminos de bajo volumen de tránsito.....	98
<b>Tabla 27.</b>	Coeficientes de escurrimiento que se utilizan en el método racional .	99
<b>Tabla 28.</b>	Factor “f” aplicado en el método racional armco .....	100
<b>Tabla 29.</b>	Valores de “l” para aplicación en método racional armco .....	100
<b>Tabla 30.</b>	Clase de suelo “C” .....	102
<b>Tabla 31.</b>	Valores De Coeficiente “C” Para Aplicación En Fórmula De Dickens 103	
<b>Tabla 32.</b>	Valores para “C” al aplicar la fórmula de TALBOT .....	104
<b>Tabla 33.</b>	Valores Del Factor "N" Adimensional Para Distintas Superficies .....	109
<b>Tabla 34.</b>	Resumen de elementos de curvas horizontales.....	116
<b>Tabla 35.</b>	Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía. ....	117
<b>Tabla 36.</b>	Fricción transversal máxima en curvas.....	118
<b>Tabla 37.</b>	Radios mínimos.....	119
<b>Tabla 38.</b>	Radios mínimos.....	120
<b>Tabla 39.</b>	Sobre anchos adoptados:.....	122
<b>Tabla 40.</b>	Pendientes máximas .....	124
<b>Tabla 41.</b>	Anchos mínimos de calzadas .....	128
<b>Tabla 42.</b>	Anchos de bermas.....	128
<b>Tabla 43.</b>	Bombeos de calzada .....	129
<b>Tabla 44.</b>	Anchos mínimos de derecho de vía.....	130
<b>Tabla 45.</b>	Resumen de resultados de parámetros de diseño.....	131
<b>Tabla 46.</b>	Tabla de elementos en tangente .....	132
<b>Tabla 47.</b>	Cálculo de sobreamanchos .....	133
<b>Tabla 48.</b>	Sección transversal .....	134
<b>Tabla 49.</b>	Radios mínimos de curvas horizontales .....	135

<b>Tabla 50.</b>	Verificación en perfil .....	136
<b>Tabla 51.</b>	CBR por tipo de suelo.....	137
<b>Tabla 52.</b>	CBR de diseño .....	137
<b>Tabla 53.</b>	Nivel de Confiabilidad.....	139
<b>Tabla 54.</b>	Desviación standard .....	139
<b>Tabla 55.</b>	Serviciabilidad inicial y final .....	140
<b>Tabla 56.</b>	Valores de coeficiente estructural.....	142
<b>Tabla 57.</b>	Condiciones de drenaje .....	143
<b>Tabla 58.</b>	Valores del índice K para el cálculo de la longitud curva vertical convexo. 144	
<b>Tabla 59.</b>	Curva vertical convexa .....	145
<b>Tabla 60.</b>	Espesores del pavimento flexible .....	146
<b>Tabla 61.</b>	Resumen de la subrasante de diseño.....	149
<b>Tabla 62.</b>	Espesores de capas del pavimento .....	149
<b>Tabla 63.</b>	Resumen de alcantarillas proyectadas .....	150
<b>Tabla 64.</b>	Cálculo de cargas y momentos de empotramiento. ....	154
<b>Tabla 65.</b>	Matriz causa-efecto .....	173
<b>Tabla 66.</b>	Impactos Ambientales potenciales.....	174
<b>Tabla 67.</b>	Matriz de interacción .....	175
<b>Tabla 68.</b>	Significancia ambiental.....	176
<b>Tabla 69.</b>	Plan de manejo ambiental en etapa de ejecución.....	178
<b>Tabla 70.</b>	Resumen de Metrados .....	180
<b>Tabla 71.</b>	Presupuesto resumen.....	183
<b>Tabla 72.</b>	Fórmula polinómica. ....	186
<b>Tabla 73.</b>	Construcción de infraestructura vehicular.....	191
<b>Tabla 74.</b>	Construcción de Sardineles sumergido y peraltados .....	192
<b>Tabla 75.</b>	Construcción de Infraestructura peatonal .....	193

<b>Tabla 76.</b>	Construcción de Alcantarillas.....	193
------------------	------------------------------------	-----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Área de influencia del trayecto en estudio. ....	6
<b>Figura 2.</b>	Datos respecto a los resultados de los estudios (carreteras pavimentadas y no pavimentadas). ....	9
	Nota.....	12
<b>Figura 3.</b>	Costo (S/.) por kilómetro en los antecedentes .....	13
<b>Figura 4.</b>	Comparación de los diseños viales de los antecedentes .....	14
<b>Figura 5.</b>	Esquema metodológico .....	27
<b>Figura 6.</b>	Flujograma del diseño de recolección de datos .....	29
<b>Figura 7.</b>	Tipo de análisis de datos .....	30
<b>Figura 8.</b>	Aspectos éticos de la investigación .....	31
<b>Figura 9.</b>	Calle de acceso al centro poblado Los Castillos .....	33
<b>Figura 10.</b>	Calle principal de Los Castillos .....	33
<b>Figura 11.</b>	Sección típica en tramo tangente .....	37
<b>Figura 12.</b>	Sección típica en tramos en curvas. ....	37
<b>Figura 13.</b>	Cronograma de trabajo.....	41
<b>Figura 14.</b>	Estado de conservación de caminos. ....	44
<b>Figura 15.</b>	Ubicación satelital del CC.PP. Los Castillos en el tramo IC 721 .....	78
<b>Figura 16.</b>	Ubicación del BM de inicio.....	79
<b>Figura 17.</b>	Calle principal del centro poblado Los Castillos .....	82
<b>Figura 18.</b>	Ubicación del BM 0.00.....	83
<b>Figura 19.</b>	Ubicación satelital de la E-01.....	88
<b>Figura 20.</b>	Clasificación vehicular .....	89
<b>Figura 21.</b>	Número de vehículos por día.....	91
<b>Figura 22.</b>	Elementos de la curva circular.....	114
<b>Figura 23.</b>	Elemento de curvas horizontales.....	115
<b>Figura 24.</b>	Distancia de parada.....	126

<b>Figura 25.</b>	Desviación estándar para tipo de pavimento .....	140
<b>Figura 26.</b>	Espesores finales de diseño de pavimento.....	147
<b>Figura 27.</b>	Espesores finales de diseño de pavimento.....	147
<b>Figura 28.</b>	Figura de cargas y sobrecargas .....	152
<b>Figura 29.</b>	Distribución de las cargas actuantes .....	153
<b>Figura 30.</b>	Distribución de cargas. ....	154
<b>Figura 31.</b>	Cálculo de momentos flectores por método de cross .....	155
<b>Figura 32.</b>	Momentos flectores de alcantarilla para diseño .....	157
<b>Figura 33.</b>	Esquema de cortantes en alcantarillas. ....	158
<b>Figura 34.</b>	Distribución de acero en alcantarilla cajón de 1.50x1.0 m. ....	159
<b>Figura 35.</b>	Plan de Manejo Ambiental .....	168
<b>Figura 36.</b>	Actividades que generan un impacto ambiental.....	171

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia .....	57
Anexo 02. Matriz de operacionalización de variables.....	61
Anexo 03: Calculo hidrológico .....	64
Anexo 04: Relación de insumos. ....	75
Anexo 05: Topografía .....	77
Anexo 06: Estudio de mecánica de suelos .....	84
Anexo 07: Estudio de tráfico .....	87
Anexo 08: Estudio hidrológico.....	95
Anexo 09: Diseño geométrico.....	113
Anexo 10: Diseño de pavimento .....	137
Anexo 11: Diseño de drenaje.....	150
Anexo 12: Estudio de cantera .....	161
Anexo 13: Estudio de impacto ambiental .....	166
Anexo 14: Presupuesto de obra .....	180

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Como se conoce, las carreteras son vías de transporte que enlazan a comunidades, caseríos, centro poblados (CP), distritos, provincias y regiones, manteniéndolas unidas unas a otras, además las carreteras son beneficiosas para el transporte de carga pesada (cosas para los mercados de todo el país) transporte de carga liviana (pasajeros), es por ellos que se tiene que tomar en primera instancia la comodidad de los conductores y de los pobladores beneficiados para que en caso de emergencias se puedan trasladar de un lugar a otro.

En los Estados Unidos, la red general de carreteras de acceso público es de 4,1 millones de millas, y las carreteras rurales comprenden 2,9 millones de millas, o el 71% (Hossain & Tutumluer, 2019). En estos casos, estas carreteras se convierten en un componente crítico de la infraestructura, y es necesario garantizar que las comunidades dispongan siempre de un acceso seguro. La base de datos de carreteras de Idaho se ha utilizado para identificar las carreteras de grava no pavimentadas de Idaho que son fundamentales para el acceso a las comunidades rurales (Ibrahim et al., 2020).

En Polonia, un porcentaje importante de carreteras no están pavimentadas, con parámetros de capacidad portante a menudo muy bajos (Grajewski, 2022). Por otro lado, en Sudáfrica, el apoyo logístico inadecuado para abordar los retrasos en el mantenimiento de las carreteras en los municipios del distrito de Vhembe ha ido en incremento en los 10 últimos años. Los estudios actuales demuestran que un mantenimiento inadecuado de las carreteras puede provocar la aparición de baches, una de las primordiales causas de accidentes de tráfico y daños a los vehículos de motor (Bikam, 2019).

Se han introducido o se está planificando la introducción de nuevas tecnologías que tendrán un impacto dramático en la gestión de las carreteras y las operaciones en las minas a cielo abierto. Esta iniciativa es paralela a muchas actividades de carreteras inteligentes en las vías públicas (Visser et al., 2019). La crecida de vehículos en las carreteras ha alimentado la demanda del uso de sistemas de monitoreo del estado de la superficie de las carreteras. El aumento del número de vehículos en la vía también provocará mayores daños y cargas en la carretera (Shtayat et al., 2020).

Las carreteras de grava (reafirmado, sin pavimentar), son activos importantes para los países con escasa densidad geográfica, pero su mantenimiento es costoso e ineficiente. Además, como el desarrollo de las fallas se ve muy dañado por factores ambientales, la planificación debe ser dinámica para alcanzar la eficiencia y la eficacia, lo que se consigue con enfoques de mantenimiento basados en datos (Mbiyana et al., 2021).

Se estudian diferentes tipos de pavimentos, en el caso del pavimento de grava, tiene unos costes de construcción más bajos, pero un rendimiento inferior al de las superficies de asfalto en las carreteras. Además, emite polvo y se deforma bajo el impacto de las cargas de los vehículos y de los factores atmosféricos del entorno (Žuraulis et al., 2021)

Uno de los problemas que evidencian y perjudican a los pavimentos son las inundaciones de agua, las cuales tienen un impacto considerable en la sostenibilidad de las carreteras, ya que crean grietas, roturas y agujeros en las carreteras, y el fracaso de algunas otras partes (Awwad, 2021).

Las carreteras sin pavimentar son la base del crecimiento y el desarrollo de muchos países. Dados los bajos volúmenes de tráfico, las consideraciones

económicas no pueden justificar las carreteras pavimentadas de mayor categoría, por lo que son propensas a sufrir daños (Pooni et al., 2022).

La problemática nacional de la provincia de Lima, un reportaje del Diario el Comercio (2018) hace referencia a una retransmisión del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) donde se observa que la vía afectada se encuentra en la sierra, en este caso la vía ubicada en Belaunde Terry Kilómetros 154 - 160, en la provincia de Cutervo, en la región de Cajamarca, la vía fue interrumpida y bloqueada por un derrumbe

La problemática local del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO se evidencia como contratiempo primordial que el trayecto carece de pavimento 100%. Ahora se puede observar que es solo una trocha carrozable, los vehículos tienen a generar un mayor desgaste en cual genera desperfectos e incomodidad al momento de desplazarse por dicha trocha, a su vez la calzada no cuenta con las dimensiones requeridas.

Además, la situación es crítica a nivel de infraestructura vial ya que existen vacíos en lo que a relevamientos locales se refiere, gran cantidad de vías carecen de mantenimiento y pavimentación, las cuales se constatan en mal estado, este problema ha tenido un impacto importante en la normalidad capacidad de tráfico.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Con el proyecto integral de la infraestructura vial será capaz de modernizar la transitabilidad vehicular del TRAMO IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?

## 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- ¿Mediante diagnóstico de la circunstancia obsoleta de la aspiración se podrá elaborar propuestas para mejorar la transitabilidad IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?.
- ¿Cómo ayudará la composición de instrucciones básicas de Topografía, Mecánica de Suelos, Hidrología, Preparación de especulaciones de la infraestructura vial para acrecentar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?.
- ¿Con el proyecto la instalación vial se podrá modernizar la transitabilidad vehicular del intervalo IC 721 (KM 1 + 084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?.
- ¿Cómo ayudará la realización del presupuesto y la programación de obra en el diseño de la infraestructura vial del tramo IC 721 (KM 1 + 084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022?.
- ¿Cómo la evaluación de la prosperidad de la accesibilidad vehicular dentro del cálculo de la abertura asequible del distrito del Tramo IC 721 (KM 1 + 084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022 permitirá su aprobación y ejecución?.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

**Nivel socio – económico:** se lucha por dar una deseable disposición de vida a sus habitantes, se esfuerza por lograr un progreso más accesible para sus actividades económicas, incluidas la ganadería, agricultura, turismo y artesanía, para reducir el tiempo de viaje con mayor facilidad y para ahorrar combustible, desgaste y deterioro de los vehículos. Por otro lado, los neumáticos también facilitan la conexión con la carretera TRAMO IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P.

HUANACO, En lo que a investigación se refiere, este estudio, además de brindar información a los lectores, también puede ser utilizado como fuente de investigación para futuras investigaciones.

**Justificación teórica:** la investigación propuesta se justifica teóricamente ya que investigaciones futuras podrá tomar la teoría abordada en la investigación ya que se presenta de manera clara y fidedigna.

**Justificación práctica:** La indagación a realizar sostiene como finalidad restablecer la accesibilidad y brindar un mejor estilo de vida a los residentes de los mencionados centros densamente poblados, lo que beneficiará tanto a los peatones como a los automovilistas, ya que se sentirán más cómodos en la vía.

#### **1.4. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Teniendo así un total de cuatro meses bajo la propuesta del cronograma académico.

**Temporal.** Los datos serán obtenidos con facilidad y eficiencia para optimizar el tiempo para el desarrollo tanto de la investigación como con los avances y actividades del ciclo académico de la Universidad respectivamente

**Espacial.** El espacio para la recolección y delimitación del área a investigar viene a ser todo el tramo del proyecto considerando a cada calzada respectivamente, un ancho a cada margen viendo y considerando no afectar en su totalidad los predios de los pobladores. Los límites corresponden al tramo inicial en el Tramo IC 721 (KM 1+084.00) hasta el CP Los Castillos y el CP Huanaco del distrito Santiago, Ica.

**Figura 1.**

*Área de influencia del trayecto en estudio.*



Fuente: Elaboración propia.

**Recursos.** No se identifican delimitaciones referentes al factor recursos. El fácil acceso al lugar del objeto de estudio, así como a la información resulta beneficioso de manera económica, tanto como no será necesario realizar viajes o disponer de viáticos para la recolección de datos ni para el desarrollo de la investigación.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- Escasez de laboratorios para la creación de los proyectos.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

- Esquematizar la instalación vial para modernizar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (km 1+084.00) - C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – Distrito Santiago, Ica 2022.

## **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la disposición situacional del proyecto para modernizar la accesibilidad vehicular del intervalo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022.
- Efectuar las enseñanzas básicas de Topografía, Mecánica de Suelos, Hidrología, enseñanzas de tráfico y estudio de cantera de la instalación vial para modernizar la instalación vehicular del intervalo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022.
- Esquematar la instalación vial para modernizar la accesibilidad vehicular del intervalo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022.
- Encuadrar la estimación y la programación de obra de la instalación vial del tramo IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022.
- Presupuestar la modernización instalación vehicular a través del cálculo de la brecha económica del distrito del Tramo IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022.

## **1.7. PROPÓSITO**

Esta investigación tuvo como pretensión esquematizar de la infraestructura vía, lo que representa una propuesta para su futura implementación, puesto que el diseño corresponderá a la solución óptima para las deficiencias presentes en las estructuras viales, así como en las obras complementarias, que vienen a ser las alcantarillas y los badenes; de la misma manera, el procedimiento de la preparación básica plasmados para realizar un buen esquema y no afectar al medio ambiente, y comprobar la viabilidad del proyecto.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

#### Internacionales:

Se evidenciaron artículos internacionales, los cuales guardan una relación significativa entre los resultados y planificaciones respecto al desarrollo de las propias investigaciones, las cuales han sido comprimidas para una mejor percepción de los parámetros representativos que tomamos en cuenta:

**Tabla 1.**

Datos generales de las investigaciones internacionales

Autores	País	Zona de estudio	Pavimentación (SI/NO)	Técnicas
Chairperson et al (2022)	EE.UU.	Wyoming	NO	Modelo de regresión Inception V-3 Tensor Flow Red Neural Artificial (RNA)
Daoud & Ksaibati (2022)	EE.UU.	Wyoming	NO	Índice internacional de rugosidad (IRI) Sistema de gestión de carreteras de grava (GRMS)
Nervis et al (2022)	Brasil	Santa Cruz Do Sul	NO	Teoría de elasticidad Mecánica de suelos Mecánica de pavimentos
Abu & Ksaibati (2021)	EE.UU.	Wyoming	NO	Diseño factorial Existencia de curva horizontal Pendiente vertical Gravedad de la ondulación
Wang et al (2020)	África Central	Kigali, Ruanda	NO	Característica de entorno construido (BEA) Riesgo de accidentes de tráfico (RTC) Daños causados por el tránsito (RTI)

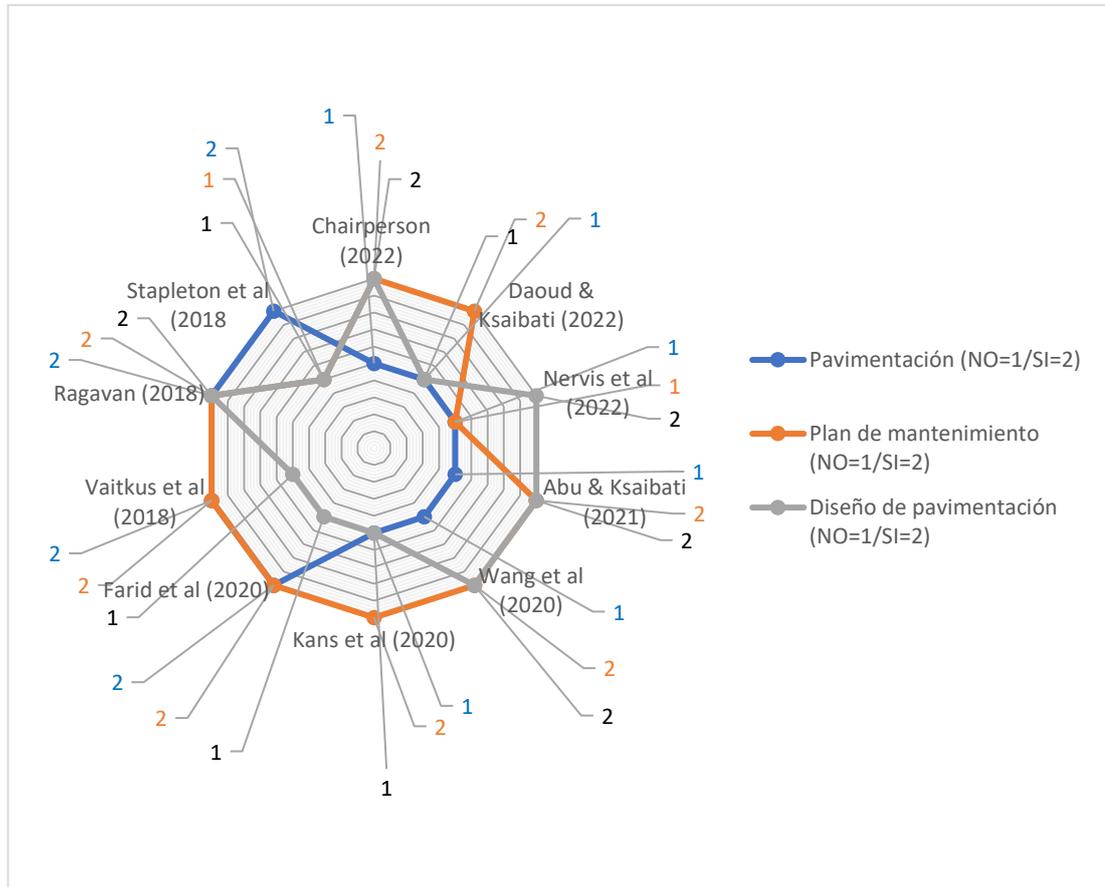
Kans et al (2020)	Suecia	Borås	NO	Procesamiento de señales de peligro Ingeniería de mantenimiento Ingeniería de sistemas de la información (vigilancia del estado de las carreteras no pavimentadas).
Farid et al (2020)	EE.UU.	Larami, Wyoming	SI	Manual de seguridad de carreteras (HSM) Funciones de rendimiento de seguridad (SPF)
Vaitkus et al (2018)	Lithuania	Vilnius	SI	Asfalto blando doble sello Otta Seal Supervisión del pavimento de manera progresiva
Ragavan (2018)	EE.UU.	Reno, Nevada	SI	AASHTO 1993 y AASHTO T-307 Fresados de RAP PaveXpress Análisis de costos de ciclo de vida (LCCA)
Stapleton et al (2018)	EE.UU.	Michigan	SI	Funciones de rendimiento de seguridad (SPF) Manual de seguridad de carreteras (HSM)

*Nota.* Elaboración propia

Como se evidencia, aunque no compartan una situación a nivel geográfico, los problemas referentes a carreteras no pavimentadas, así como la presencia de deficiencias en los diseños generan que los investigadores desarrollen o apliquen técnicas para poder determinar de mejor manera el mantenimiento y el diseño de una carretera, estos datos referentes a los artículos se presentan a continuación:

**Figura 2.**

*Datos respecto a los resultados de los estudios (carreteras pavimentadas y no pavimentadas).*



*Nota.* Elaboración propia

Se muestra que la mayor parte de las investigaciones plantean en sus resultados el mantenimiento de la carretera en la que realizan el estudio (70%); por otro lado, el 60% de las investigaciones se realizaron en trochas o carreteras no pavimentadas (grava), por lo que los protocolos varían tanto en recolección de datos como en técnicas; finalmente, el 50% de las investigaciones planean un diseño vial para optimizar la instalación, tanto en trayecto o carretera sin pavimentar, como en la construcción de una pavimentación, mientras que el otro 50% propone mejoras en el nivel de seguridad, señalización o mantenimiento general de la trocha o pavimento.

Respecto a los antecedentes nacionales, se evidenciaron las investigaciones que contengan diseños de pavimentación, en las cuales se evidencien algunos puntos específicos, ya sean los cálculos de IMDa, el tipo de suelo, la cantidad de kilómetros trabajados, el presupuesto general y el diseño de pavimento como tal.

**Tabla 2.***Principales resultados de los antecedentes nacionales*

<b>Autores</b>	<b>Longitud / Lugar</b>	<b>IMDA (Veh/d)</b>	<b>Tipo de suelo</b>	<b>de CBR (%)</b>	<b>Velocidad de Diseño (Km/h)</b>	<b>de Espesores de pavimento</b>	<b>de Presupuesto total de la vía (S/)</b>
Sánchez (2021)	Iraka (KM0+000)- Lanhebamba (KM5+900) Cajamarca	398	CL	6.03	40	Subbase: 15 cm Base: 20 cm Carpeta asfáltica: 6 cm	9'117,527.45
Vásquez (2021)	-	217	SC	7.1	-	Subbase: 20 cm Base: 20 cm Pavimento: 40 cm	4'382,624.33
Fernández (2021)	Huancabamba 4+600 Km Piura	337	SC, OH, CH	4.42	30	Subbase: 33 cm Base: 15 cm Carpeta asfáltica: 7.5 cm	13'427,533.04
Adrianzén & Torres (2020)	La Conga 10+012.46 Cutervo	146	CL	5.8 y 7.5	31	Subbase: 20 cm Base: 20 cm Carpeta asfáltica: 5 cm	17'790,023.14
Altamirano & López (2021)	Romerillo 10+160 Jaén	179	CL Y SC	5.1 y 7.1	30	Subbase: 30 cm Base: 30 cm Carpeta asfáltica: 10 cm	26'181,638.46
	1+820	153	GW	9 y 15	30	Base: 20cm	-

Chipana & Pari (2021)							Carpeta asfáltica: 5cm	
Santa María (2020)	Km (0+000-5+600) Lambayeque	268	SP	6	40		Subbase: 15 cm Base: 15 cm	8'735,261.80
Chuque (2020)	Cutervo 5+720 Km Cajamarca	274	CL	6 y 10	40		Carpeta asfáltica: 5 cm Base: 25cm	19'827,310.08
Huancas (2019)	Filoque Km0+000, Cerro Cascajal, Agua Santa y Nichipo Km6+500 Lambayeque	263	SP-SM	7.2	40		Subbase: 15 cm Base: 20 cm	5'572,878.41
Carbonell & Puccio (2018)	Mórrope 14+660 Lambayeque	293	SM y SP	8.35 y 9.6	50		Carpeta asfáltica: 5 cm Subbase: 15 cm Base: 15 cm	14'533,508.98

Nota. Elaboración propia

Nota: IMDa = Índice medio diario anual.

CBR = Capacidad portante del suelo.

CL = Arcilla limosa.

SC, OH, CH = Arena arcillosa, Suelo orgánico de alta plasticidad, arcilla de alta plasticidad.

GW = Grava bien gradada.

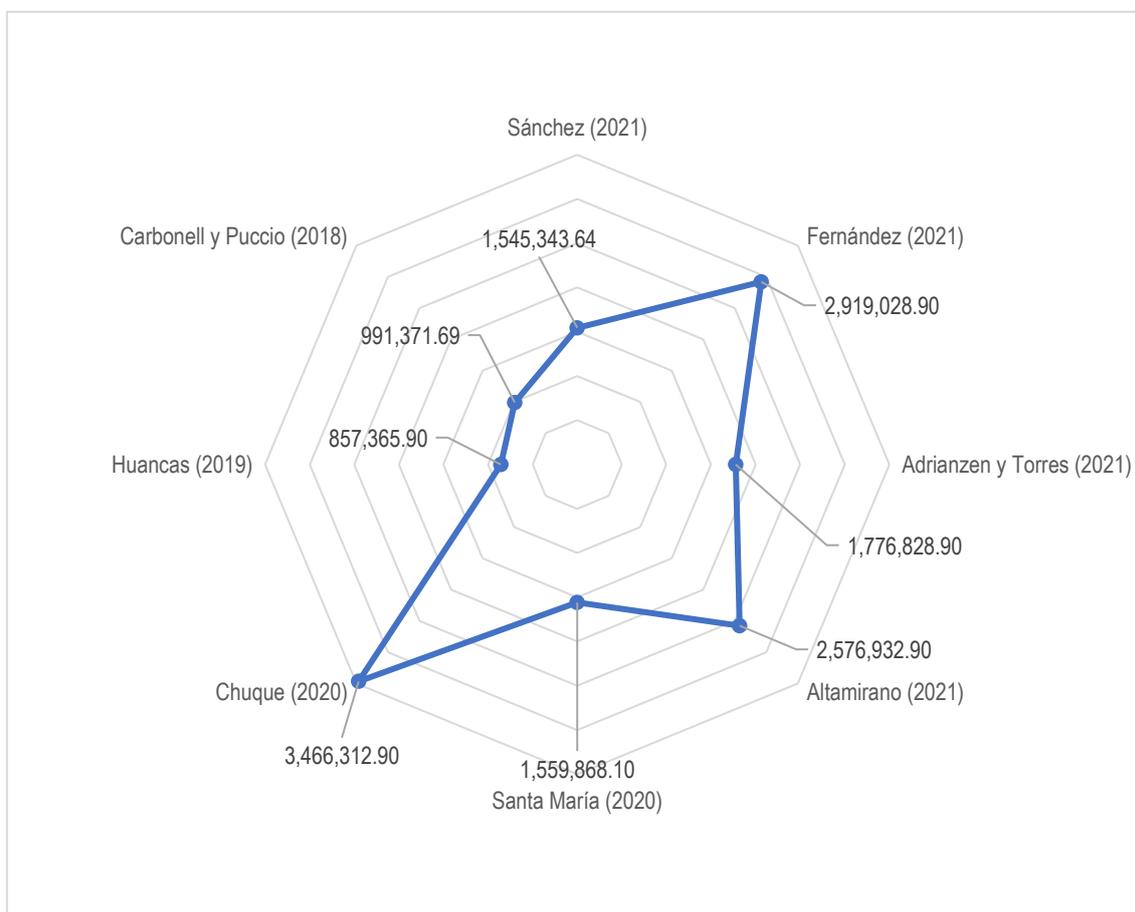
SP = Arena mal gradada.

SP-SM = Arena mal gradada, arena limosa.

SM y SP = Arena limosa, arena mal gradada.

### Figura 3.

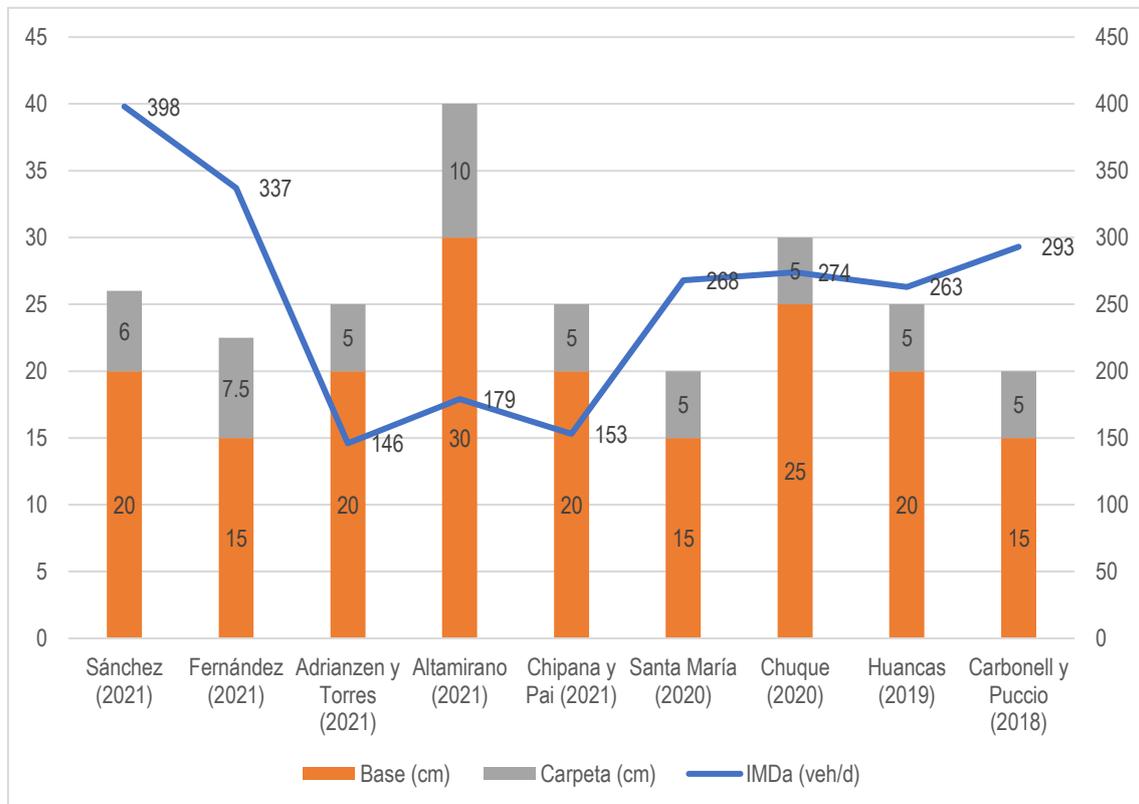
Costo (S/.) por kilómetro en los antecedentes



Nota. Elaboración propia

**Figura 4.**

*Comparación de los diseños viales de los antecedentes*



Nota. Elaboración propia

## 2.2. BASE TEÓRICA

Diseño de infraestructura vial Según, Morales & Vásquez (2020), en su tesis indica que una infraestructura vial está constituida por elementos que ayudan en el desplazamiento de un vehículo de una manera segura y confortable de un determinado lugar a otro, estas a su vez se clasifican en dos clases tanto vías urbanas como interurbanas.

Así mismo la teoría de Topografía, Pérez & Vergel (2019), en su tesis mencionan que es una disciplina que se realiza mediciones y trazos para luego simbolizar en un plano todo el elemento existente sobre el superficie, así mismo, favorece a reconsiderar las formas y capacidades del sistema que se presentan circunstanciadas en planos.

De igual manera, el pronunciamiento topográfico son todos los procedimientos de evaluación que se aplican en un preciso sector de formación para así personificarlo en una superficie plana.

Tenemos también la teoría de Canteras, Suelos y Fuentes de Agua, donde el MTC (2018), manifiesta que las instrucciones agrupadas a la mecánica de suelos tales como ocupaciones de gabinete y pradería que permiten encajar los medios físico – mecánico de los suelos, los cuales evidencian mediante representaciones el modelo de superficie, rasante de la capa freática y dimensión de los estratos, es por aquello ingeniería civil lo divide la superficie en dos modelos los cuales son rocas y la superficie, las rocas son minerales que tienen un forcejeo de cohesión, en alteración los suelos están moldeados por fracciones minerales.

Del mismo modo la teoría de Hidrología e Hidráulica MTC (2018), da a conocer que la hidráulica es un estudio en el cual ayuda a calcular todas las obras relacionadas con el drenaje por lo que la teoría dice que tienen que cumplir tanto en la parte económica, técnica, y ambiental, de acuerdo a las especificaciones precisas y necesarias.

Por otro lado, tenemos la teoría de Riesgos, refiere que en todo plan está entre de un dominio, en las cuales se ven afectadas las localizaciones financieras como las localizaciones mecánicas y físicas, por lo cual estimamos tasar la fugacidad para ver dónde interviene al proyecto, así mismo en la conclusión (MTC, 2018).

De tal forma detallamos con la teoría de Afectación de Predios según MTC (2018), respecto al sistema integrado de transportes, dice que se hace un labor de indagación técnica que aprueba acomodar la extensión donde se damnificaran las propiedades por los proyectos y construcción de las vías, esto implica que se deben de confrontar el levantamiento topográfico y los títulos de cada predio.

De igual forma retenemos la teoría de Diseño Geométrico MTC (2018), respecto al proyecto y cuenta geométrica de obras viales, retorna a ser la fracción más considerable del propósito de construcción vial porque es donde se determina la forma y características de los componentes de la carretera, con el fin de que sea económica, no afecte al medio ambiente y principalmente sea segura (MTC, 2018).

En ese mismo contexto, la teoría de Pavimento, en relación con el diseño de obras viales y cálculos geométricos, consta de rodillos, cimentaciones y carpetas de subsuelo, que a su vez se encargan de soportar las diversas acciones que les imponen las cargas directas de los vehículos dispersos contra el subsuelo, así como resistentes para usar, y suministrar una superficie segura y confiable para que haya una transitabilidad segura (MTC, 2008).

Igualmente, la teoría Estructuras, convenio al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, menciona que es el bosquejo de toda la estructura u obras de arte que presente una carretera (MTC, 2018).

Por ello la teoría de Drenaje, se considera al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, el cual da a conocer que los proyectos sobre obras viales deben contar con obras de drenaje; a su vez estas obras de arte deben cumplir con la mencionada norma (MTC, 2018).

Además, la teoría de Seguridad Vial y Señalización Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sugiere sobre las señalizaciones son instrumentos de control a la circulación de vehículos, en el sentido que la seguridad vial cumple un componente esencial en una determinada obra vial, para el diseño de la vía, también debe contar con una adecuada señalización, siendo indispensable la señalización perpendicular y horizontal, los equipos de control, etc., que contribuirán a un mayor confort, confianza y seguridad de los ciudadanos que reciben el servicio (MTC, 2018).

A si pues la teoría Estudio de Impacto Ambiental, Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, dice que en este estudio se contempla los impactos negativos, el cual se tiene que tener un plan o implementación de impacto ambiental para poder reducir dicho evento, ya esto es causado por el vehículo y personas que circulan por la vía (MTC, 2018).

Mientras tanto la teoría de Metrados, considerando a CAPECO (2014), dice que para obtener los Metrados se realiza a las acotaciones y lectura de planos obtenidos en una medición, teniendo como finalidad lograr los cálculos o cantidades para cada partida y subpartida que se realice, así mismo también multiplicando el costo unitario y adicionando podemos obtener el costo directo de un proyecto.

Además, tenemos la teoría de la Transitabilidad, Seguridad y señalización, aplicado a la normativa DG – 2018, que retribuye al techo de las cuales se dispersa en, terracería en el momento que constituye hasta el ras de subrasante, recubrir cuando se coloca sobre de la subrasante una o diversas laminas de componente granular y asfaltado cuando en la subrasante se fabrica por totalidad la capa de pavimento (MTC, 2018).

La teoría del Trafico convalida que la obstrucción o el agolpamiento de los vehículos ejerce como orientador para poder mensurar la parte de traslado cotidiano en una precisa región de instrucción, precisamente como la instrucción de tráfico se promedia en el desalojo de los carros, de transeúntes de los abarrotos que se traslada por la vía, es por esto que dicha instrucción bonifica la circunstancia de percibir y deliberar las singularidades de la especulación, cooperando en el proyecto geométrico e intervención de tráfico (MTC, 2008)

De manera semejante la teoría Presupuesto Base, se cuenta con la CAPECO (2014), indica que para cada partida del presupuesto se puede establecer un costo a raíz del disquisición de los precios unitarios (APU).

Simultáneamente la teoría de Análisis de Costos unitarios, Gonzales (2019), menciona que para estimar un costo unitario se puede obtener a través del software S10, para esto se toma en cuenta tanto equipos como maquinarias, costo del material, mano de obra siendo esto necesario para que se ejecute la partida indispensable en el proyecto.

De la misma manera la teoría Fórmula Polinómica, según CAPECO (2014) dice que la fórmula polinómica es un cálculo matemático que ayuda a determinar un valor de una obra está a su formada por una suma de términos llamado monomios, considerando media confluencia, y rudimentos como equipo, material, mano de obra, entre otros.

De igual manera la teoría Cronograma, según Pérez & Vergel (2019), mencionan que es una secuencia que se realiza de forma lógica y ordenadamente, para cada uno de la de las actividades que se realicen en una determinada obra, obteniéndose de diversos métodos y siendo el software más utilizado el MS Project, este software permite poner recursos, tareas, y da el seguimiento a las diferentes técnicas para dirigir de una manera correcta el presupuesto.

Además, la especulación de Nivel de Servicio, el MTC, 2018), indica que el aforo de las carreteras es cuando la cantidad de tráfico es el adecuado a entre la extensión de la vía, manteniendo en un estado correcto y sin perjudicar en ningún sentido al trayecto.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

Mediante el Decreto Supremo N° 017-2007-MCT que aprobó el Reglamento de Jerarquización Vial, se indicó que la infraestructura vial es toda ruta, calzada, trayecto o carril, así como también construcciones complementarias a estas, ya sea de tipo urbano o rústico y de dominio público (MTC, 2018).

Aunado a ello, la infraestructura vial es una de las tantas clases que existen de estructura de la locomoción, y la cual está constituida por una variedad de conexiones energéticas en físico, usados a favor de la disposición y para el uso de los encargos de traslado (Vásquez & Bendezú, 2008).

En esta misma línea, Solminihac et al (2018), refieren que este tipo de infraestructura está conformada por un conjunto de componentes que posibilitan el traslado de automóviles de cualquier tipo sin peligro alguno desde un extremo a otro. Estos componentes hacen referencia a los sistemas de drenaje de aguas, puentes, señales de tránsito, subterráneos o túneles, pavimentos, etc. Los antes mencionados tienen un rol en específico que lo convierte en imprescindible para el óptimo funcionamiento de cualquier infraestructura.

De lo expuesto, se concluye que mediante un óptimo diseño de una infraestructura vial permitirá un mejor desplazamiento de automóviles y también de los peatones, con la finalidad de evitar contratiempos en los tramos o carreteras.

#### **Estudios Preliminares**

Respecto a la Evaluación Técnica menciona que para todo tipo de proyecto antes de iniciar con todos los trabajos pertinentes y los estudios requeridos, se tiene que hacer una inspección en campo (INSITU) para determinar de cómo se encuentra en la

actualidad la vía para que se tome consideraciones al momento de hacer el proyecto tanto geométrico como incluso las obras de arte, ya que se tiene que tomar nota de cómo se encuentran las obras existentes y cuales sería la mejora que se le dé o si es pertinente una demolición y se construya una nueva (MTC, 2018).

## **Estudios de Ingeniería Básica**

### **Estudio de Tráfico**

Propone un recuento acerca del tránsito que existe en cierto tramo o sector de cualquier carretera, el MTC (2014), es así como, ello permitirá conocer, agrupar, identificar la porción de vehículos que circulan y los rasgos característicos del tráfico en la zona de estudio. Además, Fienco et al, (2017), indican que es importante saber sobre el volumen de tráfico que una vía o calzada puede llegar a resistir con la finalidad de categorizarla técnicamente. Todo este conocimiento abarca la totalidad de automóviles, su clase, la cantidad de vehículos en intervalos de tiempo y el factor de incremento al año, no únicamente para establecer el sector transversal más favorable sino para identificar radios de curvatura, la condición que debe tener una estructura de pavimento, etc.

En base a ello, MTC (2018), señala que el estudio de tráfico debe considerar principalmente ciertos criterios como identificar tramos uniformes, realizar cálculos de tráfico en paradas aprobadas por la parte contratante, señalar los elementos corrección (diario, horario, estacional) con la finalidad de conseguir el IMDA, llevar a cabo una encuesta de origen-destino y efectuar censo teniendo en cuenta la carga por cada clase de automóvil pesado y por eje. En esta misma línea, el MTC determina que al realizar el proyecto de un acceso obliga a tomar balance de la dimensión de la locomoción que ocurrirá en el transcurso del proyecto.

## **Estudio de Topografía**

Ahora bien, tanto el terreno como sus características, las construcciones existentes, la estructura hidrográfica van a estar representados a través del plano topográfico. Por ello, el levantamiento topográfico es aquel que da a conocer el tramo horizontal y las diversas cotas de los componentes señalados en el croquis a través de curvas de nivel, a niveles que permitan una adecuada interpretación del plano por parte del profesional de ingeniería y también para una correcta representación de la carretera y todos los elementos que la constituyen. Dicho levantamiento se puede realizar de dos maneras, una de ellas representa aquel tipo de levantamiento llevado a cabo en una franja angosta del terreno a lo largo de la calzada. Y, la otra opción es realizar levantamientos sobre una base más grande que posibilite el análisis en gabinete de indicadores con el fin de mejorar el diseño y reducir costos (MTC, 2008).

## **Estudio de Canteras, fuentes de agua y Suelos**

Sobre ello el MTC (2008), refiere que es necesario realizar un análisis y/o estudio sobre las canteras - fuentes de materia el relleno, base, pavimentos, subbase, entre otros. Cabe precisar que, en caso existan canteras estudiadas con anterioridad, solamente se realizarán ensayos que corroboren la potencialidad de las mismas.

Las canteras serán examinadas y posteriormente escogidas teniendo en cuenta el volumen, la calidad, y la distancia mínima al proyecto. Además, los sondeos que se efectuarán sobre las canteras serán en base a calicata, de la cual se extraerá muestra para pruebas en el laboratorio. Se recomienda que cada 1 cantera corresponde 5 calicatas como mínimo con el fin de cubrir todo el sector aprovechable (MTC, 2008).

En suma, el informe geotécnico debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Lugar y calidad de la cantera.
- Rasgos característicos de la materia que puede aprovecharse.
- Procedencia del agua que será empleado en la construcción.

- Circunstancias de explotación
- Accesibilidad del empleo de canteras o fuentes de agua.

### **Diseños**

Según el MTC (2018), en cuanto al Diseño Geométrico menciona que para realizar un buen diseño se tiene que referenciar el desnivel atravesado al centro del trayecto así como también cuanto tráfico circula por la vía, de la misma manera se tiene que tener el estudio de suelos de los ensayos que se requieren para este estudio son los del CBR, para poder determinar los taludes del terreno y ver qué tipo de material considerar al momento de diseñar.

Respecto a Diseño Estructural, se refiere a las estructuras como son el pavimento, alcantarillas, badenes, entre otras, las que se requiera en una carretera en estudio para que el agua de la zona fluya de una manera mucho más libre y no haya congestión entre ellas, para no tener problemas a futuro con el pavimento MTC, (2018).

### **Estudio Socioambiental**

Para el MTC (2018), con respecto al estudio ambiental da a conocer que para que un proyecto sea viable tiene que salir un valor bajo 120 de impacto ambiental determinado esto con la Matriz de Leopold, viendo así de esta manera cuales son las partidas con más incidencia en el ambiente y con cual es que se comporta mejor o cual se tiene que reducir el impacto para que de esta manera el proyecto sea viable.

### **Impacto ambiental**

Existen amenazas para el equilibrio del ecosistema, de manera que estos mismos presenten modificaciones en sus condiciones naturales, debido a la contaminación del suelo y aire ya que los componentes del asfalto suelen ser contaminantes, así mismo su fabricación y su ejecución con maquinarias.

## **Costos y Presupuesto**

De acuerdo a CAPECO (2014), respecto a Costos y Presupuesto menciona que para tener los precios ajustados a la actualidad y ver que el proyecto esté dentro de las ratios establecidas, se tienen que hacer una cotización, para obtener un análisis de costos unitarios y una estimación mucho más real y ajustado de cómo se encuentran los costos actualmente.

## **Tráfico**

Conociendo el tráfico que debe soportar la vía, el estado técnico, tipo, distribución y tiempo de los vehículos, es posible determinar la sección transversal adecuada, incluyendo pendiente, radio de curvatura, visibilidad y otras condiciones importantes.

## **Estética**

Este elemento permite que el conductor se sienta cómodo mientras conduce, además, la cobertura de pendientes y la colocación de pasto y arbustos contribuyen a la armonía del paisaje. La estética funcional ayuda a promover la seguridad vial al atraer el interés y la atención del conductor al cambiar la posición, el perfil y la sección transversal para preservar los árboles y otros elementos del paisaje. Ayuda a reducir la uniformidad de la extensión de la carretera y del ancho de la plataforma en el proyecto de la carretera, ampara a simplificar y mejorar la eficiencia del mantenimiento y reduce los costos de mantenimiento. En cuanto al primer punto, el enfoque principal debe estar en las ventajas de usar rutas individuales en diferentes niveles.

## **Transitabilidad**

El MTC (2018), en su glosario de palabras, describe a la transitabilidad como aquel grado de servicio correspondiente a la infraestructura vial que garantiza cualquier

circunstancia que se presente en el proceso de infraestructura permitiendo un mediano flujo de vehículos en un intervalo determinado.

### **Nivel de Servicio**

Define las rasantes de prestación como aquellos señalizadores que evalúan y valoran el aspecto de función de una carretera, que son empleados como barreras hasta donde dichas carreteras pueden desarrollar su función, superficie, estructura y seguridad. Estos niveles corresponden a cada vía en específico y cambian en base a circunstancias de índole económica y técnica teniendo en cuenta el grado de conformidad del usuario y la productividad de los recursos.

Se debe tener en cuenta que, la dimensión de tránsito de vehículos debe ser mínimo que el aforo de la calzada, con la finalidad de que esta ofrezca al transportista un nivel de servicio óptimo y seguro. Agregado a ello, mediante el método que desarrolla el Transportation Research Board precisa cuatro rasantes de servicio (A, B, C, D, E, F) los cuales ofrecen amplias condiciones para operar. En esta misma línea, esta clasificación de los niveles de servicio parte de determinar la Velocidad de Operación concedida y la consistencia en una determinada carretera.

Estos niveles engloban una jerarquía de dimensiones mínimas que la dimensión de encargo, en donde los primeros facilitan una velocidad para operar con mayor índice a comparación con la mínima establecida para cada nivel. Por ende, se alcanza tal nivel cuando se incrementa la celeridad de ejecución hasta el máximo señalado para la elevación sobresaliente y el volumen decrece. Sin embargo, si se evidencia un crecimiento en el volumen y una disminución en a velocidad, entonces se tomarán en cuenta los requisitos del nivel inferior.

## **Calzada**

Parte de la vía se utiliza para el tráfico vehicular y eventualmente para peatones y animales. La parte de la calle entre dos aceras (también llamadas aceras) también se llama calzada. Por lo que se puede decir que las carreteras son un lugar por donde transitan los vehículos y no las aceras o aceras por donde pueden transitar los peatones.

**MTC:** El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú es un organismo estatal del Perú que tiene como objetivo lograr una organización territorial racional en relación con el área de recurso, producción, mercado y centro de la localidad a mediante la regulación, promoción, conclusión y cautela del tráfico y el soporte circular.

**CBR:** California Bearing Ratio (CBR) viene siendo un ensayo de implantación utilizada para probar las participaciones mecánicas del suelo.

**AASHTO:** es el organismo que establece normas, especificaciones, protocolos de prueba, y guía el diseño para la construcción de carreteras.

**IMDa:** La tasa media diaria anual (TDA) es una cuenta de dimensión anual previsto de la locomoción de automóviles en un tramo concreto de la red de carreteras.

**NTC:** En sus siglas National Telecommunications Company lo que significa Nuevas Tecnologías de la Comunicación.

**IPE:** Instituto Nacional de Economía; se dedica a promover el desarrollo sostenible del Perú mejorando su economía de mercado. Por ello, las actividades se centran en la propuesta de discusión de políticas económicas y opciones a las reformas pendientes.

**EMS:** Son las siglas del Estudio de Mecánica de Suelos, Se utiliza para determinar la resistencia del suelo, posibles deformaciones, comportamiento mecánico, etc.

## 2.4 HIPÓTESIS

El tipo de Investigación no requiere hipótesis.

## 2.5 VARIABLES

- **Variable Independiente:** Proyecto de soporte vial
- **Variable dependiente:** Accesibilidad vehicular para la reducción de la abertura.

## 2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE TÉRMINOS

Diseño de infraestructura vial: Los componentes de la organización del proyecto de carreteras y vías que conforman la infraestructura vial son los caminos y todos sus subproductos (MTC, 2018).

**Definición operacional:** Para adquirir el proyecto del soporte vial confiable y óptimo es necesario tener los estudios y cálculos como son diseño, presupuesto y costo, estudios de ingeniería primordial y los impactos ambientales.

**Transitabilidad vehicular:** Es el servicio uno e integra a distintas zonas facilitando una infraestructura vial adecuada (Patrakeeva, 2019), con el fin de reducir la brecha económica.

**Definición operacional:** Para garantizar una rasante de servicio cómodo y fiable, principalmente es exigente evaluar las necesidades para crear un buen prototipo de diseño en seguida del proyecto, atesorando el balance de velocidad y el tipo de vehículo.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.5 DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el enfoque es de tipo de número, por la finalidad de tipo aplicada.

#### 3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

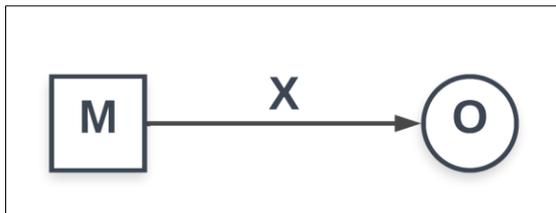
El nivel descriptivo.

#### DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño no experimental de tipo transversal, descriptivo.

#### Figura 5.

*Esquema metodológico*



*Nota.* Elaboración propia

M: Carretera Tramo IC 721 (KM 1+084) - C.P. LOS CASTILLOS – C.P. Huanacp .

O: Transitabilidad vehicular.

X: Diseño de infraestructura vial.

### 3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### POBLACIÓN

Red vial municipal no asfaltada con inconvenientes rasantes de asistencia de la región Ica 607.76 km (68%).

## MUESTRA

El camino vecinal entre los centros poblados IC 721 (KM 1+084) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO que constituyen porción de la malla vial de la demarcación Ica.

### 3.7 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos:

**Tabla 3.**

*Técnicas e instrumentos de investigación*

<i>Técnicas</i>	<i>Instrumentos</i>
<i>Observación directa</i>	<i>Guía de observación</i>
<i>Observación indirecta</i>	<i>Ficha de resumen de resultados</i>
<i>Revisión de documentos</i>	<i>Matriz de categorías</i>

*Nota.* Elaboración propia

#### **Validación de instrumentos**

Se ejecuta por medio de una cordura de maestros con práctica en la cuestión abordado (pendiente).

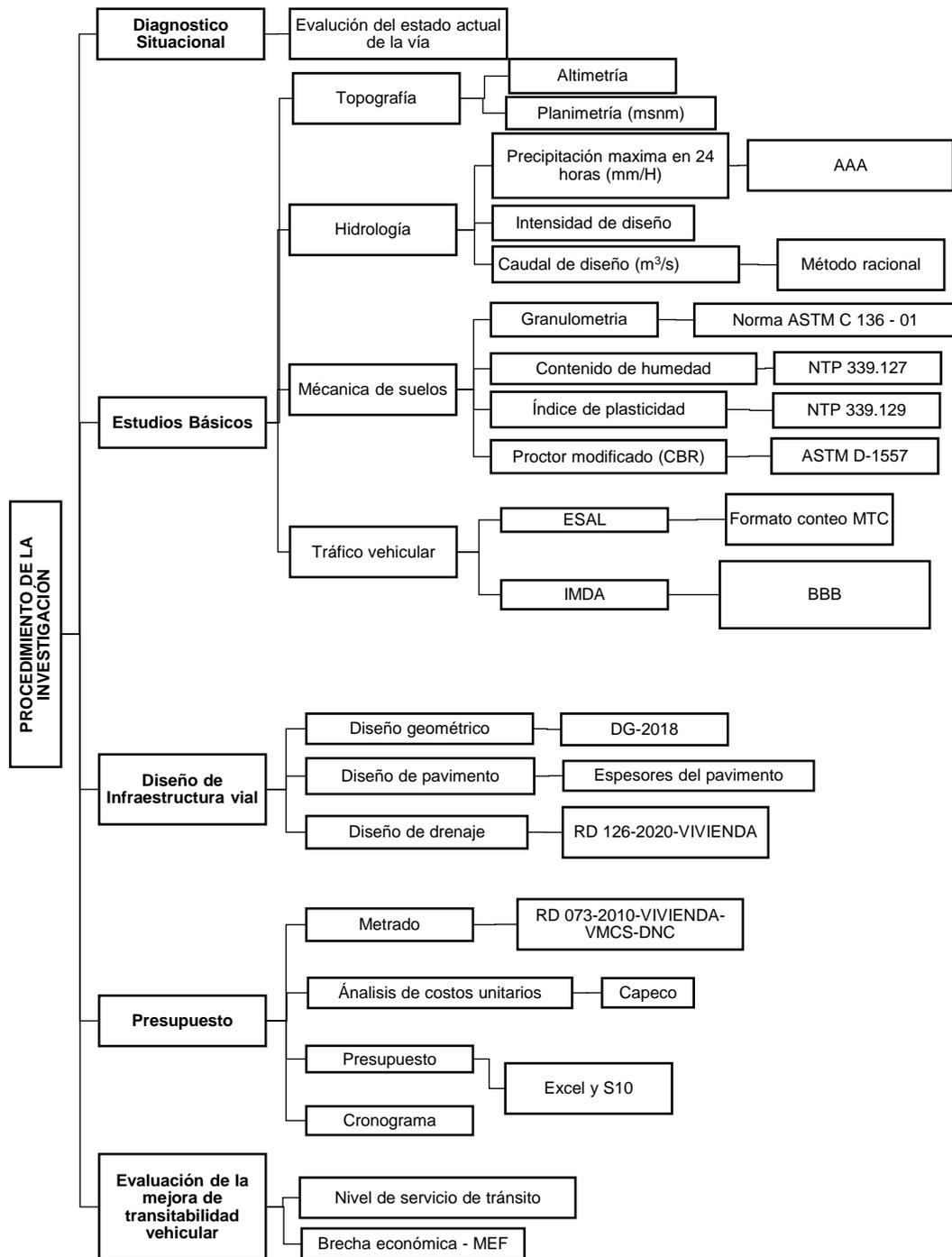
#### **Confiabilidad de resultados**

Se presenta junto con los certificados de graduación de los instrumentos aprovechados para la toma de datos para los estudios de ingeniería fundamental y con el certificado de INDECOPI, todos los cuales se adjuntan como anexos.

### 3.8 DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**Figura 6.**

*Flujograma del diseño de recolección de datos*



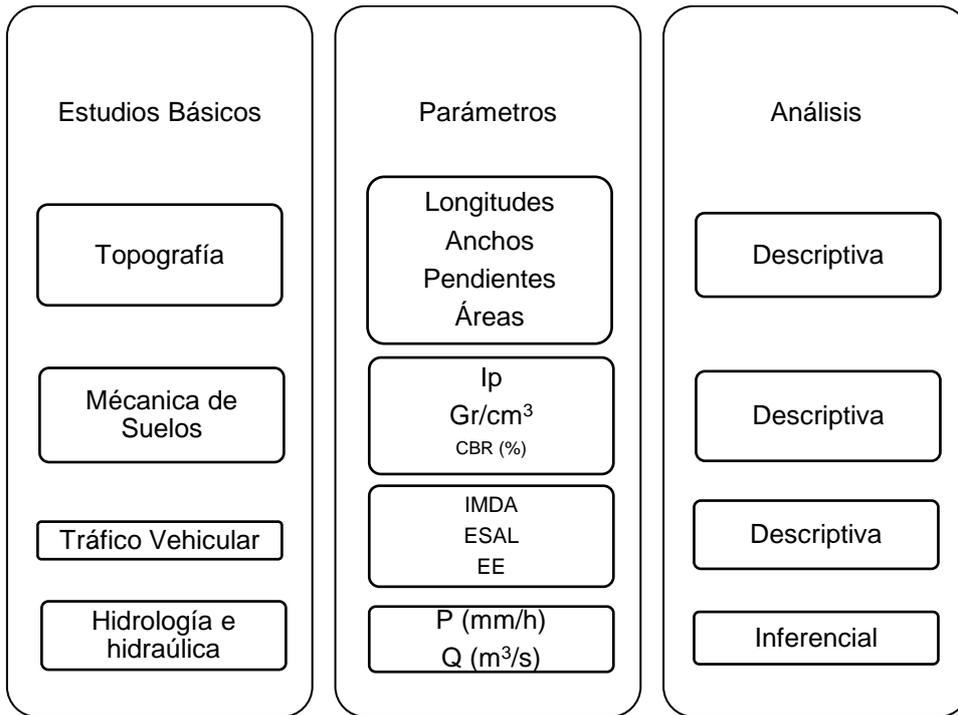
Nota. Elaboración propia

### 3.9 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La figura detalla el tipo de análisis para cada dato:

**Figura 7.**

*Tipo de análisis de datos*



*Nota.* Elaboración propia

### 3.10 ASPECTOS ÉTICOS

**Figura 8.**

*Aspectos éticos de la investigación*



*Nota.* Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

### **Resultado del Estado Actual de Infraestructura Vial del Primer objetivo específico.**

La superficie de rodadura de la infraestructura vial tramo de la ruta IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco, no monta con una lámina de asfalto esta ruta se localiza en límites muy deteriorados para el movimiento peatonal y vehicular, por exhibir una zona con baches, esta imperfección se debe primordialmente a que no hay un conveniente sustento.

En la facilidad, la falta de hilera, la carencia de una vía asfaltada transporta como efecto la restricción en la conducción pedestre y vehicular pues lo que exige a la localidad a verificar la incursión a las vías, por derivación contingencia para su vida e moralidad tangible.

#### **Veredas**

Existe pocas veredas que están en malas condiciones de transpirabilidad peatonal, generando malestares ya que los peatones pueden sufrir accidentes, requerido a que esta calle exhibe vacíos, que engendran desgracias al peatón, todo ha sido referido en la labor del terreno.

**Figura 9.**

*Calle de acceso al centro poblado Los Castillos*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 10.**

*Calle principal de Los Castillos*



*Nota. Elaboración propia*

La calle se encuentra en pésimas condiciones para la transitabilidad, como se ve observa donde la calle no existe veredas lo cual implica que para los peatones se convierte intransitable.

### **Resultado de los Estudios básicos del segundo objetivo específico del proyecto.**

Para la justificación del proyecto como nuevo ha sido necesario realizarlo a base de los estudios básicos que presentamos a continuación:

- *Estudio de Tráfico*
- *Estudio Topográfico*
- *Estudio de Mecánica de Suelos*
- *Estudio Hidrológico*
- *Estudio de Impacto Ambiental*
- *Informe de Brechas Sectoriales*

Siendo estos 2 últimos puntos realizados y evaluados al concluir el diseño geométrico y respetando previamente los parámetros de los estudios previos.

Es así como se obtuvo los siguientes resultados por cada uno de las instrucciones primordiales que se llevaron a cabo:

#### **Tabla 4.**

*Resumen de parámetros de Estudios.*

<b>ÍTEM</b>	<b>ESTUDIO</b>	<b>U.M</b>	<b>VALOR</b>
<b>ESTUDIO TOPOGRÁFICO</b>			
	Orografía	Tipo 2	ondulado
	Pendiente longitudinal promedio	%	1.92%
	Longitud Primaria	metros	8:20
	Ancho Promedio	Metros	6.0
	Curvas de Nivel	Metros	0.5 - 2.50
	Puntos de Control	BMs	22
	Altura promedio	m.s.n.m	383.094

<b>ESTUDIO DE TRÁFICO</b>		
Índice Medio Diario Anual	veh/día	314
Ejes Equivalentes (ESAL)	E.E	722231.52
<b>ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>		
Clasificación Representativa	SUCS	ML y SM
Clasificación Representativa	AASHTO	A-2-4(0), A-4(4)
Índice de Plasticidad	Promedio	N.P.
Humedad	Promedio	1.8
CBR al 95%		11.20%
<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO</b>		
Estación de Estudio	CÓDIGO	000303
Estación de Estudio	San	San Camilo
Periodo	años	26
Cuencas de Estudio	unidad	1
Método de distribución mejor ajustable	Nombre	Gumbel
Caudal de diseño cuneta	M3/S	0.025
Caudal de diseño alcantarilla	M3/S	0.228
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
Clima departamental	Dic. A Abril	Calor
Presión atmosférica	Mayo a no/v.	Cálido
Puntaje de impacto	-30	Viable
<b>INFORME DE BRECHAS SECTORIALES</b>		
Vías Departamentales Pavimentadas	km	90.53
Diseño proyectado - Departamental	km	40.33
Porcentaje de ampliación	%	65.00
Reducción de Brecha	%	4.34

*Nota:* Elaboración propia

Los estudios básicos propuestos permiten definir los parámetros que se utilizarán en el diseño de la infraestructura vial, permitiendo establecer las rutas que mejor se adapten al tipo de necesidad, como se puede apreciar en este estudio.

### **Resultado del Diseño de la infraestructura vial del Tercer Objetivo Específico del Proyecto.**

El proyecto del soporte de la autopista goza en cuenta cada detalle de los estudios fundamentales antes mencionados; estos estudios se consideran para obtener los elementos del diseño geométrico se menciona a continuación: preferencia del modelo de ruta según lo especificado por el compendio de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, determinando así las características obtenidas.

**Tabla 5.***Resultados de parámetros de diseño.*

Clasificación por su Función	Red Vial Terciaria o Local
Clasificación por Demanda	Carretera de Tercera Clase
Clasificación por Orografía	Terreno ondulado (Tipo 2)
Longitud	10+585 Km
Velocidad de Diseño	40 km/h
Vehículo de Diseño	Camión de dos ejes (C2)
Distancia de Visibilidad de Parada	28-33 m
Distancia de Visibilidad de paso o Adelantamiento	110 m
Radio Mínimo	50 m
Radio Mínimo Excepcional	20 m
Tangente mínima s	56.00 m
Tangente mínima u	111.00 m
Tangente máxima	668.00 m
Peralte Máximo	8.00%
Pendiente Mínima	0.50%
Pendiente Mínima Excepcional	0.35%
Pendiente Máxima	8.00%
Pendiente Máxima Excepcional	9.00%
Ancho de Calzada	6.00 m
Ancho de Bermas	0.50 m
Pendiente de Bombeo	-2.00%
Derecho de Vía	16.00 m
Talud en Corte	1:1
Talud en Relleno	1:1.5 (H:V)
Cunetas Triangulares	Revestidas en piedra y mortero

*Nota:* Elaboración propia.

La definición del tipo de pavimento determinado por el compendio de Suelos y pavimentos del manual vial demuestra que la selección del tipo de rodadura se basa en el número de insistencias de centro comparables.

**Tabla 6.***EE para el periodo del diseño.*

Periodo de Diseño	ESAL
20 años	722231.52 rep

Nota: Elaboración propia

**Tabla 7.**

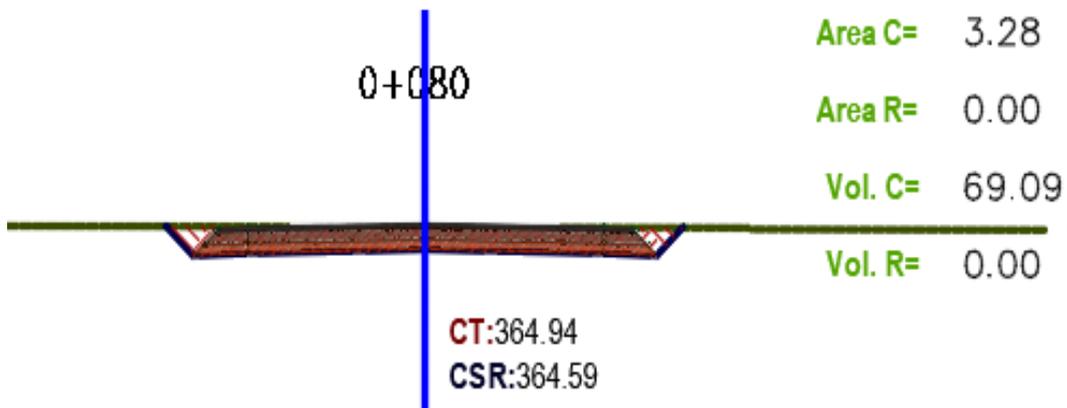
*Parámetros para el espesor del pavimento*

Espesor de Pavimento	
CBR%	11.20 %
EE	722231.52
Espesor Pavimento flexible	5.0cm
Espesor Base	20.0cm
Espesor Subbase	15.0cm

Nota: Elaboración propia

**Figura 11.**

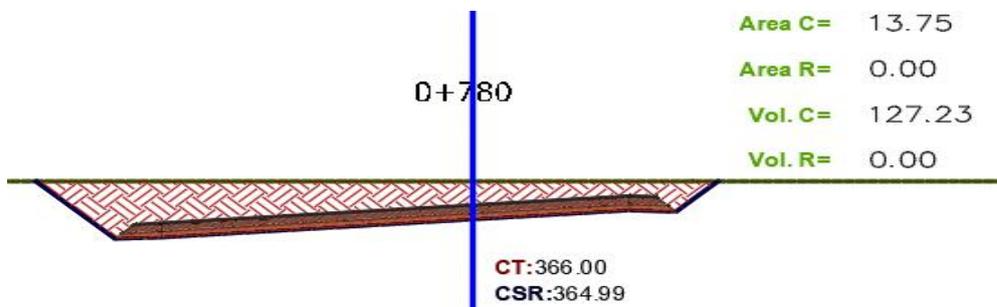
*Sección típica en tramo tangente*



Nota: Elaboración propia

**Figura 12.**

*Sección típica en tramos en curvas.*



Nota: Elaboración propia

## **Resultados de la determinación del costo y la planificación de la ejecución de obra del cuarto objetivo específico**

Para efectos de la determinación de costos se examinaron los procesos utilizados y las partes involucradas en cada uno de los títulos. Se puede observar que, para la nueva ruta, el título de movimientos de tierra ocupa la mayor parte del costo directo de los cortes y rellenos utilizados, representando el 53,2% del costo directo.

**Tabla 8.***Resumen de presupuesto del proyecto*

<b>PRESUPUESTO RESUMEN</b>		
PROYECTO:	DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DEL TRAMO IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS-C.P. HUANACO-DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022 EJECUTA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO	
EJECUTA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO	
REGIÓN:	ICA	
ROVINCIA:	ICA	
DISTRITO:	SANTIAGO	
FECHA:	AGOSTO DEL 2023	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
1.00	OBRAS PROVISIONALES	10,99.85
2.00	OBRAS PRELIMINARES	117,797.69
3.00	SEGURIDAD Y SALUD	32,500.00
4.00	DEMOLICIONES	4,974.32
5.00	INFRAESTRUCTURA VEHICULAR	9,713,298.45
6.00	INFRAESTRUCTURA PEATONAL	129,710.85
7.00	ALCANTARILLA TIPO MARCO (05 UNIDADES)	353,655.26
8.00	AREAS VERDES	50,588.66
9.00	MITIGACION Y CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL	109,004.82
10.00	VARIOS	46,342.88
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>10,522,521.90</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>10,522,521.90</b>
	Costo Directo de Obra	<b>10,522,521.90</b>
	Gastos Generales (10.00%)	1,052,252.19
	Utilidad (5.00%)	526,126.10
	<b>Sub Total</b>	<b>12,100,900.19</b>
	IGV (18%)	<b>2,178,162.03</b>
	<b>Presupuesto de Obra</b>	<b>14,279,062.22</b>
	Gastos de Supervisión (5%)	713,953.11
	Costo Expediente Técnico	50,000.00
	<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA S/.</b>	<b>15,043,015.33</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA POR KM EN \$/.</b>	<b>78,730.21</b>

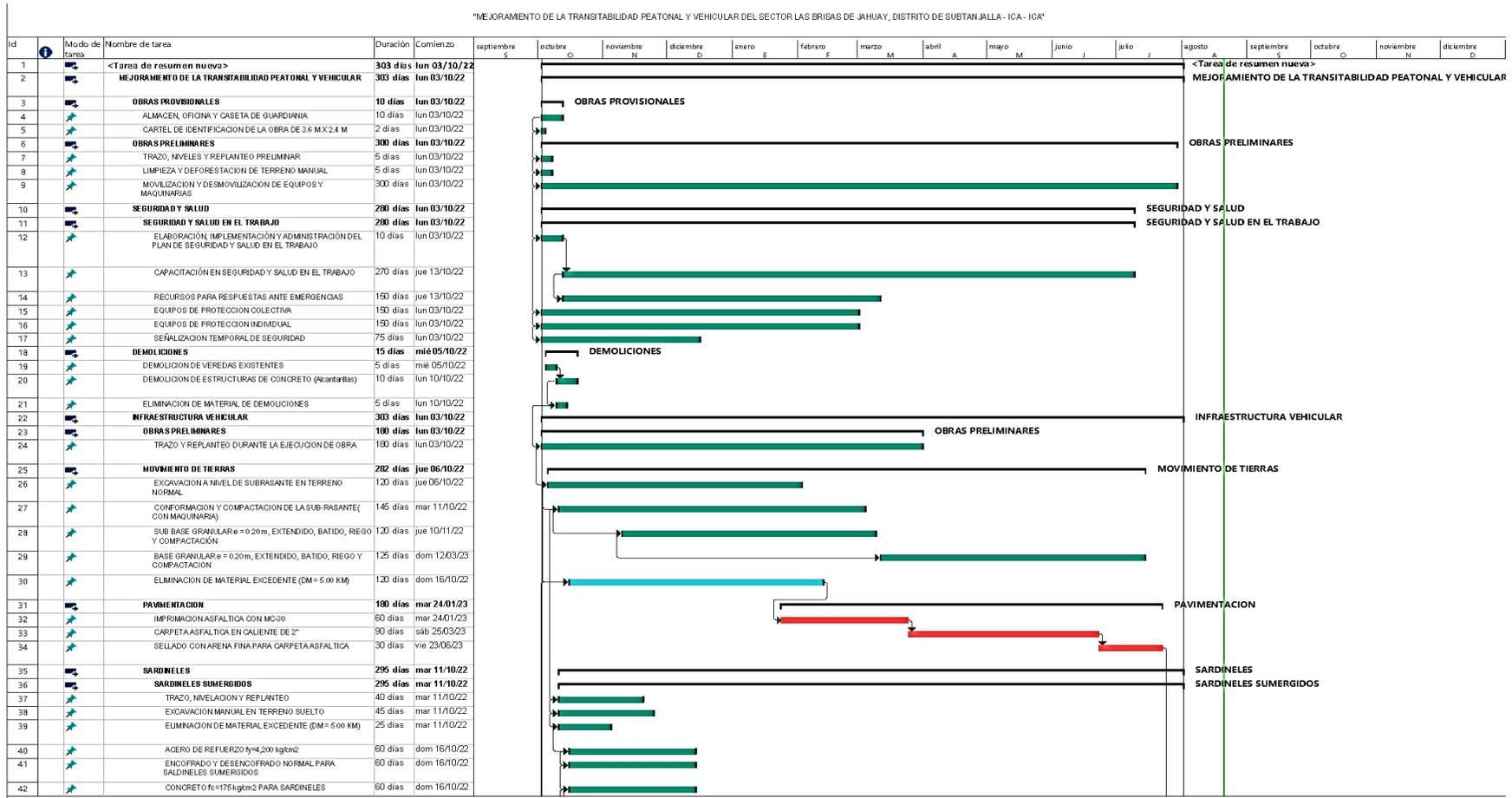
*Nota:* Elaboración propia

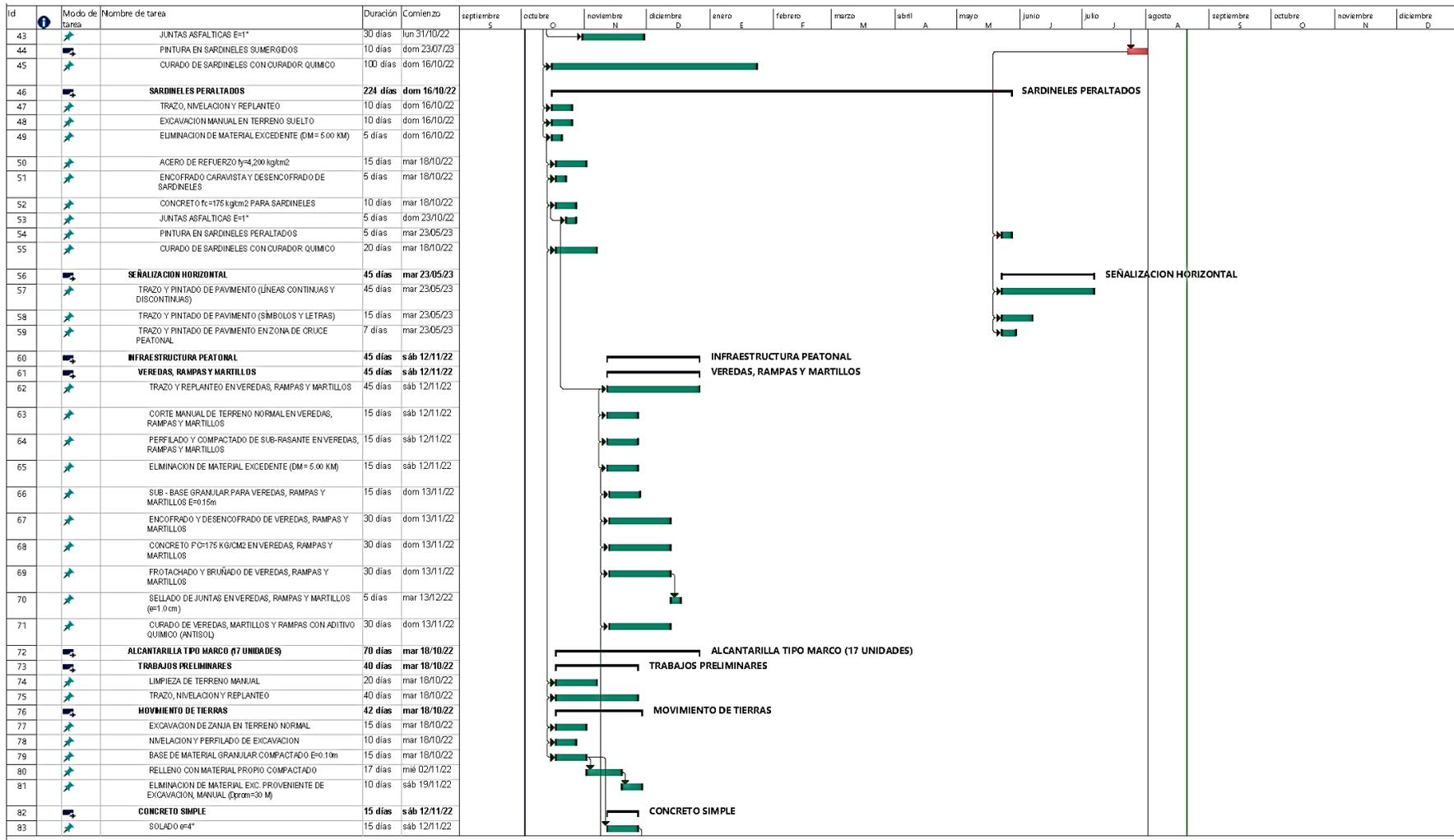
Según la planificación se tiene en cuenta cada una de las partidas que se han programado, es así como se determina una duración de 300 días naturales (10 meses). Teniendo en cuenta factores como el clima dado que las lluvias son desfavorables frente a las estabilizaciones, sueles compactaciones y subrasante

La siguiente propuesta para la planificación de proyectos se realiza conectando actividades con la ayuda de MS Project.

Figura 13.

Cronograma de trabajo.





Nota: Elaboración propia

## Resultados de la Evaluación del cálculo de la brecha económica del Quinto objetivo específico

En cuanto a la información sobre el funcionamiento de las carreteras a lo largo de los años obtenida del Organismo Supervisor de Transporte (OSITRAN), Ministerios de Transporte y comunicaciones (MTC) y el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), se determinó cómo las carreteras afectaron el ingreso bruto de la región con el producto Bruto Interno (PBI) y determinó si la información de los antecedentes de que las carreteras son un catalizador para todos los sectores primarios y secundarios es precisa. Como resultado, se creó un cuadro estadístico utilizando la siguiente fuente de datos.

Es así como se elaboró un cuadro estadístico con la siguiente base de datos:

**Tabla 9.**

*Longitud de Carreteras versus PBI*

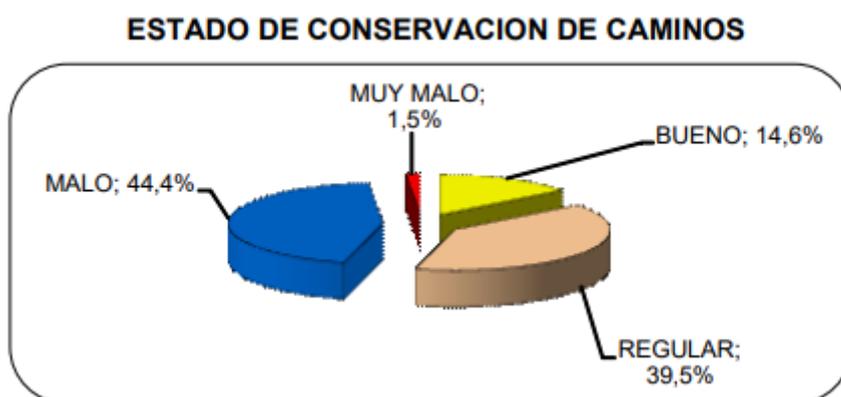
AÑO	LONGITUD TOTAL	PBI
2007	-	2,475,279.0
2008	-	2,613,850.0
2009	-	2,696,095.0
2010	-	2,817,536.0
2011	-	2,909,215.0
2012	3383.5	3,143,661.0
2013	3538.5	3,174,927.0
2014	3553.5	3,281,748.0
2015	3575.6	3,265,820.0
2016	3604.5	3,312,948.0
2017	3616.4	3,354,985.0
2018	3620.0	3,415,421.0

AÑO	LONGITUD TOTAL	PBI
2019	3621.8	3,527,812.0
2020	3631.6	3,484,707.0
2021	3641.1	3,501,268.0
2022	3646.2	-

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 14.**

*Estado de conservación de caminos.*



*Nota:* Elaboración propia

El 58%, de la red vial vecinal es tipo trocha y no se está pavimentada presentando por ello inadecuadas condiciones de función que permite el sustento del vigente como rendimiento. Según el Ministerio de Economía y Finanzas, haber hoy una fisura de 65%, la cual se minora en 4.34% adquiriendo así una fisura actual de 58.66%.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de la realización de esta propuesta de proyecto del soporte vial, habiendo obtenido un diseño de asfaltado flexible que podrá mejorar los parámetros a nivel de comodidad, rapidez y de seguridad en la ruta IC 721 – C.P Huanaco – C.P. Los Castillos del sistema vial municipal en el distrito de Santiago Provincia y Región Ica. Se tiene a este como el objetivo que nos llevó a realizar la investigación para modernizar las cláusulas de transitabilidad vehicular y pedestre en este tramo de estudio. Es por ello, que, para llegar a obtener estos resultados muy favorables ya obtenidos, fue necesario reevaluar las condiciones de diseño, planteando mejoras en la marca en nivel y en trazo, se mejoró el sector transversal con el fin de adecuar el soporte vial de diseño a una nueva rasante de servicio.

- Las condiciones iniciales que se han obtenido luego de haber realizado un diagnóstico situacional que se encontró en la vía, se ha identificado la carencia de una capa de pavimento para mejorar la calidad del servicio de transitabilidad vehicular por lo cual presenta muchos baches, pérdida de material, en cuanto a la accesibilidad le hace falta mejorar el trazo en planta del alineamiento por lo que conlleva como desenlace limitaciones en el traslado peatonal y vehicular.

En comparación con la investigación presentada por Chairperson et al. (2022) indicó problemas similares que se ha encontrado en la presente investigación, que en las carreteras de Wyoming no son asfaltadas lo que genera muchos deterioros y ocasiona problemas en la transitabilidad. También en contraste con Daoud & Ksaibati (2022) en su investigación demuestra que los niveles de volumen de tráfico tienen un efecto significativo en el deterioro de las carreteras afirmadas en el condado Laramie Wyoming, y encuentra como en la presente investigación la necesidad de asfaltar las vías principales y de alta demanda vehicular.

- En cuanto a los estudios básicos en la investigación se precisó que la topografía según la orografía es ondulada con una pendiente de 1.92%, en la preparación de tránsito se pudo determinar que el IMDA es de 314 veh/día, en el estudio de mecánica de suelos dio como resultados que el suelo es ML y SM con un CBR al 95% de 11.20% y por último se determinó el estudio hidrológico donde resultó que la abundancia del proyecto de cuneta fue de 0.025 m<sup>3</sup>/s y el abundancia de proyecto de alcantarilla fue de 0.228 m<sup>3</sup>/s.

Asimismo, comparar los resultados de (Sánchez (2021)) respecto a la mecánica de suelos de su investigación con esta Iraka – Lanchebamba (Cajamarca) presenta un tipo de suelo CL y un CBR de 6.03%, que son valores inferiores a los obtenidos en esta investigación, en todo lo que a la instrucción de la locomoción obtuvieron un IMDA de 398 veh/día superior a los obtenidos en este estudio. Del mismo modo podemos evaluar los resultados de Vásquez (2021) que obtuvo un IMDA fue de 217 veh/día y el tipo de suelo fue SC con un CBR de 7.1%. Asimismo, para Fernández (2021) en el análisis del tramo Huancabamba kilómetro 4600 donde el IMDA fue de 337 veh/día y su tipo de suelo fue SC, OH y HC con un CBR de 4.42%.

- En esta investigación para el proyecto simétrico se pudo determinar que la celeridad de proyecto fue de 40 km/h y en cuanto a los grosores de base, subbase y carpeta asfáltica fueron de 20, 15 y 5 cm a proporción, a comparación de los resultados que obtuvo Adrianzén & Torres (2020) con una celeridad de proyecto de 31 km/h y en las dimensiones de la base, sub base y carpeta asfáltica fueron de 20, 20 y 5 cm muy similares a los obtenidos en esta investigación. Del mismo modo, se contrastaron con los resultados obtenidos por Altamirano & López (2021) quienes determinaron que la celeridad de proyecto en el trecho de Romerillo, Jaén fue de 30 km/h con una subbase y base de 30cm y la carpeta asfáltica de 10 cm, donde se ve una diferencia considerable

en la organización del asfalto por los grosores duplican a los que se ha determinado para la presente investigación. También se tiene a Chipana (2021) que obtuvo resultados similares a nuestra investigación con una celeridad de proyecto de 40km/h con una base de 20cm, subbase de 15 cm y cartapacio asfáltica de 5cm.

En la indagación abordada el presupuesto total de la obra fue de S/ 15'043,015 y por kilómetro fue de S/ 1'421,156.76, con una programación de ejecución de obra de 10 meses; y que al compararla con la investigación de Santa María (2020) que para el estudio de 5.6 km se necesitó S/ 8'735,261.80 aproximadamente S/ 1'559,868.18 por kilómetro, con un costo se aproxima a los obtenidos en esta investigación. Por su parte Chuque (2020) que tuvo un presupuesto total de S/ 19'827,310.08 que representa S/ 3'466,312.95 por lo que representa un 200% al presupuesto de la investigación abordada.

En cuanto la brecha económica no se ha visto antecedentes que hayan determinado dicho objetivo sin embargo mientras aumentan las carreteras y tengan buenas condiciones los sectores productivos serán beneficiados.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se liquida que estado de la vía actual se encuentra muy deteriorada, la superficie de rodadura no se encuentra pavimentada, lo que genera la presencia de baches y no garantiza la seguridad vial ni peatonal. En las áreas urbanas no cuenta con veredas, carece de evidencias de movimiento y componentes de firmeza vial.
- Se concluye que la topografía de la zona de estudio da un modelo un tipo de terreno plano y ondulado, se han establecido 22 BMs para el dominio del aumento topográfico, donde se ha determinado una altura promedio de 383.094 m.s.n.m., el tipo de suelo es más desfavorable de la subrasante es ML de acuerdo a la clasificación SUCS, A-4(0) clasificación AASHTO, presenta un CBR de diseño de 11.20%. La demanda actual de tráfico es de un IMDA al 2022 de 241 veh./día y al 2042 se tiene un IMDA de diseño de 314 veh./día, y las precipitaciones máximas diarias al año es 15 mm/s.
- Se concluye que el proyecto tiene una longitud de 10,585 km, una anchura de la autovía de 6,0 m, de berma de 0,50 m a ambos lados de la carretera y todas las orbitas tienen el sobreechancho previsto. El peralte máximo es también del 8%. De acuerdo con la topografía ondulada del terreno, la celeridad de proyecto es de 40 km/h, y el radio mínimo para los giros horizontales es de 50,00 m. Para desarrollar el piso dúctil se utilizó el enfoque de la AASHTO 1993, con los continuos grosores: 15 cm de subbase granular, 20 cm de base granular y 5 cm de capa de rodadura.
- El propósito tiene un importe evidente de S/. 10,522,521.90 nuevos soles y su presupuesto total es de S/. 15,043,015.33. Asimismo, el importe por km de la vía pavimentada a enero del 2023 es de: \$/ 372,121.59 dólares. El lapso de realización del plan se ha prolongado en 10 meses.

- A partir de haber realizado el proyecto del soporte vial de la ruta IC 721 (KM 1+084)
  - C.P. LOS CASTILLOS en la investigación elaborada, se obtuvo un proyecto estructural de asfalto dúctil, y se concluye que el proyecto se enfoca en cumplir con mejoras en el alineamiento, ancho de la vía, accesos peatonales y veredas en zonas urbanas para cubrir con la demanda requerida y así garantice la seguridad vial y refleje en un incremento del PBI mejorando, optimizando las condiciones de vida reduciendo así la brecha económica en el estado.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a investigaciones futuras que para realizar la evaluación del estado actual de la infraestructura vial se debería usar equipos innovadores como drones que optimicen el tiempo a pueda reducir los costos.
- Se recomienda a investigaciones futuras realizar estudios de geomorfología, hidrología, geotecnia y ecosistema, debido a que influye en el diseño de la infraestructura, así mismo se recomienda usar equipos topográficos más actualizados para tener resultados precisos, también se debe conseguir una estación meteorológica que contenga datos de antaño y que este adyacente a la región de preparación.
- Se recomienda a investigaciones futuras realizar un diseño de la infraestructura vial con la subrasante estabilizada, debido a que el CBR se encuentra al límite de lo permitido por el MTC, y que modificaría el espesor de la subbase, base y pavimento flexible.
- Se recomienda para investigaciones futuras, actualizar el presupuesto, pasados los 6 meses y volver a evaluar la fórmula polinómica ya que con el tiempo puede variar algunos factores, así mismo es primordial ubicar la cantera cerca del

proyecto, ya que asegura el uso de materiales con mayor disponibilidad, reduciendo tiempos y costos de transporte.

- Investigaciones futuras deberían evaluar los lugares aledaños que conecta el tramo en estudio para identificar la cantidad de sectores que serán beneficiarios con la mejora de la transitabilidad y se recomienda en lo posible, causar el menor malestar a la población y mantener una constante comunicación sobre la interrupción de los tramos durante toda la ejecución del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu, O., & Ksaibati, K. (2021). Studying the effect of gravel roads geometric features on corrugation behavior. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 1–9. <https://acortar.link/vSwoyG>
- Adrianzén, P., & Torres, J. (2020). *Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular: Cutervo – centro poblado la conga (km 0+000 - km 10+012.46)–Cajamarca 2020* [Universidad César Vallejo]. <https://acortar.link/E4fTug>
- Altamirano, W., & López, J. (2021). *Diseño de Infraestructura vial para mejorar el servicio vehicular en Carretera Santa Rosa, Caserío Romerillo km 00+000 -10+160, Jaén* [Universidad César Vallejo]. <https://acortar.link/1EtWFS>
- Awwad, M. (2021). Studying the effects of roads geometry and design parameters on the pavement drainage system. *CIV. ENG. J.*, 7(1), 49–58.
- Bikam, P. (2019). Assessment of logistical support for road maintenance to manage road accidents in Vhembe district municipalities. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 11(3), 1–9. <https://journals.co.za/doi/10.4102/jamba.v11i3.705>
- CAPECO. (2014). *Costos y presupuestos en edificación*. <https://acortar.link/YjKkHr>
- Carbonell, J., & Puccio, C. (2018). *Diseño de infraestructura vial para transitabilidad entre localidades 25 de febrero Km0+000, Pueblo Nuevo y Mochumí Km14+660, Mórrope, Lambayeque - 2018* [Universidad César Vallejo]. <https://acortar.link/SblsESy>
- Chairperson, K., Gerow, K., Abdelaty, A., Zlatkovix, M., & Ng, K. (2022). *A Comprehensive Approach to Understand Gravel Roads Performance* [University of Wyoming]. <https://acortar.link/217hqK>

- Chipana, L., & Pari, S. (2021). *Diseño de pavimento flexible por método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vial en el camino vecinal, tramo Río Sexo-Límite Calana, Distrito de Pocollay, Tacna-2019* [Universidad Privada de Tacna]. <https://acortar.link/aHlgR6>
- Chuque, I. (2020). *Diseño de Infraestructura Vial para mejorar la transitabilidad vehicular, Centro Poblado Capulcan Alto – Yacancate km 0+000 - 5+720, Cutervo - Cajamarca* [Universidad César Vallejo]. <https://acortar.link/mCTgfv>
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, (2018).
- Daoud, O., & Ksaibati, K. (2022). Artificial neural network-based roughness prediction models for gravel roads considering land use. *Innov. Infrastruct. Solut.*, 7, 231. <https://acortar.link/J1Hath>
- Farid, A., Albatayneh, O., & Ksaibati, K. (2020). Assessing the applicability of the highway safety manual to gravel roads: A case study of Wyoming. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1–15. <https://acortar.link/8XACQz>
- Fernández, E. (2021). *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura* [Universidad César Vallejo]. <https://acortar.link/YAYueA>
- Fienco, M., Bravo, B., Guachisaca, V., Jaramillo, E., & Fienco, V. (2017). *Elementos Originales en el Diseño Geométrico de Carreteras*. <https://acortar.link/2cQjst>
- Gonzales, J. (2019). *Diseño de infraestructura vial para la transitabilidad de los centros urbanos San Isidro - San Borja, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://acortar.link/Pr11n4>
- Grajewski, S. (2022). Forest road engineering in Poland: current status and development perspectives. *SYLWAN*, 166(2), 123–140. <https://acortar.link/mBv8p0>

2/publication/360877739\_Forest\_road\_engineering\_in\_Poland\_current\_status\_and\_development\_perspectives/links/628fd2cd88c32b037b527945/Forest-road-engineering-in-Poland-current-status-and-development-

Hossain, M., & Tutumluer, E. (2019). Methodology for evaluation of seal-coated, gravel, and dirt roads. *Illinois Center for Transportation/Illinois Department of Transportation*.

Huancas, P. (2019). *Diseño de infraestructura vial para transitabilidad entre caseríos Filoque Km0+000, Cerro Cascajal, Agua Santa y Nichipo Km6+500, Olmos, Lambayeque – 2018*. Universidad César Vallejo.

Ibrahim, A., Sharma, S., Kassem, E., Nielsen, R., & Nasrin, S. (2020). Operational Safety of Gravel Roads in Rural and Tribal Communities: Vulnerability to Structural Failures and GeoHazards. *University of Alaska*. <https://acortar.link/zqXZPq>

Kans, M., Campos, J., & Håkansson, L. (2020). Condition Monitoring of Gravel Roads—Current Methods and Future Directions. *In Advances in Asset Management and Condition Monitoring*. Springer, Cham, 451–461. <https://acortar.link/wb7rzi>

Mbiyana, K., Kans, M., & Campos, J. (2021). A data-driven approach for gravel road maintenance. *2021 International Conference on Maintenance and Intelligent Asset Management (ICMIAM)*, 1–6. <https://acortar.link/bv1uWL>

Morales, D., & Vásquez, S. (2020). *Diseño de infraestructura vial para la accesibilidad del tramo distrito Cajaruro km 0+000 al C.P San Juan km 11+000, Utcubamba, Amazonas-2018*. Universidad César Vallejo.

MTC. (2008). *Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Manual Para El Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Estudio de tráfico informe final, (2014).

Decreto Supremo N° 017-2007-MCT que aprobó el Reglamento de Jerarquización Vial, (2018).

Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, (2018).

Nervis, L., Silva, E., & E, K. (2022). Proposition of a Design Methodology for Unsurfaced Gravel Roads' Layers Based on the Concepts of Elasticity Theory, Soil Mechanics and Pavement Mechanics. *Int. J. Pavement Res. Technol.*, 15, 606–625. <https://acortar.link/4xPkN4>

Patrakeeva, O. (2019). Transport system of the rostov agglomeration : infrastructural limitations and directions of development 1 инфраструктурные ограничения и направления развития. *Regionalnaya Ekonomika. Yug Rossii*, 3(14), 134–143. <https://acortar.link/gpz6lP>

Pérez, H., & Vergel, O. (2019). *Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio de la carretera de Incahuasi – CP. La Tranca (16+00km), Ferreñafe.* Universidad César Vallejo.

Pooni, J., Robert, D., Giustozzi, F., Gunasekara, C., & Setunge, S. (2022). A review on soil stabilisation of unsealed road pavements from an Australian perspective. *Road Materials and Pavement Design*, 1–45. <https://acortar.link/Mw4r3L>

Ragavan, P. (2018). *Developing a Design Procedure for Pavement Millings for New and Rehabilitated Unpaved Gravel Roads* [University of Nevada, Reno]. <https://acortar.link/RDZkRF>

Sánchez, F. (2021). *Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular entre los tramos Iraka (KM0+000)-Lanchebamba (KM5+900) Cajamarca.*

Universidad César Vallejo.

Santa María, J. (2020). *Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, Paredones Bajo a Yencala León, Km (0+000-5+600), Mórrope, Lambayeque 2019*. Universidad César Vallejo.

Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A., & Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(5), 629–638.  
<https://acortar.link/8WWv2R>

Solminihač, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2018). *Gestión de Infraestructura Vial (3°)*. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Stapleton, Y., Ingle, J., Chakraborty, M., Gates, J., & Savolainen, T. (2018). Safety Performance Functions for Rural Two-Lane County Road Segments. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*.  
<https://acortar.link/wieFOV>

Vaitkus, A., Vorobjovas, V., Tuminienė, F., Gražulytė, J., & Čygas, D. (2018). Soft asphalt and double Otta Seal—self-healing sustainable techniques for low-volume gravel road rehabilitation. *Sustainability*, 10(1), 198. <https://acortar.link/llrVPg>

Vásquez, A., & Bendejú, L. (2008). Ensayos sobre el Rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú. *CIES*, 1(1), 39–69.

Vásquez, R. (2021). *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad en centro poblado Cañaverál, distrito Casitas - Contralmirante Villar – Tumbes*. Universidad César Vallejo.

Visser, A., Thompson, R., & Peroni, R. (2019). Application of New Technologies in Mining Industry to Low-Volume Roads. *12th International Conference on Low-*

*Volume Roads*, 496.

Wang, D., Krebs, E., Nickenig, J., de Andrade, L., Rulisa, S., & Staton, A. (2020). Built Environment Analysis for Road Traffic Crash Hotspots in Kigali, Rwanda. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2(1), 1–19. <https://acortar.link/o47mhD>

Žuraulis, V., Sivilevičius, H., Šabanovič, E., Ivanov, V., & Skrickij, V. (2021). Variability of gravel pavement roughness: an analysis of the impact on vehicle dynamic response and driving comfort. *Applied Sciences*, 11(16), 75–82. <https://acortar.link/BfBuV3>

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de consistencia

**Tabla 10.**

*Matriz de consistencia*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES		METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<u>GENERAL</u>	<u>GENERAL</u>	<u>GENERAL</u>	<b>Variable Descriptiva:</b>		<b>Diseño Metodológico</b>
¿Cuál será el adecuado diseño de infraestructura vial del tramo IC 721 (KM 1+084) - C.P. LOS CASTILLOS, ICA 2022?	Diseñar la infraestructura vial del tramo IC 721 (KM 1+084) - C.P. LOS CASTILLOS, ICA 2022.	El diseño de la Infraestructura vial del tramo C.P. Los Castillos, C.P. Huanaco, Santiago, Ica, cumple con las disposiciones mencionadas en las normativas peruanas (MTC, DG-2018)..	Diseño de la Infraestructura Vial		1. TIPO DE INVESTIGACIÓN Básica, enfoque cuantitativo  2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN. Es de nivel descriptivo.  DISEÑO: No experimental transversal
<u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u>	<u>ESPECÍFICOS</u>	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u>	<b>Dimensión 1:</b>	<b>Continuación de la Dimensión 3:</b>	
¿Cuál será el diagnóstico del estado situacional del proyecto para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS -	<b>OE1:</b> Diagnosticar el estado situacional del proyecto para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – Distrito Santiago, Ica 2022.	El estado situacional del proyecto para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS -	Diagnóstico del Estado Situacional	<b>Indicadores:</b>	
			<b>Indicadores:</b>	(Diseño Geométrico)	
			(Evaluación situacional)		

<p>C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?</p> <p>¿Cómo Realizar los estudios básicos de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?</p> <p>¿Cómo diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022?</p>	<p><b>OE2:</b> Realizar los estudios básicos de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022.</p> <p><b>OE3:</b> Diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022.</p>	<p>C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022, según el diagnóstico es crítico.</p> <p>Los estudios básicos de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022, serán el estudio topográfico, el estudio de tráfico y estudio hidrológico</p> <p>El diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo IC 721 (KM 1+084.00) - C.P. LOS CASTILLOS - C.P. HUANACO – DISTRITO SANTIAGO, ICA 2022, se realizará</p>	<p>1. Estado de la vía (Categoría) 2. Condición de la estructura y estado (%) 3. Informe de fallas (m, m<sup>2</sup>, und, etc.) 4. Estado del drenaje (categoría)</p> <p><b>Dimensión 2:</b></p> <p>Estudios Básicos de Ingeniería</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>(Topografía)</p> <p>5. Perfil longitudinal (m, km) 6. Sección transversal (m<sup>2</sup>) 7. Pendiente (%) 8. Puntos de referencia (B.M.)</p> <p><b>Indicadores:</b></p>	<p>23. Diseño en planta: área, longitud y altura (m<sup>2</sup>, m, msnm) 24. Diseño en perfil: Longitud (km) 25. Diseño en Sección Transversal (m<sup>2</sup>)</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>(Diseño del Pavimento Flexible)</p> <p>26. Número estructural (SNR: adimensional) 27. Espesor de la Carpeta Asfáltica (cm) 28. Espesor de base (cm) 29. Espesor de Sub-base (cm)</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>(Diseño de Estructuras Hidráulicas)</p> <p>CUNETAS: 30. Sección (categoría)</p>	<p><b>Población y Muestra</b></p> <p>1. POBLACIÓN: - por vías afirmadas y Trochas aledañas al C.P. Los Castillos y CP. Huanaco del distrito de Santiago.</p> <p>2. MUESTRA: - Carretera Tramo IC 721 (KM 1+084) - C.P. LOS CASTILLOS LONGITUD 10.585 KM..</p>
---	--	---	--	--	---

<p>¿Cuál será el factor técnico económico de la infraestructura vial del tramo IC 721 (KM 1+084) - C.P. LOS CASTILLOS?</p>	<p><b>OE4.</b> Determinar el presupuesto de la infraestructura vial del tramo IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022.</p>	<p>mediante las características geométricas de una vía, periodo de diseño y el espesor del pavimento.</p> <p>El estudio económico presenta una inversión favorable respecto al presupuesto presente en el gobierno de ICA.</p>	<p>(Estudio de Tráfico)</p> <p>9. Características de Tránsito (IMDA, VHD) 10. Cálculo de Ejes Equivalentes - ESAL (EE)</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>(Mecánica de Suelos)</p>	<p>31. Dimensiones (cm) 32. Material (categoría)</p> <p>ALCANTARILLAS: 33. Sección (categoría) 34. Dimensiones (cm) 35. Material (categoría)</p> <p><b>Dimensión 4:</b></p>	
<p>¿Cuál la mejora de la transitabilidad vehicular a través del cálculo de la brecha económica en base a los resultados del diseño de infraestructura vial del Tramo IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022.?</p>	<p><b>OE5.</b> Evaluar la mejora de la transitabilidad vehicular a través del cálculo de la brecha económica en base a los resultados del diseño de infraestructura vial del Tramo IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022.</p>	<p>La mejora de la transitabilidad vehicular a través del cálculo de la brecha económica en base a los resultados del diseño de infraestructura vial del Tramo IC 721 (KM 1+084.00) – C.P. Los Castillos - C.P. Huanaco – distrito Santiago, Ica 2022 se ve reflejado en el PBI.</p>	<p>11. Clasificación del suelo (SUCS)(AASHTO) 12. Índice de plasticidad Ip (%) 13. CBR (%)</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>(Hidrología)</p>	<p>Evaluación de Costos y Planificación</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>(Costos y Presupuestos)</p>	<p><b>Técnicas e Instrumentos</b></p>
			<p>14. Precipitación Máxima en 24h (mm) 15. Intensidad de diseño (mm/h) 16. Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)</p> <p><b>Dimensión 3:</b></p> <p>Diseño de Infraestructura Vial</p> <p><b>Indicadores:</b></p>	<p>36. Presupuesto (S/) 37. Tiempo de ejecución (días) 38. Cronograma de obra (días)</p> <p><b>Dimensión 5:</b></p> <p>Evaluación de la Mejora</p> <p><b>Indicadores:</b></p>	<p>1. TÉCNICAS: -Observación directa -Observación indirecta -Análisis documental</p> <p>2. INSTRUMENTOS: -Para la técnica de OBSERVACIÓN DIRECTA el instrumento es GUÍA DE OBSERVACIÓN. -Para la técnica de OBSERVACIÓN INDIRECTA el instrumento es FICHA DE RESUMEN DE RESULTADOS. -Para la técnica de ANÁLISIS DOCUMENTARIO NORMATIVO el</p>

			(Diseño de Vía)	(Infraestructura de la Vía)	instrumento es ADQUISICIÓN DE NORMAS NTP
			17. Clasificación de vía (demanda u orografía) 18. Velocidad de Diseño (km/h) 19. Tipo De tráfico (categoría) 20. Serviciabilidad (categoría) 21. Confiabilidad (%) 22. Modulo Resiliente (psi)	39. Vía Pavimentada (%)  <b>Indicadores:</b>  (Brecha Económica y de Transporte de la Región)  41. Reducción de brecha (%)	

## Anexo 02. Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 11.**

*Matriz de operacionalización de variables.*

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Diseño de Infraestructura Vial	Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), por concerniente con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG - 2018, los parámetros requeridos como mínimos respecto al diseño de carreteras (infraestructura vial) para que de esta manera se cumpla todo lo que establece dicha norma.	Para obtener el diseño de la infraestructura vial es necesario tener los estudios y cálculos como son diseño, costos y presupuestos, estudios de ingeniería básica y los impactos ambientales, para así tener un diseño más confiable y óptimo en la carretera.	Estudios Preliminares	Evaluación técnica (und, km, m <sup>2</sup> , ha)	Razón
				Estudio de Tráfico (veh/h)	
			Estudios de Ingeniería Básica	Estudio de Topografía (und, % m)	Razón
				Estudio de Canteras, fuentes de agua y Suelos (mm, ha, m <sup>3</sup> )	
				Estudio de Hidráulica Hidrología (mm, m <sup>3</sup> , ha)	
				Estudio de Riesgos	Intervalo
		Diseños	Geométrico (km, m)	Razón	
			Pavimento (km, m)		

				Estructuras (m, m2, m3, kg/cm2)	
				Drenaje (km, m cm)	
				Seguridad Vial y Señalización (km, und)	
			Estudio Socioambiental	Estudio del Impacto Ambiental	Intervalo
				Análisis de Costos Unitarios (und)	
			Costos y Presupuestos	Metrados (ml, m2, m3, kg, glb)	
				Presupuesto Base (sol peruano)	Razón
				Formulas Polinómicas (%)	
				Cronogramas (mes, día)	
Variable dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	DIMENSIONES	Indicadores	Escala

La Transitabilidad	La transitabilidad vehicular es el servicio que facilita la infraestructura vial, admitiendo el tránsito entre ciudades, originando la integración de países (Patrakeeva, 2019).	Para poder ofrecer un nivel de servicio confortable y seguro se tiene que evaluar primero la demanda para así poder establecer una buena modelación del proyecto al año de diseño del proyecto, también tomando en cuenta los tipos de Vehículos y Velocidad de Diseño.	Nivel de Servicio	Capacidad de la carretera (veh/día)	Razón
-----------------------	--	---	-------------------	-------------------------------------	-------

---

*Nota.* Elaboración propia

**Anexo 03: Calculo hidrológico**

**CUADRO N° 2.3.8. - INFORMACION PLUVIOMETRICA DE LA ESTACION "SAN CAMILO"**

Estación : SAN CAMILO - 000303  
 Categoría : CO  
 Registro : Precipitación Max. En 24 (mm)

LATITUD : 6 32' 50" S  
 LONGITUD : 78 38' 55" W  
 ALTITUD : 250 msnm

DEPARTAMENTO : ICA  
 PROVINCIA : ICA  
 DISTRITO : SANTIAGO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Máx. Anual
1985	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	<b>3.0</b>
1986	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	<b>4.0</b>
1987	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
1988	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	<b>15.0</b>
1989	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	<b>10.0</b>
1993			2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
1994	0.0	1.0	1.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	<b>1.0</b>
1995	2.0	1.0	2.0	0.0				1.0		0.0	3.0	0.0	<b>3.0</b>
1996	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>4.0</b>
1997	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0								<b>9.0</b>
1998	5.0	1.0											<b>5.0</b>
1999	1.0		6.0			1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>6.0</b>
2000	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>4.0</b>
2001	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
2002	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
2003	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
2004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>1.0</b>
2005	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>6.0</b>

2006	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	<b>6.0</b>
2008	6.0	14.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>14.0</b>
2009	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
2011	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
2012			4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	<b>4.0</b>
2013	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>4.0</b>
2014	6.0	1.0	0.0	0.0		0.0							<b>6.0</b>
<b>MAX.</b>	<b>9.0</b>	<b>14.0</b>	<b>15.0</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>15.0</b>
<b>PROM.</b>	<b>1.8</b>	<b>2.3</b>	<b>1.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>4.1</b>
<b>MIN.</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>DesStd</b>	<b>2.5</b>	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>3.7</b>

**CUADRO N° 2.3.9. - INFORMACION PLUVIOMETRICA DE LA ESTACION SAN CAMILO**

**Estación** : SAN CAMILO - 000403      **LATITUD** : 6 32' 50" S      **DEPARTAMENTO** : ICA  
**Categoría** : CO      **LONGITUD** : 78 38' 55" W      **PROVINCIA** : ICA  
**Registro** : Precipitación Max. En 24 (mm)      **ALTITUD** : 250 msnm      **DISTRITO** : SANTIAGO

Precip. Máxima en 24 horas		AÑO	P <sub>max 24 hr</sub>	Duración de lluvia en minutos					
AÑO	MAXIMA			5	10	15	30	60	120
1985	3.0	1985	3.0	0.728	0.866	0.277	0.105	0.047	0.026
1986	4.0	1986	4.0	0.971	1.155	0.369	0.140	0.063	0.034
1987	2.0	1987	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017

1988	15.0	1988	15.0	3.641	4.330	1.383	0.526	0.237	0.128
1989	10.0	1989	10.0	2.427	2.887	0.922	0.350	0.158	0.085
1990	1.0	1990	1.0	0.243	0.289	0.092	0.035	0.016	0.009
1991	2.0	1991	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
1992	1.0	1992	1.0	0.243	0.289	0.092	0.035	0.016	0.009
1993	2.0	1993	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
1994	1.0	1994	1.0	0.243	0.289	0.092	0.035	0.016	0.009
1995	3.0	1995	3.0	0.728	0.866	0.277	0.105	0.047	0.026
1996	4.0	1996	4.0	0.971	1.155	0.369	0.140	0.063	0.034
1997	9.0	1997	9.0	2.185	2.598	0.830	0.315	0.142	0.077
1998	5.0	1998	5.0	1.214	1.443	0.461	0.175	0.079	0.043
1999	6.0	1999	6.0	1.456	1.732	0.553	0.210	0.095	0.051
2000	4.0	2000	4.0	0.971	1.155	0.369	0.140	0.063	0.034
2001	2.0	2001	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
2002	2.0	2002	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
2003	2.0	2003	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
2004	1.0	2004	1.0	0.243	0.289	0.092	0.035	0.016	0.009
2005	6.0	2005	6.0	1.456	1.732	0.553	0.210	0.095	0.051
2006	6.0	2006	6.0	1.456	1.732	0.553	0.210	0.095	0.051
2007	1.0	2007	1.0	0.243	0.289	0.092	0.035	0.016	0.009
2008	14.0	2008	14.0	3.398	4.041	1.291	0.491	0.222	0.119
2009	2.0	2009	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
2010	0.0	2010	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2011	2.0	2011	2.0	0.485	0.577	0.184	0.070	0.032	0.017
2012	4.0	2012	4.0	0.971	1.155	0.369	0.140	0.063	0.034
2013	4.0	2013	4.0	0.971	1.155	0.369	0.140	0.063	0.034
2014	6.0	2014	6.0	1.456	1.732	0.553	0.210	0.095	0.051

**MODELO GUMBEL PARA 5, 10, 15, 30, 60, 120 MINUTOS**

MODELO GUMBEL				5 minutos			10 minutos			15 minutos			30 minutos			60 minutos			120 minutos		
m	P(x<X)	$\frac{P(x<X)-1}{P(x>X)}$	Tr años 1/P(x)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)															
	$\frac{m}{m/(N+1)}$																				
1	1.0000	0.0000	1.00	5.34	0.9905	0.9905	6.35	0.9905	0.9905	2.0289	0.9905	0.9905	8.36	0.9905	0.9905	9.94	0.9905	0.9905	11.82	0.9905	0.9905
2	2.0000	-1.0000	0.50	3.64	0.9449	1.9449	4.33	0.9449	1.9449	1.3834	0.9449	1.9449	5.70	0.9449	1.9449	6.78	0.9449	1.9449	8.06	0.9449	1.9449
3	3.0000	-2.0000	0.33	3.16	0.9100	2.9100	3.75	0.9100	2.9100	1.1989	0.9100	2.9100	4.94	0.9100	2.9100	5.87	0.9100	2.9100	6.98	0.9100	2.9100
4	4.0000	-3.0000	0.25	2.43	0.8166	3.8166	2.89	0.8166	3.8166	0.9222	0.8166	3.8166	3.80	0.8166	3.8166	4.52	0.8166	3.8166	5.37	0.8166	3.8166
5	5.0000	-4.0000	0.20	2.18	0.7699	4.7699	2.60	0.7699	4.7699	0.8300	0.7699	4.7699	3.42	0.7699	4.7699	4.07	0.7699	4.7699	4.84	0.7699	4.7699
6	6.0000	-5.0000	0.17	2.18	0.7699	5.7699	2.60	0.7699	5.7699	0.8300	0.7699	5.7699	3.42	0.7699	5.7699	4.07	0.7699	5.7699	4.84	0.7699	5.7699
7	7.0000	-6.0000	0.14	1.94	0.7137	6.7137	2.31	0.7137	6.7137	0.7378	0.7137	6.7137	3.04	0.7137	6.7137	3.61	0.7137	6.7137	4.30	0.7137	6.7137
8	8.0000	-7.0000	0.13	1.94	0.7137	7.7137	2.31	0.7137	7.7137	0.7378	0.7137	7.7137	3.04	0.7137	7.7137	3.61	0.7137	7.7137	4.30	0.7137	7.7137
9	9.0000	-8.0000	0.11	1.70	0.6471	8.6471	2.02	0.6471	8.6471	0.6456	0.6471	8.6471	2.66	0.6471	8.6471	3.16	0.6471	8.6471	3.76	0.6471	8.6471
10	10.0000	-9.0000	0.10	1.46	0.5703	9.5703	1.73	0.5703	9.5703	0.5533	0.5703	9.5703	2.28	0.5703	9.5703	2.71	0.5703	9.5703	3.22	0.5703	9.5703
11	11.0000	10.0000	0.09	1.46	0.5703	10.5703	1.73	0.5703	10.5703	0.5533	0.5703	10.5703	2.28	0.5703	10.5703	2.71	0.5703	10.5703	3.22	0.5703	10.5703
12	12.0000	11.0000	0.08	1.21	0.4846	11.4846	1.44	0.4846	11.4846	0.4611	0.4846	11.4846	1.90	0.4846	11.4846	2.26	0.4846	11.4846	2.69	0.4846	11.4846
13	13.0000	12.0000	0.08	0.97	0.3927	12.3927	1.15	0.3927	12.3927	0.3689	0.3927	12.3927	1.52	0.3927	12.3927	1.81	0.3927	12.3927	2.15	0.3927	12.3927
14	14.0000	13.0000	0.07	0.97	0.3927	13.3927	1.15	0.3927	13.3927	0.3689	0.3927	13.3927	1.52	0.3927	13.3927	1.81	0.3927	13.3927	2.15	0.3927	13.3927
15	15.0000	14.0000	0.07	0.97	0.3927	14.3927	1.15	0.3927	14.3927	0.3689	0.3927	14.3927	1.52	0.3927	14.3927	1.81	0.3927	14.3927	2.15	0.3927	14.3927
16	16.0000	15.0000	0.06	0.73	0.2994	15.2994	0.87	0.2994	15.2994	0.2767	0.2994	15.2994	1.14	0.2994	15.2994	1.36	0.2994	15.2994	1.61	0.2994	15.2994
17	17.0000	16.0000	0.06	0.73	0.2994	16.2994	0.87	0.2994	16.2994	0.2767	0.2994	16.2994	1.14	0.2994	16.2994	1.36	0.2994	16.2994	1.61	0.2994	16.2994
18	18.0000	17.0000	0.06	0.73	0.2994	17.2994	0.87	0.2994	17.2994	0.2767	0.2994	17.2994	1.14	0.2994	17.2994	1.36	0.2994	17.2994	1.61	0.2994	17.2994
19	19.0000	18.0000	0.05	0.49	0.2110	18.2110	0.58	0.2110	18.2110	0.1844	0.2110	18.2110	0.76	0.2110	18.2110	0.90	0.2110	18.2110	1.07	0.2110	18.2110
20	20.0000	19.0000	0.05	0.49	0.2110	19.2110	0.58	0.2110	19.2110	0.1844	0.2110	19.2110	0.76	0.2110	19.2110	0.90	0.2110	19.2110	1.07	0.2110	19.2110
21	21.0000	20.0000	0.05	0.49	0.2110	20.2110	0.58	0.2110	20.2110	0.1844	0.2110	20.2110	0.76	0.2110	20.2110	0.90	0.2110	20.2110	1.07	0.2110	20.2110
22	22.0000	21.0000	0.05	0.49	0.2110	21.2110	0.58	0.2110	21.2110	0.1844	0.2110	21.2110	0.76	0.2110	21.2110	0.90	0.2110	21.2110	1.07	0.2110	21.2110
23	23.0000	22.0000	0.04	0.24	0.1343	22.1343	0.29	0.1343	22.1343	0.0922	0.1343	22.1343	0.38	0.1343	22.1343	0.45	0.1343	22.1343	0.54	0.1343	22.1343

24	24.0000	-	0.04	0.24	0.1343	23.1343	0.29	0.1343	23.1343	0.0922	0.1343	23.1343	0.38	0.1343	23.1343	0.45	0.1343	23.1343	0.54	0.1343	23.1343
25	25.0000	-	0.04	0.24	0.1343	24.1343	0.29	0.1343	24.1343	0.0922	0.1343	24.1343	0.38	0.1343	24.1343	0.45	0.1343	24.1343	0.54	0.1343	24.1343
		Max P(x<X)-F(x<X)		24.1343		24.1343		24.1343		24.1343		24.1343		24.1343		24.1343		24.1343		24.1343	
		<b>Promedio</b>		1.4565		1.7321		0.5533		2.2795		2.7108		3.2237							
		<b>Desv. Est.</b>		1.2218		1.4530		0.4642		1.9122		2.2740		2.7043							
		<b>a</b>		1.0497		0.8827		2.7629		0.6707		0.5640		0.4742							
		<b>b</b>		0.9067		1.0782		0.3445		1.4190		1.6875		2.0068							

**Tabla N° 2.3.17.- Valores críticos de Do del estadístico Smirnov - Kolmogorov, para varios valores de N y valores de significación**

TAMAÑO MUESTRAL	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
	0.20	0.10	0.05	0.01
N				
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

**FUENTE: Hidrología Estadística, Máximo Villón B. Pag. 108**

**PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE PARA 5,10,15,30,60 y 120 MINUTOS**

Si: N = 35

Periodo de Duración (min)	Estadístico Smirnov-Kolmogorov	Valor Crítico Do Para a = 0,05	Criterio de Decisión
5	24.1343	0.2300	O. K.
10	24.1343	0.2300	O. K.
15	24.1343	0.2300	O. K.
30	24.1343	0.2300	O. K.
60	24.1343	0.2300	O. K.
120	24.1343	0.2300	O. K.

Tabla N° 2.3.18.-MODELAMIENTO DE INTENSIDADES EN FUNCIÓN DE "N" y "J"

ESTACIÓN SAN CAMILO						
PARÁMETROS	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	60 MIN	120 MIN
Promedio	1.46	1.73	0.55	2.28	2.71	3.22
Desv. Est.	1.22	1.45	0.46	1.91	2.27	2.70
a	1.05	0.88	2.76	0.67	0.56	0.47
b	0.91	1.08	0.34	1.42	1.69	2.01

CALCULO DE INTENSIDADES

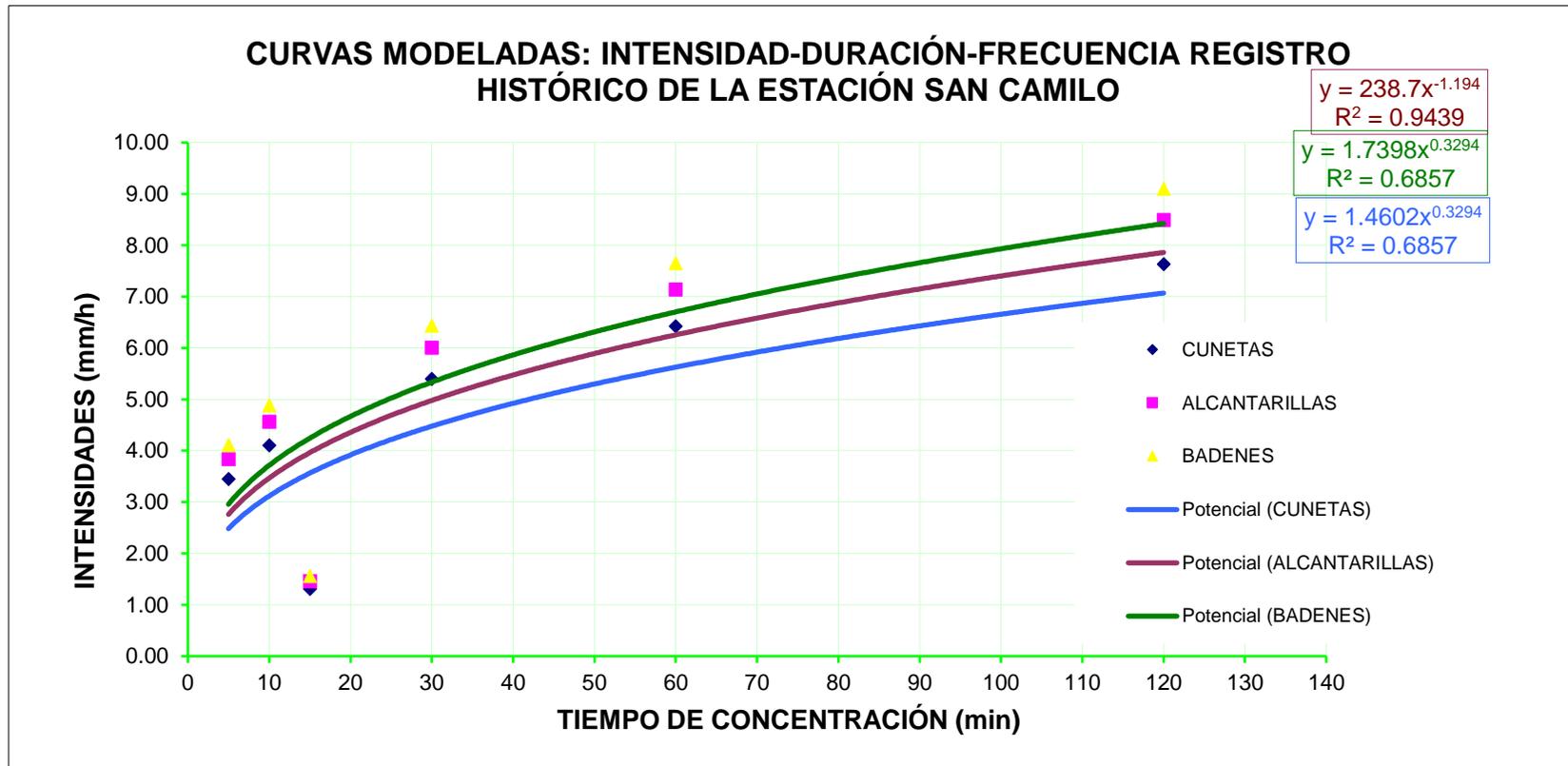
VIDA ÚTIL AÑOS	RIESGO DE FALLA J(%)	TIEMPO DE RETORNO	INTENSIDADES $\bar{X} = \beta - \frac{1}{\alpha} \times \text{Ln} \times \left[ -\text{Ln} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{Tr}} \right) \right]$					
			5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	60 MIN	120 MIN
"N"	J(%)	Tr(AÑOS)						
5	10	47.96	4.58	5.45	1.74	7.17	8.53	10.15
	20	22.91	3.87	4.60	1.47	6.06	7.20	8.56
	30	14.52	3.42	4.07	1.30	5.36	6.37	7.57
	40	10.30	3.08	3.66	1.17	4.82	5.73	6.82
	50	7.73	2.79	3.32	1.06	4.37	5.19	6.17
	60	5.97	2.52	3.00	0.96	3.95	4.70	5.58
10	10	95.41	5.24	6.24	1.99	8.21	9.76	11.61
	20	45.32	4.53	5.39	1.72	7.09	8.43	10.02
	30	28.54	4.08	4.85	1.55	6.39	7.60	9.04
	40	20.08	3.74	4.45	1.42	5.85	6.96	8.28
	<b>50</b>	<b>14.93</b>	<b>3.45</b>	<b>4.10</b>	<b>1.31</b>	<b>5.40</b>	<b>6.42</b>	<b>7.63</b>
	60	11.42	3.18	3.79	1.21	4.98	5.93	7.05
15	10	142.87	5.63	6.70	2.14	8.81	10.48	12.46
	20	67.72	4.92	5.85	1.87	7.69	9.15	10.88
	30	42.56	4.47	5.31	1.70	6.99	8.32	9.89
	40	29.87	4.13	4.91	1.57	6.46	7.68	9.13
	<b>50</b>	<b>22.14</b>	<b>3.84</b>	<b>4.56</b>	<b>1.46</b>	<b>6.00</b>	<b>7.14</b>	<b>8.49</b>
	60	16.88	3.57	4.25	1.36	5.59	6.64	7.90
20	10	190.32	5.90	7.02	2.24	9.24	10.99	13.07
	20	90.13	5.19	6.17	1.97	8.12	9.66	11.49
	30	56.57	4.74	5.64	1.80	7.42	8.83	10.50
	40	39.65	4.40	5.23	1.67	6.89	8.19	9.74
	<b>50</b>	<b>29.36</b>	<b>4.11</b>	<b>4.89</b>	<b>1.56</b>	<b>6.43</b>	<b>7.65</b>	<b>9.10</b>
	60	22.33	3.84	4.57	1.46	6.02	7.15	8.51

MODELAMIENTO DE INTENSIDADES

**MODELAMIENTO DE INTENSIDADES PARA UNA CARRETERA EN FUNCIÓN DE LA VIDA ÚTIL Y TIEMPO DE RETORNO**

<b>OBRA DE ARTE</b>	<b>VIDA ÚTIL (años)</b>	<b>TIEMPO DE RETORNO (años)</b>	<b>5 MIN</b>	<b>10 MIN</b>	<b>15 MIN</b>	<b>30 MIN</b>	<b>60 MIN</b>	<b>120 MIN</b>
Cunetas	10	15	3.45	4.10	1.31	5.40	6.42	7.63
Alcantarillas	15	22	3.84	4.56	1.46	6.00	7.14	8.49
Badenes	20	29	4.11	4.89	1.56	6.43	7.65	9.10

## CURVAS MODELADAS ESTACIÓN CHOTA



**A : Alcantarilla**  
**B: Baden**  
**C: Cunetas**

**Tabla N°2.3.19.- - CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PARA LAS MICROCUENCAS (OBRAS DE ARTE)**

MICROCUENCA	COTAS (m. s. n. m.)		Li	Si	(Li <sup>2</sup> /Si) <sup>1/2</sup>	S	Tc
	An	Ho	Hf		(Km)		(Km)
Q-01	250.00	248.02	0.357	0.006	4.787	0.006	22.058
Q-02	314.00	298.00	1.568	0.010	15.522	0.010	60.544
Q-03	225.00	219.00	1.570	0.004	25.396	0.004	73.035
Q-04	285.00	277.00	0.507	0.016	4.036	0.016	23.629
Q-05	292.00	288.25	0.447	0.008	4.880	0.008	24.210
Q-06	284.00	276.00	0.950	0.008	10.352	0.008	42.906
Q-07	282.00	268.00	0.369	0.038	1.894	0.038	15.710
Q-08	269.00	264.00	4.550	0.001	137.256	0.001	207.768
Q-09	391.00	390.00	0.449	0.002	9.514	0.002	77.404
	392.00	391.00	0.527	0.002	12.098		
	393.00	392.00	0.476	0.002	10.385		
Q-10	258.00	257.00	0.813	0.001	23.160	0.001	54.904
Q-11	310.00	306.00	0.745	0.005	10.167	0.005	38.853
Q-12	302.00	301.00	1.745	0.001	72.894	0.001	113.495
Q-13	300.00	295.00	0.535	0.009	5.534	0.008	52.581
	285.00	281.00	0.627	0.006	7.850		
	281.00	278.00	0.065	0.046	0.303		

*Qn = Área de la microcuena correspondiente a la obra de arte "n"*

**Tabla N° 2.3.23. - COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER USADOS EN EL MÉTODO RACIONAL**

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)									
	2	5	10	14.93	22.14	25	29.36	50	100	500
<b>Area de cultivo</b>										
Plano, 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.41	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	<b>0.45</b>	<b>0.47</b>	0.48	<b>0.49</b>	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>										
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.31	0.33	0.34	0.35	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.39	0.41	0.42	0.43	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.43	0.45	0.46	0.47	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>										
Plano, 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.41	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.46	0.48	0.52	0.58

Fuente: "Hidrología Aplicada" de Ven T. Chow

### Anexo 04: Relación de insumos.

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	6,992.3772	23.41	163,691.55
0101010004	OFICIAL	hh	8,807.0719	18.50	162,930.83
0101010005	PEON	hh	36,911.9038	16.73	617,536.15
0101030000	TOPOGRAFO	hh	2,876.0659	26.42	75,985.66
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	29.5800	25.00	739.50
					<b>1,020,883.69</b>
MATERIALES					
0201040001	PETROLEO D-2	gal	120.5312	18.75	2,259.96
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal	73.9746	14.50	1,072.63
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal	30,464.3887	16.50	502,662.41
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3	5,686.6999	550.00	3,127,684.95
0201060002	ALQUILER DE LOCAL PARA LA OBRA	mes	10.0000	1,000.00	10,000.00
0203020019	FLETE TERRESTRE LIMA - ICA	und	20.0000	16.95	339.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDON° 8	kg	334.0760	4.90	1,636.97
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDON° 16	kg	770.3274	4.90	3,774.60
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	28,709.2933	4.50	129,191.82
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg	639.9865	5.18	3,315.13
02051500010011	TAPON DE OIDO	und	30.0000	2.50	75.00
02070100010002	PIEDRACHANCADA 1/2"	m3	601.9575	60.25	36,267.94
02070200010001	ARENA FINA	m3	408.7329	27.97	11,432.26
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	701.6040	45.50	31,922.98
0207030001	HORMIGON	m3	4.5849	35.00	160.47
0207040001	MATERIAL GRANULAR (afirmado)	m3	44,877.6818	35.10	1,575,206.63
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.4437	15.00	6.66
0207070002	AGUA	m3	19,401.4547	15.00	291,021.82
02090100010002	MARCO DE FIERRO FUNDIDO PARA BUZON 0.60 m	pza	31.0000	90.00	2,790.00
0210030004	MALLA DE SEGURIDAD NARANJA	rl	10.0000	50.00	500.00
02100400010009	POLIESTIRENO EXP. DE e = 1/2" 1.20 X 2.40 m	pln	12.7360	8.00	101.89
0210040005	TECKNOPORT E= 1"	pln	7.1340	50.00	356.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	6,656.9763	24.10	160,433.13
0213020007	CAL DE OBRA (BOLSA DE 20 KG)	bol	1,645.4917	12.50	20,568.65
0213040001	TIZA	kg	66.1800	2.50	165.45
02130400010000	TIZA BOLSA DE 40 kg	und	14.7900	5.00	73.95
1					
02130600010000	OCRE ROJO	kg	7.3950	5.00	36.98
1					
02180200010000	PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE 5/16" X 6" CON	jgo	1.0000	20.00	20.00
3					
TUERCA Y ARANDELA					
02190900010000	TAPA DE CONCRETO REFORZADO PARA BUZON 600 mm	pza	31.0000	90.00	2,790.00
1					
0219090006	TAPA DE CONCRETO PARA DE DESAGUE	und	67.0000	19.00	1,273.00
0219090007	CUERPO INTERMEDIO DE DESAGUE	und	67.0000	35.00	2,345.00
0219150001	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE AGUA	und	67.0000	30.00	2,010.00
0222030001	ADITIVO CURADOR (Antisol o Similar)	gal	375.5313	27.50	10,327.11
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal	94.8540	110.20	10,452.91
0231010001	MADERA NACIONAL	p2	130.6833	7.70	1,006.26
0231010002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2	5,350.8640	7.70	41,201.65
0231040004	ESTACAS DE MADERA TORNILLO	p2	1,624.7714	7.00	11,373.40
02310500010000	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	pln	209.2724	119.00	24,903.42
5					
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	4.4956	40.00	179.82
0240060001	PINTURA DE TRAFICO	gal	148.1566	50.00	7,407.83
0240060011	MICROPERLAS O MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	382.0520	6.00	2,292.31
0240080027	DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO	gal	104.5252	30.00	3,135.76
02440100010000	ACONDICIONAMIENTO Y ABANDONO DE BOTADEROS	glb	1.0000	2,500.00	2,500.00
3					
02460700010002	ZAPATO DE CUERO PUNTA DE ACERO	par	45.0000	65.00	2,925.00
2					
0250020002	TACHOS METALICOS CON DEPOSITO DE FIBRA DE VIDRIO	und	20.0000	186.44	3,728.80
02630200010001	POSTE DE APOYO CON BASE DE CONCRETO	und	40.0000	30.00	1,200.00
2					
02670100010001	CASCO PARA PERSONAL OBRERO	und	30.0000	22.00	660.00
0					
0267040006	MASCARILLA DESECHABLE CONTRA POLVO	und	500.0000	2.00	1,000.00
0267040009	MASCARILLA DOBLE FILTRO	und	50.0000	22.00	1,100.00

0267050001	GUANTES DE CUERO	par	50.0000	7.00	350.00
0267050006	GUANTES DE JEBE	par	50.0000	7.00	350.00
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und	80.0000	25.00	2,000.00
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	par	20.0000	40.00	800.00
0267100001	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (PQS)	und	1.0000	120.00	120.00
0267100004	CAMILLA RIGIDA DE MADERA	und	1.0000	220.00	220.00
0267100005	BOTIQUIN (equipado segun lista de materiales)	und	3.0000	400.00	1,200.00
0267110013	CONOS REFLECTANTES	und	20.0000	65.00	1,300.00
0267110016	SEÑALIZACION	und	10.0000	60.00	600.00
0276010010000	WINCHA METALICA DE 50 m	und	2.3942	35.00	83.80

1

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0290020005	GIGANTOGRAFIA C/MODELO SEGUN ESPECIFICACIONES	und	1.0000	150.00	150.00
0290140005	CINTAS DE SEGURIDAD (200 MTRS)	rl	10.0000	60.00	600.00
0292010001	CORDEL	m	9,389.9470	0.50	4,694.97
					<b>6,059,359.02</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	3.6975	15.00	55.46
03010000110001	TEODOLITO	día	3.6975	25.00	92.44
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	13.0000	10.00	130.00
0301000021	ESTACION TOTAL INC. TRIPODE , PRISMA Y ACCESORIOS	he	2,876.0660	25.00	71,901.65
0301020006	MOLDE METALICO PARA BUZON	m2	152.7000	5.00	763.50
0301030012	ENCOFRADO METALICO	und	6.5000	30.00	195.00
0301100001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2,133.0240	20.00	42,660.48
03011400060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1,632.8952	130.00	212,276.38
0301100015	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 70-100 HP 8-14 TN.	hm	170.6010	150.00	25,590.15
0301100016	RODILLO TANDEM ESTAT. AUTOP. 70-100 HP 8-14 TN.	hm	170.6010	180.00	30,708.18
0301120009	MAQUINA PARA PINTADO DE LINEAS	hm	254.4067	50.00	12,720.34
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-185 PCM, 76 HP	hm	259.9628	13.00	3,379.52
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	2,539.2859	190.00	482,464.32
03011600020004	MINI CARGADOR	hm	66.3292	90.00	5,969.63
03011600020005	MINI CARGADOR CON MARTILLO	hm	16.4320	90.00	1,478.88
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1,518.2235	280.00	425,102.58
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1,632.8952	220.00	359,236.94
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	5,664.3293	200.00	1,132,865.86
03012200050006	CAMION CISTERNA 4x2 122HP 2000 Gln	hm	1,798.7182	180.00	323,769.28
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	259.9628	130.00	33,795.16
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	347.3267	10.00	3,473.27
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	381.9670	20.00	7,639.34
03013600010001	MOCHILA AGRICOLA	hm	20.2040	20.00	404.08
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	170.6010	350.00	59,710.35
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	804.2612	160.00	128,681.79
03014900010001	CORDEL	rl	1.1093	0.50	0.55
					<b>3,365,065.13</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
0410010014	SC ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.0000	2,500.00	2,500.00
0410010015	SC CAPACITACION SOBRE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	mes	10.0000	1,500.00	15,000.00
0424010001000	SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.0000	12,500.00	12,500.00
					<b>30,000.00</b>
				<b>Total S/.</b>	<b>10,475,307.84</b>

## Anexo 05: Topografía

### 1. Ubicación del proyecto

**Ubicación Política:** La infraestructura vial se encuentra ubicado en:

**Tabla 12.**

*Ubicación Política*

<b>LOCALIDAD:</b>	<b>LOS CASTILLOS</b>
DISTRITO:	SANTIAGO
PROVINCIA:	ICA
REGIÓN:	ICA

*Nota.* Elaboración propia

**Ubicación Geográfica:** La Ubicación geográfica presenta las siguientes características geográficas.

**Tabla 13.**

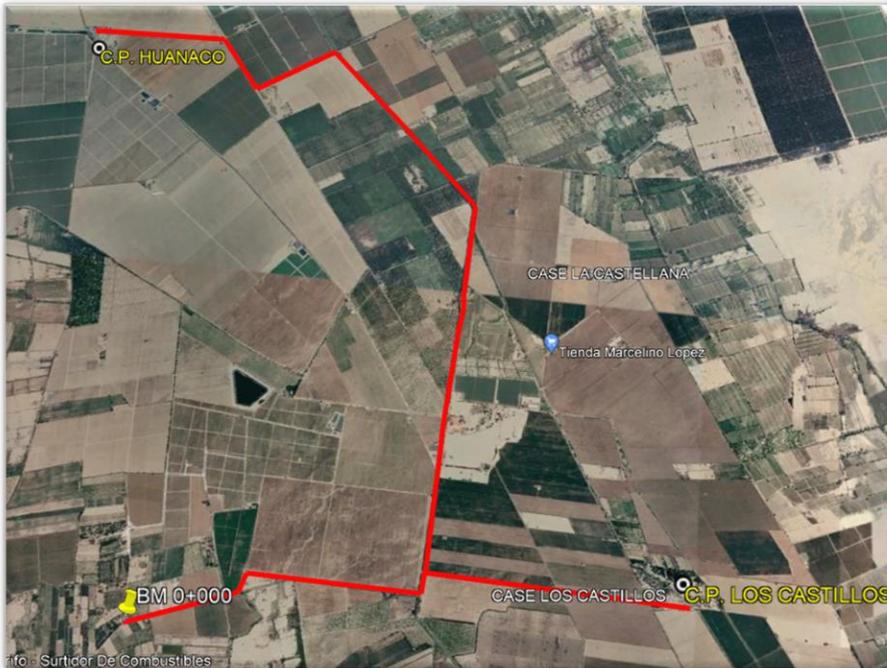
*Ubicación Geográfica*

DEPARTAMENTO/ REGIÓN	ICA
Provincia	Ica
Distrito	Santiago
Localidad	CC.PP. Los Castillos
Calles	Calle 01-Camino entrada al CC.PP. Los Castillos
Región Geográfica	Costa
Altitud	358 m.s.n.m
Latitud	14°15' 31.25" S
Longitud	75°41' 14.52" W

*Nota:* Elaboración propia

## Figura 15.

Ubicación satelital del CC.PP. Los Castillos en el tramo IC 721



Nota: Elaboración propia

## 2. Trabajo de Campo

### Reconocimiento del Terreno

Se efectuó la observación del suelo, para organizar correctamente el trabajo de campo; posteriormente se coordinó un plan de trabajo que indicara como resultado los datos correspondientes del campo para disponer del levantamiento topográfico que proporcione los valores numéricos necesarios para la preparación del mapa topográfico.

### Metodología del trabajo

Se ocupó el sistema de coordenadas tridimensional que corresponde a la planimetría X-Y para distancias horizontales y el plano Z de la altimetría para la diferencia de alturas, apoyados en cuatro puntos localizados en lugares estratégicos de la poligonal Base donde estos puntos se le calculo las coordenadas UTM con el GPS Navegador de tal manera que las lecturas se tomaron en una serie de tres visadas por cada una para reducir al mínimo el error y este dentro de los requisitos definidos por los términos de referencia.

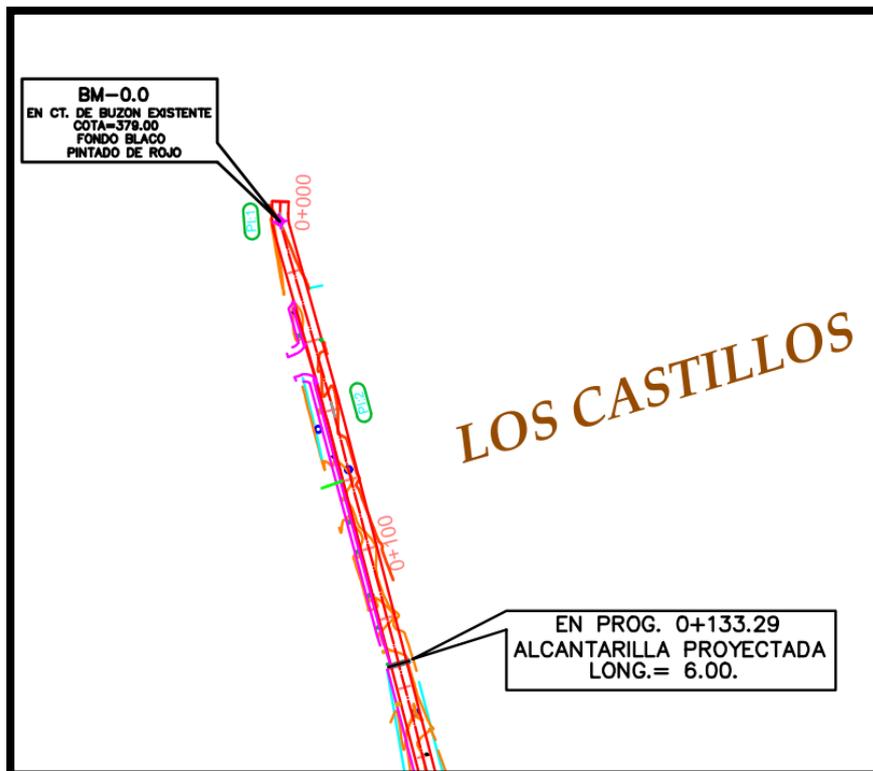
El plano topográfico se elaboró a una escala en planta de 1/1000 equidistantes de las curvas de nivel cada metro.

## Levantamiento Topográfico

Se ejecutó con el conjunto de Estación Total para la medición de ángulo horizontal, ángulo vertical y las distancia donde el punto de inicio (BM) resultó la coordenada Norte N= 8424855.00, la coordenada Este E=426590.00 y la coordenada Z=379 que se encuentra ubicado en una tapa de un buzón existente en la progresiva 0+006 y de ahí parte el inicio y el registro de datos del resto de puntos topográficos de manera ordenada.

**Figura 16.**

*Ubicación del BM de inicio*



Nota. Elaboración propia

## Descripción del Terreno

- El Sector que comprende el presente estudio entre el punto inicial en la progresiva IC 721 (KM 1+084) hasta el CP Los Castillos muestra las características topográficas relativamente plana con pendientes llanas e inclinadas.

### **3. Trabajo de Gabinete**

#### **Procesamiento de Datos**

Posteriormente consumado los trabajos de pradería, se arrancó a tratar la cantidad mediante la importación de puntos de la data que se encuentra en el equipo topográfico y luego se procesa los datos para graficar los detalles del terreno.

#### **Plano Topográfico**

Se elaboró correspondiente a la información derivada en el campo, después del procesamiento de datos se resultó a generar la superficie, por medio del software Civil 3D representando el terreno natural a escala de dibujo conformada por relieves indicando además los objetos existentes.

#### **Perfil Longitudinal**

Posteriormente se elaboró el contorno longitudinal de la ruta con sus respectivas cotas según la progresiva de tal manera que contribuye con el proyecto simétrico de la rasante de la ruta; sin embargo, el eje definido puede modificarse mediante el diseño y criterio del ingeniero especialista.

#### **Sección Transversal**

Se realizó un seccionamiento transversal cada 20 metros de la carretera y a las distancias indicadas a izquierda y derecha para proporcionar el proyecto de la calzada. Esto se hizo con la consumación de adquirir los volúmenes de desmonte y terraplén con respecto al movimiento de tierras una vez definida la alineación y el perfil longitudinal del terreno.

#### **Equipos de Trabajo**

##### **Instrumentos empleados**

Los equipos empleados y su nivel de precisión para el trabajo de campo y el procesa la información han sido estables con la magnitud y dimensión del proyecto del sector de preparación.

Siendo estas:

- √ Un Estación Total.
- √ Un GPS.

- √ Dos Prismas de 3.60 m.
- √ Una Wincha de 50 metros.
- √ Un Ordenador PC CORE i5, Monitor 19"
- √ Una Cámara fotográfica.

Personal de campo y gabinete

- √ 01 topógrafo
- √ 02 ayudantes.

**Tabla 14.**

*Datos de campo BMs*

BMS	COORDENADAS UTM WGS 84		COTA
	ESTE	NORTE	msnm
BM 0	426933.1322	8424559.583	264.65
BM 0.5	427400.0088	8424741.078	365.85
BM 1.0	427771.8205	8424980.589	367.712
BM 1.5	428270.4411	8424970.881	374.351
BM 2.0	428771.6771	8424970.965	376.123
BM 2.5	428896.3008	8425373.987	381.332
BM 3.0	428895.8651	8425879.555	380.028
BM 3.5	428905.9397	8426378.951	383.511
BM 4.0	428929.576	8426873.152	380.57
BM 4.5	428945.3929	8427373.703	387.41
BM 5.0	428949.41	8427873.537	390.005
BM 5.5	428627.7064	8428254.95	390.025
BM 6.0	428268.1256	8428528.141	394.012

BM 6.5	427843.264	8428261.128	389.991
BM 7.0	427479.9713	8428310.044	386.677
BM 7.5	427177.2712	8428708.924	392.751
BM 8.0	426874.8074	8429106.529	387.178
BM 8.5	426411.2945	8429204.353	390.011
BM 9.0	425888.1476	8429185.27	387.223
BM 10.0	428902.8388	8425114.773	375.213
BM 10.5	429398.8745	8425100.416	380.006
BM 11.0	429889.5023	8425094.975	380.023
BM 11.5	430398.2076	8425084.371	381.923

*Nota.* Elaboración propia

### Panel Topográfico

**Figura 17.**

*Calle principal del centro poblado Los Castillos*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 18.**

*Ubicación del BM 0.00*



*Nota: Elaboración propia*

## **Anexo 06: Estudio de mecánica de suelos**

### **Geomorfología**

Representa un rasgo geomórfico continuo propio de la cuasiplanicie costera, formado por sedimento horizontal de tipo Tercear resultantes de la erosión de la cumbre andina, rica en material coluvial, en la excavación, no muestra el nivel de buceo.

### **Geodinámica externa**

Mientras el trabajo de terreno no se detectó fenómenos geodinámicos externos recientes, como levantamiento y/o hundimiento o movimiento de capas sedimentarias en el área.

### **Investigaciones de Campo**

Para el análisis del suelo, se realizaron diez pozos de prueba con una profundidad de 1,50 metros. Se obtuvieron constantes físicas y de identificación a partir de las muestras extraídas y recogidas, y también se analizaron de acuerdo con los estándares y normas especificados para esta situación.

Factor de la conducta mecánica del suelo.

El trabajo de rastreo geotécnico comprende:

**Tabla 6.**

*Exploración de suelos.*

<b>TRABAJO DE EXPLORACIÓN</b>	<b>NORMA</b>
Pozo ò calicata y trinchera	ASTM - D 420
Técnicas de muestreo	ASTM - D 420
Prueba de carga	ASTM - D 1194
Perforación manual	ASTM - D 1452
Descripción visual de suelo	ASTM – D 2487

Información del lugar, localización de calicatas, acondicionamiento embalaje y hermético de la muestra en bolsa de polietileno de color oscuro discretamente identificada.

**Tabla 15.***Exploración de calicatas*

<b>EXPLORACION</b>	<b>TIPO DE EXPLORACIÓN</b>		<b>UBICACIÓN</b>
	<b>CALICATA A CIELO ABIERTO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>PROGRESIVA</b>
CALICATA	C-1	1.50 metros	PROG. 1+384
CALICATA	C-2	1.50 metros	PROG. 2+500
CALICATA	C-3	1.50 metros	PROG. 3+350
CALICATA	C-4	1.50 metros	PROG. 4+350
CALICATA	C-5	1.50 metros	PROG. 5+350
CALICATA	C-6	1.50 metros	PROG. 6+400
CALICATA	C-7	1.50 metros	PROG. 7+450
CALICATA	C-8	1.50 metros	PROG. 8+400
CALICATA	C-9	1.50 metros	PROG. 9+400
CALICATA	C-10	1.50 metros	PROG. 10+500

*Nota:* Elaboración propia**Clasificación de suelo**

Se realizaron pruebas de laboratorio en muestras de varios tipos de formaciones, en su mayoría de un solo pozo formado, de acuerdo con la norma ASTM y la normativa de distribución de suelos SUCS y AASHTO.

La distribución de los pozos proporciona un inventario general de los resultados estratigráficos en la zona de preparación. Resulto una observación simbólica del material que forma la subrasante del pozo de sondeo excavado; las muestras obtenidas según las normas ASTM se sometieron al siguiente ensayo.

**Tabla 16.***Clasificación de suelos*

CALICATAS	ESTRATO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO
01	01	ML	A-4(4)
02	01	ML	A-4(4)
03	01	ML	A-4(4)
04	01	SM	A-2-4(0)
05	01	SM	A-2-4(0)
06	01	SM	A-2-4(0)
07	01	SM	A-2-4(0)
08	01	SM	A-2-4(0)
09	01	SM	A-2-4(0)
10	01	ML	A-4(4)

*Nota:* Elaboración propia

## **Anexo 07: Estudio de tráfico**

### **Conteo vehicular**

El propósito del estudio de tránsito es brindar información básica para la determinación de indicadores de tránsito (flujo vehicular) para varios tramos homogéneos del fraccionamiento vial de la ciudad donde consiste en:

- Ejecutar conteo de tráfico vehicular en una estación de mayor transitabilidad; 01 estación principal durante 07 días representativas de la semana.
- Calcular el tráfico.
- Volumen de tráfico

### **Alcances de trabajo**

Consta de 03 partes

#### **Planificación**

En esta etapa se realiza la identificación vial, zonificándola según tramos de tránsito homogéneos y determinando donde se localizará la estación de conteo y levantamientos de puntos de inicio y final previamente acordados.

El conteo y clasificación se lleva a cabo las 24 horas del día, los 7 días de la semana con clasificación el modelo de vehículo cada hora por dirección de viaje.

El formato utilizado por el MTC con clasificaciones en la normativa vehicular nacional aplicable.

#### **Etapas de campo**

Ejecutar conteo vehicular y encuesta de punto de origen-punto de dirección.

#### **Etapas de gabinete**

Conteo de locomoción

- ✓ Se expone el método empleado
- ✓ Se recoge la información del IMDA, si la hubiere
- ✓ Se verificará la comprobación y firmeza de las referencias de campo.
- ✓ Basándose en los datos de los peajes adyacentes o en la información de las publicaciones de la MTC, elija y defienda los factores de ajuste.
- ✓ Se ejecuta el Cálculo del IMDA

- ✓ Creación de tablas y gráficas de cambios diarios y horarios por sentido y montos para cada estación, así como clasificación de vehículos IMDA y tablas resumen por tipo de vehículo.

### Estudio volumétrico

Percibe la determinación de la característica actual de tráfico, estas características varían a lo largo de los tramos de la vía.

### Estación de control

El programa de estación de comprobación vehicular examinó 01 estación de control vehicular “E-1”

**Tabla 17.**

*Ubicación de Estación de Control*

Código	Estación	Estudio/Encuesta	Ubicación
E-1	Ingreso al Centro Poblado Los Castillos.	Conteo vehicular	Ingreso al Centro Poblado Los Castillos – Camino a Los Peves.

*Nota.* Elaboración propia

**Figura 19.**

*Ubicación satelital de la E-01*



*Nota.* Elaboración propia

## Característica general del conteo

Características que presentan el conteo vehicular:

- La matriculación de vehículos se realiza los 7 días de la semana y son laborables los lunes a viernes, además el sábado y domingo son festivos.
- Se cuentan 24 horas en un día para determinar el comportamiento del tráfico diurno y nocturno con la mayor claridad posible.
- Los horarios de conteo fueron en dos turnos de 12 horas, haciendo desde 0 hasta 24 horas.
- La clasificación vehicular empleada según el MTC fue la siguiente:

**Figura 20.**

*Clasificación vehicular*

DIA	MOTOTAXIS	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION	SEMI-TRAYLER
			PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E		
DIAGRA. VEH.									

*Nota.* Elaboración propia

### 1. **Obtención de la información de campo (tráfico)**

Para compendiar el historial indispensable para el desarrollo de la preparación se utilizaron dos fuentes: fuentes de referencia y fuentes directas.

- a) Fuente referencial: Se encuentran de manera oficial, documentos oficiales de la MTC hacen referencia a datos IMD y factor de corrección existente (unidades de carga más cercana al sitio de estudio).
- b) Fuente directa: Información tomada de campo mediante los conteos de tráfico. Durante las labores se trabajó en gabinete, además de realizar la exploración del trayecto, para definir las etapas de registro vehicular para posteriormente llevar a cabo el aforo vehicular.

### 2. **Procesamiento de la información**

Se trabaja adecuadamente en gabinete, mediante el cual fue procesada en el programa Microsoft Excel, donde se analizó y grafico los resultados para una mejor evaluación.

El aforo de los vehículos de locomoción estimados en terreno ha sido procesado en registro de hoja síntesis, detallando el día y el entendimiento, como colocación por horas.

### 3. Factor de corrección estacional

Se tomó de anteriores temporadas y se suministró a las casetas de impuesto cercanas al sitio de estudio, este factor se utilizó tanto para el transporte liviano como para el pesado.

El MTC (OPP-MTC) proporcionó datos del año 2016 para el peaje Villacuri-Ica (P029) ubicado en la carretera "Panamericana Sur", de los cuales se derivó el factor de corrección mensual (FCm).

En esta investigación se utilizó el siguiente componente de rectificación estacionario para la unidad de peaje "Villacuri-Ica".

**Tabla 18.**

*Factores de corrección promedio para vehículos ligeros.*

Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2010-2016)							
Código	Peaje	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P029	Peaje Villacuri - Ica	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886

Nota. Elaboración propia

**Tabla 19.**

*Factores de corrección promedio para vehículos pesados.*

Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010-2016)							
Código	Peaje	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P029	Peaje Villacuri - Ica	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853

Nota. Elaboración propia

En cuestión de las tablas corresponde el factor promedio del mes de noviembre, F.C.E. para vehículo ligero de 1.1795 y F.C.E. para vehículo pesado de 1.0246.

#### 4. Conteo de tráfico vehicular clasificado

El texto del proyecto contiene un resumen de los resultados del volumen de locomoción de vehículos, por jornada, patrón de vehículo, para cada dirección, y combinado para ambas direcciones.

La estación mostrará el resultado del conteo de tráfico diario, cambios de vehículos por hora por dirección del tráfico, desgloses totales y por hora para cada día de la semana, promedios semanales por dirección y promedios combinados en ambas direcciones.

**Tabla 20.**

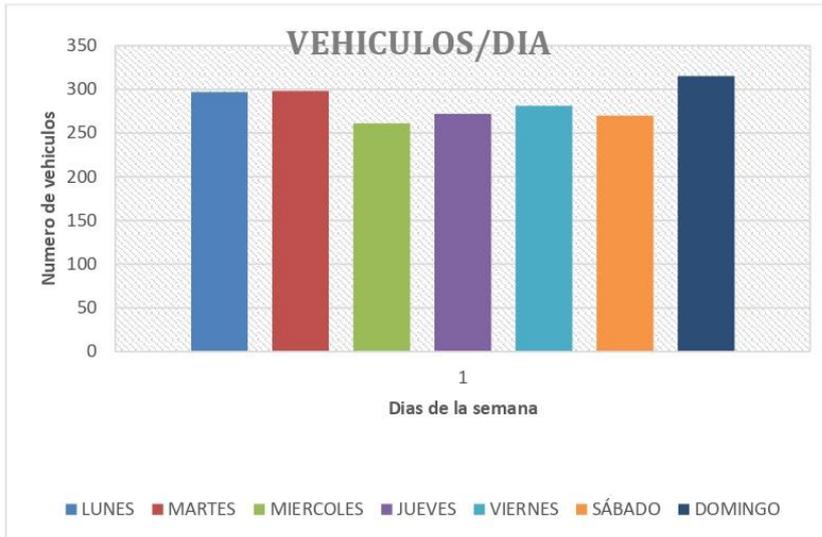
*Conteo vehicular de la Estación 01*

DIA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO		TRANSPORTE PESADO	TOTAL
	Moto taxi	Autos	Pick up	Combis	Micros	Camiones 2 ejes	
LUNES	132	52	52	27	16	18	297
MARTES	140	50	49	22	16	21	298
MIÉRCOLES	126	38	42	22	16	17	261
JUEVES	125	43	44	23	18	19	272
VIERNES	134	47	40	21	16	23	281
SÁBADO	130	40	45	21	16	18	270
DOMINGO	121	93	30	27	18	26	315
<b>IMDs</b>	<b>130</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>285</b>

*Nota.* Elaboración propia

**Figura 21.**

*Número de vehículos por día*



Nota. Elaboración propia

### 5. Cálculo del IMDA

Factor de corrección de vehículo ligero = 1.1795

Factor de corrección de vehículo pesado = 1.0246

### 6. IMDA para el año 2022

Tabla 21.

IMDA para el año 2022

Vehículos Livianos				Vehículos Pesados	IMDA
Autos	Pick up	Combis	Micros	Camión 2 ejes	
123	51	27	20	20	241

Nota. Elaboración propia

### 7. IMDA para el año 2042

Vehículos Livianos				Vehículos Pesados	IMDA
Autos	Pick up	Combis	Micros	Camión 2 ejes	
152	63	34	25	40	314

## 8. IMDA para el año 2024 puesta en servicio

**Tabla 22.**

*IMDa para el año 2024*

Vehículos Livianos				Veh. Pesados	IMDA
Autos	Pick up	Combis	Micros	Camión 2 ejes	
124	51	27	20	21	244

*Nota.* Elaboración propia

## 9. Cálculo del EE

**Tabla 23.**

*Cálculo de ejes equivalentes.*

Vehículo	IMDA 2042	Carga de vehículo por eje (Tn)	EE	EE.IMDA
	152	1	0.000527017	0.080106516
Autos	152	1	0.000527017	0.080106516
	63	1	0.000527017	0.033202043
Pick up	63	1	0.000527017	0.033202043
	34	1	0.000527017	0.017918563
Combi	34	1	0.000527017	0.017918563
	25	1	0.000527017	0.013175414
Micro	25	1	0.000527017	0.013175414
	40	7	1.265366749	50.61466995
C2	40	10	2.211793566	88.47174266

*Nota.* Elaboración propia

De donde se obtiene:

$$\sum EE.IMDA = 135.90$$

## 10. Cálculo del ESALs

$$ESALs = 365 * Fd * Fc * \Sigma EE.IMDA * Fca$$

**Tabla 24.**

*Estimación del ESALs*

$\Sigma$ EE.IMDA	Tiempo	Fd	Fc	Fca	EE=ESALs
135.90	365	0.5	1	28	<b>722231.52</b>

*Nota.* Elaboración propia

## **Anexo 08: Estudio hidrológico**

### **1. GENERALIDADES**

Se ha probado la capacidad hidráulica del sistema efectiva en relación con las necesidades hidrológicas de los caminos adyacentes a través de un estudio hidrológico e hidráulico, que se enfocará en determinar la magnitud colosal de lluvia de las cuencas hidrográficas que fluyen por el proyecto.

El ideal de este estudio es decretar el caudal de proyecto de las infraestructuras de desecamiento, como badenes, reguero y cloaca.

Los sistemas de drenaje para carreteras cumplen básicamente dos propósitos: a) mantener la estabilidad del pavimento y cuerpo subterráneo y b) restaurar las características naturales o artificiales del terreno, le sistema de drenaje y/o conducción de agua, estructura construida anteriormente, que, si no se tiene cuidado, las estructuras viales pueden dañarlas o alterarlas, lo que puede provocar daños ambientales, algunos de los cuales pueden ser irreversibles.

Desde la perspectiva y de un modo efectivo se debe tener en cuenta:

*a. En la etapa del planeamiento;*

Se aplica en el siguiente criterio para la situación del eje de la carretera:

1. Si es posible, evite colocar caminos en áreas húmedas o pantanosas, áreas con grandes deslizamientos de tierra, áreas con inundaciones periódicas, áreas con flujo de agua subterránea y áreas inestables y/o con pendientes pronunciadas.
2. Evite la proximidad a embalses y vías fluviales naturales o artificiales existentes tanto como sea posible, especialmente si pueden erosionar las plataformas de las autopistas.

*b. En el ciclo de proyecto del estilo de desecamiento;*

1. Acordar de resguardar la espesura consustancial efectiva en la ladera.
2. Mejorar el sistema de drenaje natural del territorio (río) para no dañarlo o reconstruirlo.
3. Nivele el nivel de la superficie del agua de lluvia en la acera hasta el canal de agua existente en la acera para evitar que se erosione.

4. Conservar el camino contra la erosión del agua.

Utilizando este criterio, se crean soluciones de ingeniería que, por su propia naturaleza, pueden agruparse del siguiente modo:

- Superficial del drenaje.
- Subterráneo del drenaje.

## **2. DRENAJE SUPERFICIAL**

### **Consideración General**

#### **a. Fin del Drenaje Superficial**

El ecuaníme es desdeñar el agua de la estrada para proteger su accesibilidad, estabilidad y resistencia.

Para evitar daños totales o parciales en la carretera y disminuir los efectos medioambientales perjudiciales de las fluctuaciones del caudal a lo largo del recorrido, es esencial un drenaje adecuado.

El superficial del drenaje percibe:

- La recopilación del agua procedente de los taludes y la plataforma.
- La evacuación del agua recolectada hacia cauces naturales

#### **b. Criterios Funcionales**

Un drenaje adecuado es primordial para evitar daños parcial o totalmente a la carretera y para reducir el impacto ambiental negativo de los cambios en el caudal a lo largo del curso.

- La solución técnica disponible
- La fácil obtención y el costo de mantenimiento y construcción.
- Correspondiente al daño final causado por el flujo de agua durante el ciclo de reintegrarse, es decir, el valor colosal durante el ciclo de diseño.

El caudal se elige en función del ciclo de retorno y tiene en cuenta la posibilidad de que el elemento de desagüe se obstruya:

- Ni la erosión ni la sedimentación pueden reducir la celeridad del agua en la parte de desecamiento epidérmico.

- Mantenga siempre el nivel máximo de agua de la capa de drenaje al menos a 0,10 metros del borde libre.

**c. Período de Retorno**

En función de la probabilidad o el riesgo de que se supere ese caudal, debe elegirse el caudal de diseño para el que deben instalarse los componentes de drenaje superficial de la calzada. La probabilidad o el riesgo de una inundación a lo largo de varios años varía en función de su frecuencia de recurrencia histórica o período de retorno.

**Tabla 25.**

*Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos periodos de retorno*

Período de retorno (años)	Años de vida útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	87.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	82.18%	96.82%	99.90%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	99.41%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	98.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.3%	18.14%
1000	1.00%	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10%	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

*Nota. Elaboración Propia*

Para zanjas y tuberías de inundación, se aconseja un periodo de retorno mínimo de 10 años. El periodo sugerido para las aguas residuales directas es de 50 años. Dependiendo del tipo de actividad de recuperación, la tabla muestra el periodo de retorno sugerido.

**Tabla 26.**

*Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en caminos de bajo volumen de tránsito*

TIPO DE OBRA	Periodo de Retorno en
Puentes y	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y	50
Alcantarilla de	10 – 20
Drenaje de la	10

*Nota. Elaboración Propia.*

### **3. CAUDAL DE ESCORRENTÍA**

Conservan diferentes hábitos por medio del cual se menciona:

#### **A. Métodos Racionales**

##### **a. Método Racional**

Se trata de aplicar la siguiente ecuación, que establece que la descarga es igual a un porcentaje de las precipitaciones multiplicado por la superficie del afluente:

$$Q = 27.52C I A$$

Siendo:

Q = Gasto en litros por Segundo

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la precipitación, conveniente al tiempo de concentración, en cm por hora.

A = Área a drenar en hectáreas.

Esta ecuación se enfoca en cierta hipótesis como:

- Si la duración de la intensidad pluviométrica es al menos igual a la duración de la intensidad pluviométrica, la proporción de escorrentía inducida por cualquier intensidad pluviométrica es mayor.
- La intensidad de lluvia que se mayor o igual que el tiempo de concentración produciendo una escorrentía máxima que es una fracción

de esa lluvia: Es decir, suponga una relación lineal entre Q e I tal que cuando I es igual a 0, Q es 0.

- El coeficiente de escorrentía es igual para las precipitaciones y para diferentes frecuencias de precipitación en una cuenca dada.

### Tabla 27.

*Coeficientes de escurrimiento que se utilizan en el método racional*

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Pavimentación de concreto bituminoso	0.80-0.90
Caminos de grava textura abierta	0.40-0.60
Tierra desnuda	0.20-0.80
Praderas de césped	0.10-0.40
Campos cultivados	0.20-0.40
Arenas de bosques	0.10-0.20
Ligeramente permeables	0.15-0.40
Suelos permeables	0.05-0.10

*Nota.* Elaboración Propia

Ya sea que la alcantarilla se diseñe mediante el método empírico o de comparación, el área se puede obtener directamente para que la forma y la pendiente de la alcantarilla se puedan proyectar desde el alcantarillado.

#### **b. MÉTODO RACIONAL ARMCO**

Empleado con un resultado satisfactorio en drenaje de aeropuertos durante los 35 años últimos, se basa en la ecuación siguiente:

$$Q = AIR / 36f$$

De donde se tiene que:

Q = Gasto de escurrimiento superficial.

I = Factor de impermeabilidad relativa o escurrimiento superficial.

A = Área drenada en hectáreas.

R = precipitación (cm/hora).

f = Factor para compensar la pendiente de la superficie.

**Tabla 28.**

*Factor "f" aplicado en el método racional armco*

PENDIENTES	FACTOR "f"
≤ 0.5	3.0
0.5 % a 1.0 %	2.5
≥ 1.0 %	2.0

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 29.**

*Valores de "I" para aplicación en método racional armco*

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	FACTOR DE ESCURRIMIENTO "I"
<b>CALLES</b>	
Asfalto	0.70-0.95
Concreto	0.80-0.95
Adoquín	0.70-0.85
Aceras y andadores	0.75-0.85
Techos	0.75-0.95
<b>CAMINOS</b>	
Pavimento de macadam	0.30-0.45
Pavimento asfáltico	0.85-0.95
Grava, textura abierta	0.40-0.60
Tierra desnuda	0.02-0.80

*Nota.* Elaboración propia

## **B. MÉTODOS EXPERIMENTALES.**

### **a. MÉTODO DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL**

#### ➤ **Fórmula de Burkli - Ziegler**

Esto implica que el alcantarillado prediga la cantidad de agua que se descargará, establecer la posible escorrentía de aguas pluviales. La fórmula de costeo de este proceso requiere el conocimiento de las precipitaciones, área a drenar, topografía y tipo de suelo en dicha área. Los 3 datos últimos se pueden establecer en cualquier lugar cuando sea necesario, pero no la cantidad de precipitación necesaria para conocer su valor máximo en un año significativo.

Luego se escribirá la ecuación de Burkli-Ziegler para el cálculo del caudal máximo de una alcantarilla motivo a fuertes lluvias en ciertas áreas pequeñas de tributarios (menos de 250 Has). La expresión de la fórmula anterior es:

$$Q = 0.022 CAI \left( \frac{S}{A} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Dónde:

Q = Gasto de la alcantarilla en (m<sup>3</sup>/seg).

A = Área tributaria de la cuenca en Has.

I = Precipitación pluvial en cm por hora, oportuno al aguacero con mayor intensidad (de 10 min de la totalidad de duración).

S = Pendiente promedio de la inclinación de la cuenca en m por Km.

**Tabla 30.**

*Clase de suelo "C"*

CLASE DE SUELO	"C"
Para calles pavimentadas y distritos comerciales	0.75
Para calles ordinarias de la ciudad	0.625
Para parques y calles con macadam	0.30
Para terrenos de cultivo	0.25

*Nota.* Elaboración Propia

➤ **Fórmula de Dickens**

Radica en tuberías de drenaje que sobresalen para dejar espacio para una cierta cantidad de agua. Se utiliza para la fórmula del área de entrada más grande en el alcantarillado debido a la precipitación diaria, que es de 0,25 kilómetros cuadrados. Esta fórmula dice:

$$Q = 0.01386 C(A)^{\frac{1}{4}}$$

Dónde:

Q = Escorrentía o caudal que absorberá la alcantarilla o puente procedente de la zona circundante (m<sup>3</sup>/seg.).

A = Área tributaria (Km<sup>2</sup>)

C = Coeficiente que depende de la clase de terreno yCde la altura total de lluvia en 24 horas.

**Tabla 31.**

*Valores De Coeficiente "C" Para Aplicación En Fórmula De Dickens*

CLASE DE TERRENO	Años de vida útil	
	10 cm en 24 horas	15 cm en 24 horas
Terreno plano	200	300
Terreno suave	250	325
Mucho lomerío	300	350

*Nota.* Elaboración propia

### **C. MÉTODOS EMPÍRICOS**

Este método se utiliza fundamentalmente cuando no hay obras de arte en el área y no hay información sobre el caudal máximo de la corriente o la precipitación. Estos métodos son muy comunes e involucran el uso de cierta fórmula empírica para calcular el área hidráulica en base a los caracteres topográficas del área drenada y la curva de drenaje.

Independientemente de si Talbot, Peck o Meyer calculan el área hidráulica a partir de la fórmula empírica, se puede observar que los resultados son muy diferentes, y el valor calculado a partir de la fórmula de Talbot es muy consistente. está cerca de la media del valor obtenido por la fórmula. Por las razones anteriores, la fórmula de Talbot se usa más que las fórmulas de Peck o Meyer en general.

La fórmula de Talbot se basa en muchas observaciones en el medio oeste de EE. UU., no tiene en cuenta la precipitación (mm/h), la velocidad de escorrentía u otros factores plausibles, no está seguro de la máxima intensidad, pero asume que es de 100 mm. / hora

El escurrimiento la velocidad fue menos de 3 m/s.

Ecuación Talbot da en el área de la alcantarilla requerida:

$$Q = 0.183 C (A)^{\frac{3}{4}}$$

En donde:

$a$  = área hidráulica o libre del tubo (m<sup>2</sup>)

$A$  = Área que se desea drenar (Ha)

$C$  = Coeficiente que depende de la topografía del suelo

**Tabla 32.**

Valores para “C” al aplicar la fórmula de TALBOT

TOPOGRAFIA DEL SUELO	“C”
Para terrenos con suelo rocosos y pendiente abruptas	1.00
Para terrenos quebrados con pendientes moderadas	2/3
Para valles irregulares muy anchos en comparación con su largo	1/2
Para terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es 3 ó 4 veces el ancho	1/4
Para zonas a nivel, no afectadas por acumulación de nubes o inundaciones fuertes.	1/5

Nota. Elaboración propia

La condición más favorable o suelo con drenaje subterráneo, C se reduce en un 50%, pero en pendientes más pronunciadas o cuando la parte superior del valle tiene una pendiente mucho más pronunciada que el canal de alcantarilla.

**D. MÉTODOS DIRECTOS**

**D.1. Método de Sección Pendiente**

Se basa en determinar el caudal que atraviesa el canal a través de porciones hidráulicas concretas y la pendiente del caudal. Para ello, es necesario seguir la trayectoria de la mayor superficie de agua en la que se sitúa la alcantarilla, así como construir la sección de cruce, la pendiente en la intersección y dos porciones distintas

con pendientes pronunciadas y por encima del nivel del agua. Se alcanzó la profundidad máxima.

El máximo caudal se calcula a partir del perímetro mojado, área hidráulica, la pendiente y en base al coeficiente de rugosidad de la pared del cauce.

Usando este elemento y la fórmula de Manning, se multiplica la velocidad por el área hidráulica conveniente nos da la carga máxima que debe llevar el alcantarillado.

Sin embargo, muy a menudo, a pesar de que el canal está limpio, no queda ningún curso de agua, por lo que en tales casos es práctico retirar la tarifa por medio del procedimiento de lluvia.

El área hidráulica, el radio hidráulico, la pendiente y el factor de rugosidad, determinados por la fórmula de Manning, son los siguientes:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

De donde se tiene que:

Q = Gasto en m<sup>3</sup>/seg.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = La sección transversal del flujo (en m<sup>2</sup>) dividida por el perímetro mojado (en m) da el radio hidráulico en m.

S = Pendiente del cauce promedio (m/m).

V = Velocidad media del flujo (m/s).

#### **4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA PRECIPITACIÓN**

##### **A. INTENSIDAD**

Para cada periodo, esto servirá como precipitación horaria de referencia. Se expresará en mm/h o en cm/h.

$$I_{máx.} = \frac{P}{T}$$

En donde:

P : Precipitación en altura de agua, mm.

T : Lapso de tiempo considerado; horas.

$I_{m\acute{a}x.}$  : Máxima Intensidad; mm/hora.

En realidad, deberan utilizarse las curvas intensidad-frecuencia-duración (IDF) y los registros pluviométricos para determinar la intensidad de diseño para una frecuencia dada (período de retorno); sin embargo, cuando no se disponía de estos datos, se aplicó el método de Gumbel utilizando el enfoque de probabilidad A sugerido para la aproximación ideal.

Este método debe tener la máxima precipitación diaria, datos de SENAMHI. Usando estos datos y los procedimientos interpretados, las fortalezas de la estructura pueden derivarse probabilísticamente. Este valor se usa junto con otros parámetros para usar fórmulas racionales para calcular la escorrentía esperada para proyectos hidráulicos.

## **B. PERÍODO DE DURACON**

Esta es otra característica importante de las precipitaciones registradas por pluviómetros. La duración es una cantidad específica de tiempo, en minutos y horas, de la duración total de una tormenta. Dado que no se realizaron censos de lluvia en el área de estudio, no fue posible establecer el intervalo de tiempo o la duración de la máxima intensidad. Merece la pena señalar que cuanto más larga sea la duración, menor será la intensidad.

## **C. FRECUENCIA**

Número de tormentas que se producen en un determinado periodo de tiempo con características específicas de fuerza y duración; a menudo se mide en años. la probabilidad o regularidad de superar el límite, siendo el tiempo de recuperación su recíproco. El periodo de retorno es el marco temporal en el que la estructura puede sobrevivir a los impactos de su diseño dentro de unos límites aceptables.

Existe distinta fórmula para establecer frecuencias; se presenta algunas:

California (1923) :  $m/N$

Hazen (1930) :  $(2m - 1)/2N$

Weibull (1939) :  $m/(N + 1)$

Dónde:

N: Total de valor de la muestra

m: Cantidad de orden del valor, ordenados de mayor a menor.

El caudal de diseño que proporciona la microcuenca debe obtenerse mediante una fórmula racional.

$$Q = CIA/3.6$$

Dónde:

Q = Caudal m<sup>3</sup>/seg. (Para cuencas pequeñas) en la sección en estudio.

I = Previsión del índice máximo de precipitación en milímetros por hora, con una duración igual al tiempo de concentración y al período de retorno.

A = Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

C = Coeficiente de escorrentía.

Para la predicción del flujo, los procedimientos racionales requieren curvas (IDF). En nuestro país, debido a la poca información de precipitación disponible, es difícil interpretar estas curvas.

Generalmente, la precipitación máxima es de solo 24 horas, por lo que la intensidad máxima de lluvia suele calcularse multiplicando la lluvia máxima en 24 horas por el factor de duración. La tabla 4.1.2.a (véase el manual DCPBVT) muestra el factor de duración, de 1 hora a 48. Puede utilizarse con precaución para calcular la fuerza si no hay mejor información disponible.

## **5. HIDROLOGÍA ESTADÍSTICA**

### **A. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC)**

El tiempo que demora una gota de agua en fluir desde el punto más alejado de la cuenca hasta el emisario (la estación de aforo) se conoce como TC. Este periodo viene determinado por las ventajas geográficas y las cualidades físicas de la cuenca. Cuando se produce la concentración, puede observarse en la escorrentía superficial, los canales, las zanjas y otras estructuras similares según el diseño.

Este tiempo varía en función de todos estos parámetros de las cuencas tributarias, incluidos la anchura, la pendiente, la vegetación y otros factores en menor medida.

El período de concentración real depende de una serie de variables, como la cuenca, la superficie, la pendiente, las propiedades del suelo, la cubierta vegetal, etc. El cálculo más sencillo se limita a tener en cuenta la pendiente, la superficie y la longitud del cauce principal de la cuenca. Se considera que el periodo de concentración dura 10 minutos o más.

Para determinar se emplearon:

- En caso de resalte de alta velocidad, sumideros de paso y relieve: fórmula KIRPICH.
- Para las cunetas: Formula de HATHAWAY.

✓ **Fórmula de Kirpich (1940):** La ecuación para analizar el tiempo de concentración se expresa por:

$$t_c = 0.0195K^{0.77}$$

Donde:  $K = L / S^{1/2}$

$$S = H / L$$

Luego:

$$K = L^{3/2} / H^{1/2}$$

Finalmente tenemos:

$$t_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

**Fórmula de Hathaway:**

$$t_c = \frac{0.606(LxN)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

**Dónde:**

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración, en min.

L = Máxima longitud del recorrido, en m.

H = Diferencia de elevación entre el punto extremo del cauce principal (m)

N = Factor adimensional por cobertura.

S = Pendiente, en m/m.

**Tabla 33.**

*Valores Del Factor "N" Adimensional Para Distintas Superficies*

TIPO DE SUPERFICIE	VALOR DE N
Suelos suaves impermeables	0.02
Suelos libre de piedras	0.1
Suelos con poco pasto o cultivos	0.2
Suelo cubierto con pastos	0.4
Suelos cubiertos con árboles	0.6
Suelos con árboles y gran densidad de campo.	0.8

*Nota.* Elaboración propia

**2.3.1.1. PRECIPITACIÓN E INTENSIDAD DE LLUVIA**

La estación pluviométrica de Chota no era capaz de gestionar precipitaciones de mayor intensidad. La evaluación de estas cantidades de precipitación se basa en los principios conceptuales de los fenómenos pluviométricos extremos de corta duración y gran intensidad, ya que estas cantidades de precipitación están vinculadas a células atmosféricas que, en la mayor parte del mundo, comparten propiedades físicas comparables. Estas directrices se basan en la noción de que los fenómenos de precipitaciones extremas suelen depender en cierta medida del lugar.

Concurre diferentes modelos que estiman la intensidad en función de la cantidad máxima de precipitación en un período de 24 horas:

✓ **Modelo de Frederick Bell**

Se usa para calcular la precipitación máxima. La ecuación es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.5)P_{60}^{10}$$

Dónde:

t = Tiempo de concentración, en min.

T = Periodo de retorno, en años.

$P_t^T$  = Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años.

$P_{60}^{10}$  = Precipitación caída en 60 minutos con un periodo de retorno de 10 años.

$$\text{El valor de } P_{60}^{10} = 0.3862 * P_{24hr}^{10}$$

Dónde:

$P_{60}^{10}$  = Precipitación máxima en 24 horas, para un periodo de retorno de 10 años.

Luego:

$$I = \frac{P_c^T * 60}{t_c} \text{ mm/h}$$

✓ **Modelo del Convenio IILA – SENAMHI – UNI y Dick & Peschke**

Según modelo de contrato IILA – SENAMHI – UNI, la precipitación máxima en la cuenca se puede determinar en la respectiva estación de control en base a la precipitación extrema en 24 horas, el modelo es apto para tormentas con duración de 3 a 24 horas y un modelo modificado de Dick y Peschke (Guevara, 1991) que dura menos de 3 horas.

La precipitación máxima, el tiempo de concentración, para grandes cuencas, se estimó mediante la siguiente expresión:

**Td > 3 horas**

$$P_t = P_{24h} \left( \frac{t_d}{1440} \right)^n$$

**Td < 3 horas**

$$P_t = P_{24h} \left( \frac{180}{1440} \right)^n \left( \frac{t_d}{180} \right)^{0.25}$$

Donde:

$P_t$  y  $P_d$  = Precipitación total (mm).

$t_d$  = Tiempo de duración igual al tiempo de concentración (minutos).

$D$  = Duración (mm).

$P_{24h}$  = Precipitación máxima en 24 horas (mm).

$n$  = constante regional (0.25)

#### ✓ **Modelo del US SOIL CONSERVATION**

La intensidad de lluvia se emplea el modelo matemático SCS:

$$I_{mm/hr} = \frac{0.451733 * P_{max}}{t_c^{0.4998}}$$

Dónde:

$I$  = Intensidad, en  $mm/hr$ .

$P_{máx}$  = Precipitación máxima en 24 horas, en mm.

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hrs.

**Tabla 26.**

**Información pluviométrica de la estación Ica**

Estación : SAN CAMILO - 000303

LATITUD : 6 32' 50" S

DEPARTAMENTO :

ICA

Categoría : CO

LONGITUD : 78 38' 55" W

PROVINCIA :

ICA

Registro : Precipitación Max. En 24 (mm)

ALTITUD : 2450 msnm

DISTRITO :

SANTIAGO

<i>Precip. Máxima en 24 horas</i>		AÑO	Pmax 24 hr	<i>Duración de lluvia en minutos</i>					
AÑO	MAXIMA			5	10	15	30	60	120
1985	3.00	1985	3.00	0.125	2.121	1.500	1.225	0.949	0.866
1986	4.00	1986	4.00	0.167	2.828	2.000	1.633	1.265	1.155
1987	2.00	1987	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577
1988	15.00	1988	15.00	0.625	10.607	7.500	6.124	4.743	4.330
1989	10.00	1989	10.00	0.417	7.071	5.000	4.082	3.162	2.887
1993	1.00	1993	1.00	0.042	0.707	0.500	0.408	0.316	0.289
1994	2.00	1994	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577
1995	1.00	1995	1.00	0.042	0.707	0.500	0.408	0.316	0.289
1996	2.00	1996	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577
1997	1.00	1997	1.00	0.042	0.707	0.500	0.408	0.316	0.289
1998	3.00	1998	3.00	0.125	2.121	1.500	1.225	0.949	0.866
1999	4.00	1999	4.00	0.167	2.828	2.000	1.633	1.265	1.155
2000	9.00	2000	9.00	0.375	6.364	4.500	3.674	2.846	2.598
2001	5.00	2001	5.00	0.208	3.536	2.500	2.041	1.581	1.443
2002	6.00	2002	6.00	0.250	4.243	3.000	2.449	1.897	1.732
2003	4.00	2003	4.00	0.167	2.828	2.000	1.633	1.265	1.155
2004	2.00	2004	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577
2005	2.00	2005	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577
2006	2.00	2006	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577
2008	1.00	2008	1.00	0.042	0.707	0.500	0.408	0.316	0.289
2009	6.00	2009	6.00	0.250	4.243	3.000	2.449	1.897	1.732
2011	6.00	2011	6.00	0.250	4.243	3.000	2.449	1.897	1.732
2012	1.00	2012	1.00	0.042	0.707	0.500	0.408	0.316	0.289
2013	14.00	2013	14.00	0.583	9.899	7.000	5.715	4.427	4.041
2014	2.00	2014	2.00	0.083	1.414	1.000	0.816	0.632	0.577

Nota: Elaboración propia.

# **DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.**

## **Anexo 09: Diseño geométrico.**

Dependen básicamente de la velocidad de diseño, la estructura del tráfico esperado y el volumen de tráfico para cumplir con las condiciones mínimas que permiten la circulación de cierto tipo de vehículos en la vía.

El diseño geométrico de la autovía investigada ha intentado adaptarse al terreno y desviaciones viarias existentes. Evitar en la medida de lo posible movimientos de tierra excesivos y/o construcciones estructurales caras.

Teniendo en cuenta el manual de diseño geométrico vial DG-2018, se han determinado a la siguiente característica en cuanto al trazado y diseño geométrico a seguir:

### **1. DISEÑO EN PLANTA**

#### **A. PLANO EN PLANTA**

El proyecto se definió con el software Civil 3D, que permite la visualización de curvas superficiales de dimensiones circulares, se obtiene interpolando todos los puntos marcados en ejes y sección transversal.

Adicionalmente se muestra puntos primordiales de la zona como: drenaje, población, topografía y otros. La distancia correspondiente utilizada para dibujar curvas superficiales fue de 0,50 m en vista de que se trata de un terreno llano.

#### **B. ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

##### **a. CURVA HORIZONTAL**

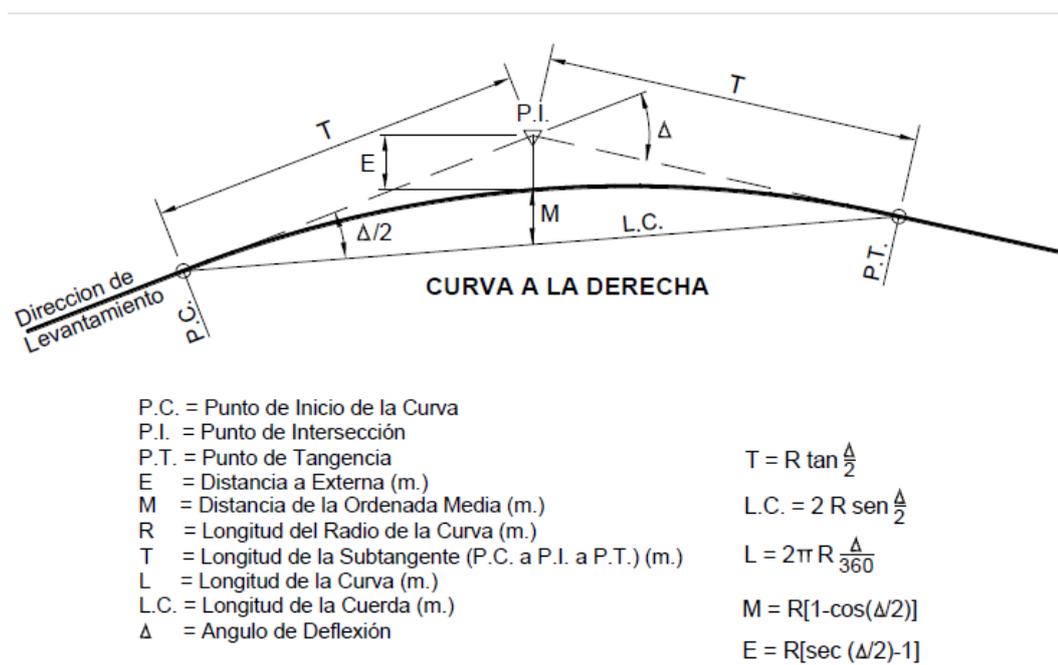
##### **- ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR**

Los siguientes elementos de curva horizontal circular y la nomenclatura se utilizan sin cambios de la siguiente manera:

<b>PC</b>	: Punto de inicio de la curva
<b>PI</b>	: Punto de intersección de 2 alineaciones consecutivas
<b>PT</b>	: Punto de tangencia
<b>E</b>	: Distancia a externa (m)
<b>M</b>	: Distancia de la ordenada media (m)
<b>R</b>	: Longitud del radio de la curva (m)
<b>T</b>	: Longitud de la subtangente (PC a PI y PI a PT) (m)
<b>L</b>	: Longitud de la curva (m)
<b>LC</b>	: Longitud de la cuerda (m)
$\Delta$	: Ángulo de deflexión ( $^{\circ}$ )
<b>p</b>	: Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)
<b>Sa</b>	: Sobreechanco que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m).

**Figura 22.**

*Elementos de la curva circular*

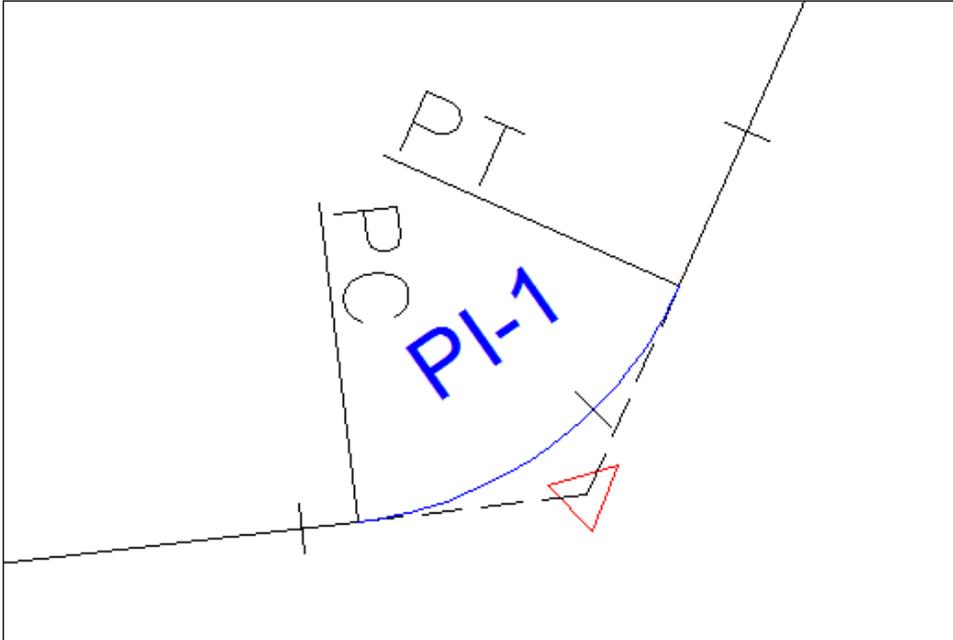


*Nota: DG-2018*

- CALCULO DE CURVA HORIZONTAL

Figura 23.

Elemento de curvas horizontales.



Nota. Elaboración propia.

$$PI = 0 + 057.839$$

$$\Delta = 59^{\circ}35'15''$$

$$R = 25 \text{ m}$$

$$T = R * \text{Tang}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 14.314 \text{ m}$$

$$LC = R \cdot \frac{\pi * \Delta}{180} = 26.00 \text{ m}$$

$$Km(PC) = Km(PI) - T = 0 + 057.839 - 14.314 = 0 + 043.525$$

$$Km(PT) = Km(PC) + LC = 0 + 043.525 + 26 = 0 + 069.525$$

**Tabla 34.***Resumen de elementos de curvas horizontales*

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	TANGENTE	L	L. C.	EXTERNA	M	P. I.	P. C.	P. T.	PI NORTE	PI ESTE
PI : 1	N68° 21' 24"E	0°52'04"	400.0	3.03	6.06	6.06	0.01	0.01	0+254.21	0+251.18	0+257.24	8424654.11	427160.57
PI : 2	N68° 29' 56"E	1°09'08"	650.0	6.54	13.07	13.07	0.03	0.03	0+421.80	0+415.26	0+428.33	8424717.1	427315.86
PI : 3	N37° 31' 47"E	63°05'26"	50.0	30.69	55.06	52.32	8.67	7.39	0+796.45	0+765.75	0+820.81	8424850.91	427665.81
PI : 4	N48° 42' 52"E	85°27'36"	50.0	46.19	74.58	67.85	18.07	13.27	0+927.42	0+881.23	0+955.81	8424987.46	427680.12
PI : 5	S88° 58' 17"E	0°49'55"	1055.0	7.66	15.32	15.32	0.03	0.03	1+198.11	1+190.45	1+205.77	8424980.19	427968.52
PI : 6	S89° 00' 08"E	0°46'14"	1650.0	11.1	22.19	22.19	0.04	0.04	1+462.46	1+451.36	1+473.55	8424977.37	428232.85

*Nota:* Elaboración propia.

- **VELOCIDAD DIRECTRIZ:**

Se toma en cuenta a la orografía de la zona. En lugares donde no hay cuestas, la velocidad puede ser alta y no demasiado costosa, aunque en lugares muy accidentados sería de mayor costo conservar una velocidad de diseño alta, ya que hay que hacer un trabajo muy costoso para conservar una línea segura. sólo es posible a través del tráfico. Esto solo tiene sentido si la demanda es muy alta.

Para este proyecto, al tratarse de un proyecto de rehabilitación de caminos existentes, el diseño debe adaptarse al terreno y trazado existente en la medida de lo posible por razones económicas, respetando los requisitos. Diseño geométrico mínimo.

**Tabla 35.**

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

**Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.**

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

Nota. DG-2018

$V_{\text{diseño}} = 40 \text{ km/h}$

**- RADIO MÍNIMO DE LAS CURVAS HORIZONTALES:**

Es el radio más pequeño que se puede conducir a la velocidad diseñada y la máxima tasa de elevación en condiciones admisibles de comodidad y seguridad. Para las vías terciarias, el uso de la fórmula a continuación produce el valor que se muestra en la tabla a continuación.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\max} + f_{\max})}$$

Donde:

- $R_{\min}$  : mínimo radio de curvatura.
- $e_{\max}$  : valor máximo del peralte.
- $f_{\max}$  : factor máximo de fricción.
- $V$  : velocidad específica de diseño

El valor máximo de la fricción lateral a utilizar es el que señala en el siguiente cuadro:

**Tabla 36.**

*Fricción transversal máxima en curvas*

<b>Fricción transversal máxima en curvas</b>	
<b>Velocidad de diseño Km/h</b>	<b><math>f_{\max}</math></b>
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

*Nota: DG, 2018*

Para cada velocidad direccional, la siguiente tabla también incluye los peraltes máximos permitidos, los radios mínimos y los valores máximos de fricción transversal.

**Tabla 37.***Radios mínimos*

**Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peralte máximos y valores límites de fricción.**

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

*Nota. Adaptado MTC, 2018*

**- GIRO MÍNIMO DE VEHÍCULO DE DISEÑO:**

La trayectoria que siguen la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y la rueda trasera derecha (trayectoria interior) determina la separación mínima que realiza 180 grados en el sentido contrario a las agujas del reloj. También de la

trayectoria externa, el espacio libre solicitado para la parte de vuelo del primer eje y el parachoques o los elementos más destacados también deben considerarse. Esta característica de alineación y sección de vehículos.

El radio de giro mínimo para el vehículo previsto es de 13,70 metros.

En consecuencia, para desarrollar este estudio e investigar un peralte máximo del 10% y un radio de giro mínimo de C3, tenemos:

**Tabla 38.**

*Radios mínimos*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305

*Nota. Adaptado MTC, 2018*

Radio mínimo →  $R = 50 \text{ m}$ .

**- TRAMOS EN TANGENTE:**

La longitud mínima de tramos rectos (en tangente) entre curvas es:

$$\text{Para curvas en } S \geq 1.39V \text{ (V en km/h)}$$

$$\text{Para curvas en } U \geq 2.78V \text{ (V en km/h)}$$

La longitud máxima de tramos en rectos o tangente o  $\leq 16.7V$  (V en km/h)

Para el proyecto actual; donde  $V = 40 \text{ km/h}$ ; la dimensión mínimas y máximas de la sección tangente son las siguientes:

**Longitud Mínima:**

$$\text{Para curvas en } S \geq 1.39 (40) = 55.60 \text{ m}$$

Para curvas en  $U \geq 2.78 (40) = 111.20 \text{ m}$

**Longitud Máxima:**  $\leq 16.7 (40) = 668.00 \text{ m}$

Es preferible anular la tangente cuando los requisitos de longitud mínima no pueden alcanzarse simplemente alargando las longitudes de transición en ESPIRAL.

- **SOBREANCHO DE LA CALZADA:**

Es esta anchura adicional de la superficie de rodadura de la carretera la que compensa el espacio extra que necesita un vehículo para maniobrar en las curvas. Para crear circunstancias de conducción similares a las tangentes, la carretera se ensancha al girar.

En curvas, el vehículo está diseñado para ocupar más anchura que en tramos rectos. También dificulta que los conductores mantengan su vehículo en el centro del carril. Esta tabla es una expansión teórica calculada por la fórmula, y se recomienda asumir la siguiente expansión:

$$S = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

n: N° de carriles = 2

R: Radio de la curva = (indicado)

L: Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del veh. = 9.1 m.

V: Velocidad Directriz Km/h = 40

**Tabla 39.***Sobre anchos adoptados:*

<b>N° CURVA</b>	<b>RADIO (m)</b>	<b>SOBREANCHO CALCULADO (m)</b>	<b>ASUMIDO (m)</b>
PI : 1	400.0	0.59	0.60
PI : 2	650.0	0.39	0.40
PI : 3	50.0	3.97	3.00
PI : 4	50.0	3.97	3.00
PI : 5	1055.0	0.26	0.30
PI : 6	1650.0	0.18	0.40
PI : 7	50.0	3.97	3.00
PI : 8	600.0	0.41	0.40
PI : 9	500.0	0.48	0.40
PI : 10	3860.0	0.09	0.00
PI : 11	500.0	0.48	0.40
PI : 12	50.0	3.97	3.00
PI : 13	1000.0	0.27	0.20
PI : 14	50.0	3.97	3.00
PI : 15	800.0	0.32	0.30
PI : 16	50.0	3.97	3.00
PI : 17	400.0	0.59	0.60
PI : 18	350.0	0.66	0.60
PI : 19	500.0	0.48	0.50
PI : 20	250.0	0.89	0.90
PI : 21	50.0	3.97	3.00
PI : 22	1000	0.27	0.30

*Nota.* Elaboración propia.

## **2. DISEÑO EN PERFIL**

### **A. PLANO DE PERFIL**

Con la información del sitio, incluidas las alturas de los distintos postes a lo largo del eje de la línea, comenzamos dibujando una sección longitudinal del terreno usando una escala de 1:2000 para los ejes horizontal y vertical que representan la altura. Cada esfuerzo a una escala de 1:200. Cabe señalar que se intenta utilizar una relación que mantenga una relación de 10 a 1 correspondientemente, que es el parámetro indicado para una buena precisión en el diseño de presas.

### **TRAZADO DE SUBRASANTE**

Después de dibujar el esquema vertical de la tierra, se puede colocar el sub-nivel. Esto se puede definir como la intersección del plano vertical. El plano vertical pasa a través del eje de la carretera. Se compone de una línea recta conectada al arco de la curva vertical parabólica con el plano de la plataforma de proyección. De esta manera, el esquema irregular del terreno ha sido reemplazado por planos uniformes.

Así pues, la subrasante establece el método de modificación del terreno y sirve de guía para determinar la altura de desmonte y terraplén de cada estaca.

Se debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Es recomendable buscar una plataforma que establezca, en la medida de lo posible, una carga transversal y longitudinal de la que se desplazará el rollo, ya que ambas abaratan el movimiento de tierras y aceleran la matanza.
- Respetar las pendientes máximas y mínimas.

### **B. SUB RASANTE**

Formado por la carrera del terreno natural, sus elementos esenciales son la parte de inclinación (con pendiente positiva o pendiente negativa) y curva vertical (cóncava y convexa). Normas técnicas, para hacer el movimiento mínimo de la tierra posible. Para este proyecto, tiene los elementos siguientes de nivel sub-nivel:

**a. PENDIENTES**

**Pendiente Mínima. -**

Se debe proporcionar una pendiente mínima de alrededor del 0,5% para garantizar que el agua superficial se escurra en cualquier parte de la carretera. Pueden surgir casos especiales:

Si el pavimento tiene una descarga del 2% y no tiene bermas y/o cunetas, las secciones con una pendiente de hasta el 0,2% se pueden mantener bien.

Podrán aplicarse pendientes iguales a cero en casos excepcionales cuando el bombeo sea del 2,5%. La pendiente mínima aceptable y exigida es del 0,5% cuando hay bermas. Cuando se anule la pendiente transversal, las zonas de transición del peralte corresponderán tener una pendiente mínima del 0,5%.

**Pendientes Máximas. -**

La pendiente debe tener en cuenta la seguridad del transporte de vehículos pesados en los peores escenarios.

**Tabla 40.**

*Pendientes máximas*

**Tabla 303.01**  
Pendientes máximas (%)

Demanda Vehículos/día	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	8.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Nota: DG-2018

En general, la longitud del tramo con esta pendiente no debe ser superior a 180 m cuando se utilicen pendientes superiores al 9% en la construcción de carreteras. En

tramos de longitud superior a 2000 m, la pendiente media máxima no debe ser superior al 6%.

En esquinas con un radio menor a 50, se debe evitar una pendiente de más del 8%, ya que la pendiente en el sistema aumenta de manera significativa.

*Para nuestro proyecto, las pendientes mínimas y máximas estimadas son:*

- Pendiente máxima de diseño: 9.00% (DG, 2018)
- Pendiente mínima: 0.35 %

Dado que se ha tenido en cuenta una tasa de bombeo del 3,5%, que garantiza el drenaje de este tramo, la pendiente en este caso excepcional se eligió de acuerdo con las circunstancias paisajísticas de esta parte por motivos económicos. Como resultado, no hay problemas con el drenaje de la carretera.

### **C. RASANTE**

El nivel de la carretera consta de las alturas de la carretera terminada. En pocas palabras, las cotas que se alcanzarán cuando finalicen los trabajos de mejora de la explanada y se coloque la capa de refuerzo especificada en el plano de pavimentación.

En este proyecto, las obras de mejora del suelo y el cálculo del espesor de la capa estabilizada se definen con detalle en el capítulo correspondiente a diseño de pavimentos.

### **D. Distancia de visibilidad de parada**

Distancia mínima que debe pasar por delante de un objetivo inmóvil para que un vehículo que se desplaza a su velocidad de diseño se detenga.

Para calcular la distancia de frenado en un pavimento mojado hay que jugar con la siguiente fórmula:

$$Dp = 0.278 * V * tp + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

Dónde:

Dp: Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

Tp: Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración en m/s<sup>2</sup>

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción está representada por el primer término de la fórmula ( $d_{tp}$ ), y la distancia recorrida durante el frenado para detenerse está representada por el segundo término ( $d_f$ ).

Tanto para carreteras cuesta arriba como cuesta abajo con una pendiente superior al 3%, puede estimarse utilizando el método que se muestra a continuación:

$$Dp = 0.278Vt_p + \frac{V^2}{254\left(\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm i\right)}$$

Donde:

d: distancia de frenado en metros

V: velocidad de diseño en km/h

a: deceleración en m/s<sup>2</sup>

i: Pendiente longitudinal

+i: Subidas en relación al sentido de circulación

-i: Bajadas en relación al sentido de circulación.

**Figura 24.**

*Distancia de parada*

### Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

*Nota: La distancia de reacción de frenado calculado en tiempo 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de 3.4 m/s<sup>2</sup>., de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 de AASHTO.*

*Nota: DG 2018*

Distancia de visibilidad de Parada: 50 m

### 3. DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

#### PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES

Habiendo definido los contornos del subsuelo, obtuvimos las alturas a lo largo del eje de la carretera, pero es necesario determinar la sección transversal, que incluye todos los elementos que llegan a la carretera, por ejemplo: ancho de la carretera, bordes, bombeo, zanjas, taludes transversales durante el corte o relleno, etc. Este tramo se denomina Modelo Constructivo, que define un tramo diferente en función del tipo de material de cada tramo de carretera.

#### a. ANCHO DE CALZADA

Se ha estimado un ancho de 6.00 m como ancho de calzada, tomando en consideración las condiciones de terrenos agrícolas y zonas urbanas.

**Tabla 41.**

*Anchos mínimos de calzadas*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			6.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h											7.20	7.20					6.60	6.60	6.60	6.00
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

**Notas:**

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

*Nota: DG-2018*

**b. BERMAS**

**Tabla 42.**

*Anchos de bermas*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera									
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	1.20	0.90	0.90			
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90			
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20				
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20				
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20				
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20				
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00									
110 km/h	3.00	3.00			3.00																	
120 km/h	3.00	3.00			3.00																	
130 km/h	3.00																					

**Notas:**

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase
- c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Tópico 304.12](#), debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Nota: DG-2018

El manual de diseño geométrico DG-2018 sugiere una anchura mínima de la berma de 0,50 m, teniendo en cuenta la topografía local.

**c. BOMBEO**

**Tabla 43.**

*Bombeos de calzada*

*Valores del bombeo de la calzada*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Nota: DG-2018

**d. DERECHO DE VÍA**

**Tabla 44.**

*Anchos mínimos de derecho de vía*

***Anchos mínimos de Derecho de Vía***

<b>Clasificación</b>	<b>Anchos mínimos (m)</b>
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
<b>Carretera Tercera Clase</b>	<b>16</b>

*Nota. DG-2018*

Por ende, se han considerado las siguientes variables para la sección transversal teniendo en cuenta los parámetros del Manual de Diseño DG-2018:

- Ancho de Calzada: 6.0 m
- Bombeo: 2.0 %
- Máximo Peralte: 8 %
- Bermas: 0.5 m
- Ancho total de plataforma: 8.20 m
- Derecho de vía: **16** m (8 a cada lado del eje)
- Cunetas: revestidas en piedra y mortero
- Talud de corte (H:V) : 1:1
- Talud de relleno (V:H): 1:1.5

**E. SECCIÓN TÍPICA**

Sección típica del tramo entre la progresiva 0+000 hasta la 9+069.17.

Sección típica tramo 0+000 hasta la 1+515.880 – Tramo C.P Los Castillos.

**Tabla 45.**

Resumen de resultados de parámetros de diseño

<b>Parámetro</b>	<b>Resultados</b>
<b>Clasificación de la carretera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por su demanda: Carretera de tercera clase.</li> <li>– Por su orografía: Terreno ondulado (tipo 2).</li> </ul>
<b>Velocidad de diseño</b>	40 km/h
<b>Alineamiento horizontal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Longitud en tangente:               <ul style="list-style-type: none"> <li><math>L_s = 56\text{ m}</math></li> <li><math>L_o = 111\text{ m}</math></li> <li><math>L_{max} = 668\text{ m}</math></li> </ul> </li> <li>– Radio mínimo = 50 m</li> <li>– Longitud total de la vía: 10,585.05 metros.</li> <li>– Posee 22 curvas circulares horizontales:</li> <li>– Posee 23 tramos en tangente.</li> <li>– Peralte máximo en las curvas es de 8%.</li> </ul>
<b>Alineamiento vertical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pendiente máxima de 9%</li> <li>– Pendiente mínima de 0.35%</li> </ul>
<b>Sección transversal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calzada de 6.0 m., lo que le corresponde 3.00 m. a cada carril y con un bombeo de 2.0 %.</li> <li>– Bermas de 0.50 m. a cada lado, con una inclinación del 4%.</li> <li>– El derecho de vía debe tener mínimo 16 metros.</li> <li>– Talud de corte (H:V) es de 1:1</li> <li>– Talud de relleno (V:H) es de 1:1.5</li> </ul>
<b>Movimiento de tierras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Volumen total neto de 60,728.94 m<sup>3</sup></li> </ul>

Nota: Elaboración propia.

## Resumen de resultados diseño geométrico.

### Longitud de tangentes

**Tabla 46.**

*Tabla de elementos en tangente*

N° TANG.	LONGITUD	VEL. DISEÑO	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	VERIFICACION DE RADIO MINIMO
1	251.181	40 km/h	0+000.000	0+251.181	<i>Cumple</i>
2	158.020	40 km/h	0+257.239	0+415.259	<i>Cumple</i>
3	337.422	40 km/h	0+428.331	0+765.753	<i>Cumple</i>
4	60.422	40 km/h	0+820.810	0+881.232	<i>Cumple</i>
5	234.637	40 km/h	0+955.810	1+190.447	<i>Cumple</i>
6	245.595	40 km/h	1+205.767	1+451.362	<i>Cumple</i>
7	585.506	40 km/h	1+473.552	2+059.058	<i>Cumple</i>
8	625.994	40 km/h	2+137.351	2+763.345	<i>Cumple</i>
9	642.492	40 km/h	2+771.513	3+414.005	<i>Cumple</i>
10	586.394	40 km/h	3+419.601	4+005.995	<i>Cumple</i>
11	619.478	40 km/h	4+022.832	4+642.310	<i>Cumple</i>
12	379.470	40 km/h	4+661.023	5+040.494	<i>Cumple</i>
13	416.609	40 km/h	5+079.509	5+496.118	<i>Cumple</i>
14	390.566	40 km/h	5+517.042	5+907.608	<i>Cumple</i>
15	376.584	40 km/h	5+977.318	6+353.902	<i>Cumple</i>
16	360.679	40 km/h	6+364.790	6+725.469	<i>Cumple</i>
17	171.736	40 km/h	6+801.222	6+972.958	<i>Cumple</i>
18	303.792	40 km/h	6+983.220	7+287.012	<i>Cumple</i>
19	317.127	40 km/h	7+295.475	7+612.602	<i>Cumple</i>
20	268.256	40 km/h	7+628.629	7+896.886	<i>Cumple</i>
21	224.786	40 km/h	7+902.565	8+127.351	<i>Cumple</i>
22	407.711	40 km/h	8+175.847	8+583.557	<i>Cumple</i>
23	471.908	40 km/h	8+597.262	9+069.170	<i>Cumple</i>

*Nota: Elaboración propia.*

**Tabla 47.***Cálculo de sobreesanchos*

<b>N° CURVA</b>	<b>RADIO (m)</b>	<b>SOBRESANCHO CALCULADO (m)</b>	<b>ASUMIDO (m)</b>
PI : 1	400.0	0.59	0.60
PI : 2	650.0	0.39	0.40
PI : 3	50.0	3.97	3.00
PI : 4	50.0	3.97	3.00
PI : 5	1055.0	0.26	0.30
PI : 6	1650.0	0.18	0.40
PI : 7	50.0	3.97	3.00
PI : 8	600.0	0.41	0.40
PI : 9	500.0	0.48	0.40
PI : 10	3860.0	0.09	0.00
PI : 11	500.0	0.48	0.40
PI : 12	50.0	3.97	3.00
PI : 13	1000.0	0.27	0.20
PI : 14	50.0	3.97	3.00
PI : 15	800.0	0.32	0.30
PI : 16	50.0	3.97	3.00
PI : 17	400.0	0.59	0.60
PI : 18	350.0	0.66	0.60
PI : 19	500.0	0.48	0.50
PI : 20	250.0	0.89	0.90
PI : 21	50.0	3.97	3.00
PI : 22	1000	0.27	0.30

*Nota: Elaboración propia.*

**Tabla 48.**

*Sección transversal*

<b>CARACTERISTICAS GEOMETRICAS EN SECCIÓN TRANSVERSAL</b>					
Tang.	RADIO	ANCHO/SOBREANCHO	BOMBEO	BERMAS	PERALTE
N° CURVA	Diseñado	Diseñado	Diseñado	Diseñado	Calculado
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C1	400	6.6	3.00%	0.5	-0.60
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C2	650	6.4	3.00%	0.5	-0.40
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C3	50	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C4	50	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C5	1055	6.3	3.00%	0.5	-0.30
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C6	1650	6.4	3.00%	0.5	-0.40
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C7	50	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C8	600	6.4	3.00%	0.5	-0.40
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C9	500	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C10	3860	6.4	3.00%	0.5	-0.40
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C11	500	6.4	3.00%	0.5	-0.40
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C12	50	6.0	3.00%	0.5	0.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C13	1000	6.4	3.00%	0.5	-0.40
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C14	50	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C15	800	6.2	3.00%	0.5	-0.20
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C16	50	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C17	400	6.6	3.00%	0.5	-0.60
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C18	350	6.6	3.00%	0.5	-0.60
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C19	500	6.5	3.00%	0.5	-0.50
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C20	250	6.9	3.00%	0.5	-0.90
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C21	50	9.0	3.00%	0.5	-3.00
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C22	1000	6.3	3.00%	0.5	-0.30

*Nota: Elaboración propia.*

## Curvas horizontales

**Tabla 49.**

*Radios mínimos de curvas horizontales*

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	TANGENTE	L	L. C.	EXTERNA	M	P. I.	P. C.	P. T.	PI NORTE	PI ESTE	VERIFICACION DE RADIO MINIMO
PI : 1	N68° 21' 24"E	0°52'04"	400.0	3.03	6.06	6.06	0.01	0.01	0+254.21	0+251.18	0+257.24	8424654.11	427160.57	Cumple
PI : 2	N68° 29' 56"E	1°09'08"	650.0	6.54	13.07	13.07	0.03	0.03	0+421.80	0+415.26	0+428.33	8424717.1	427315.86	Cumple
PI : 3	N37° 31' 47"E	63°05'26"	50.0	30.69	55.06	52.32	8.67	7.39	0+796.45	0+765.75	0+820.81	8424850.91	427665.81	Cumple
PI : 4	N48° 42' 52"E	85°27'36"	50.0	46.19	74.58	67.85	18.07	13.27	0+927.42	0+881.23	0+955.81	8424987.46	427680.12	Cumple
PI : 5	S88° 58' 17"E	0°49'55"	1055.0	7.66	15.32	15.32	0.03	0.03	1+198.11	1+190.45	1+205.77	8424980.19	427968.52	Cumple
PI : 6	S89° 00' 08"E	0°46'14"	1650.0	11.1	22.19	22.19	0.04	0.04	1+462.46	1+451.36	1+473.55	8424977.37	428232.85	Cumple
PI : 7	N46° 31' 28"E	89°43'02"	50.0	49.75	78.29	70.54	20.54	14.56	2+108.81	2+059.06	2+137.35	8424961.76	428879.02	Cumple
PI : 8	N1° 16' 33"E	0°46'48"	600.0	4.08	8.17	8.17	0.01	0.01	2+767.43	2+763.35	2+771.51	8425641.31	428898.78	Cumple
PI : 9	N1° 12' 24"E	0°38'29"	500.0	2.8	5.6	5.6	0.01	0.01	3+416.80	3+414.00	3+419.60	8426290.6	428908.82	Cumple
PI : 10	N1° 39' 08"E	0°15'00"	3860.8	8.42	16.84	16.84	0.01	0.01	4+014.41	4+005.99	4+022.83	8426888	428924.75	Cumple
PI : 11	N0° 42' 18"E	2°08'40"	500.0	9.36	18.71	18.71	0.09	0.09	4+651.67	4+642.31	4+661.02	8427524.95	428944.51	Cumple
PI : 12	N22° 43' 17"W	44°42'30"	50.0	20.56	39.02	38.03	4.06	3.76	5+061.06	5+040.49	5+079.51	8427934.33	428941.89	Cumple
PI : 13	N44° 28' 34"W	1°11'56"	1000.0	10.46	20.92	20.92	0.05	0.05	5+506.58	5+496.12	5+517.04	8428250.44	428624.95	Cumple
PI : 14	N83° 49' 03"W	79°52'54"	50.0	41.87	69.71	64.2	15.21	11.66	5+949.48	5+907.61	5+977.32	8428569.69	428317.97	Cumple
PI : 15	S56° 37' 54"W	0°46'47"	800.0	5.44	10.89	10.89	0.02	0.02	6+359.35	6+353.90	6+364.79	8428334.14	427965.55	Cumple
PI : 16	N79° 34' 30"W	86°48'25"	50.0	47.29	75.75	68.71	18.82	13.67	6+772.76	6+725.47	6+801.22	8428109.11	427618.75	Cumple
PI : 17	N36° 54' 23"W	1°28'11"	400.0	5.13	10.26	10.26	0.03	0.03	6+978.09	6+972.96	6+983.22	8428290.06	427486.45	Cumple
PI : 18	N36° 56' 55"W	1°23'08"	350.0	4.23	8.46	8.46	0.03	0.03	7+291.24	7+287.01	7+295.47	8428538.03	427295.2	Cumple
PI : 19	N37° 10' 27"W	1°50'12"	500.0	8.01	16.03	16.03	0.06	0.06	7+620.62	7+612.60	7+628.63	8428803.63	427100.42	Cumple
PI : 20	N37° 26' 30"W	1°18'06"	250.0	2.84	5.68	5.68	0.02	0.02	7+899.73	7+896.89	7+902.56	8429023.3	426928.22	Cumple
PI : 21	N64° 34' 38"W	55°34'20"	50.0	26.35	48.5	46.62	6.52	5.77	8+153.70	8+127.35	8+175.85	8429226.69	426776.12	Cumple
PI : 22	S88° 01' 46"W	0°47'07"	1000	6.85	13.7	13.7	0.02	0.02	8+590.41	8+583.56	8+597.26	8429208.5	426335.59	Cumple

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 50.**

*Verificación en perfil*

N° PIV	Características geométricas en Perfil						Pendiente de entrada		Pendiente de salida		Longitud con Dp			Longitud con Da			verificación	
	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de salida (%)	Tipo de curva vertical	A	Longitud de curva (m)	K	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Dp	Dp < L	Dp > L	Da	Da < L	Da > L	L'	SEÑALIZAR
1		0.58%																
2	0.58%	-0.35%	Convexa	0.93	58.25	62.72	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	9.23	-227.78	270	71.67	-477.20	72	SI NECESITA
3	-0.35%	4.33%	Concava	4.68	46.82	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	46.44	44.48				47	NO NECESITA
4	4.33%	-3.65%	Convexa	7.98	89.67	11.24	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	79.19	72.40	270	614.95	421.45	615	SI NECESITA
5	-3.65%	-0.35%	Concava	3.3	32.97	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	79.96	67.91				68	SI NECESITA
6	-0.35%	7.48%	Convexa	7.83	78.32	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	77.71	71.64				78	NO NECESITA
7	7.48%	0.57%	Convexa	6.91	35.23	5.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	68.58	66.27	270	532.49	403.10	532	SI NECESITA
8	0.57%	2.18%	Concava	1.61	27.83	17.27	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	15.98	-84.27				28	NO NECESITA
9	2.18%	0.37%	Convexa	1.81	52.81	29.13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	43.86	-58.94	270	139.48	17.35	139	SI NECESITA
10	0.37%	-4.44%	Convexa	4.81	73.86	15.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	47.73	46.30	270	370.66	343.33	371	SI NECESITA
11	-4.44%	3.56%	Concava	8	80.00	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	193.84	158.44				158	SI NECESITA
12	3.56%	0.49%	Convexa	3.07	64.08	20.91	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	30.47	9.07	270	236.58	231.86	237	SI NECESITA
13	0.49%	4.44%	Concava	3.95	39.48	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	39.20	32.00				39	NO NECESITA
14	4.44%	0.35%	Convexa	4.09	40.88	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	99.10	97.67	270	315.18	308.70	315	SI NECESITA
15	0.35%	4.22%	Convexa	3.87	38.67	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	38.41	30.35				39	NO NECESITA
16	4.22%	-2.60%	Convexa	6.82	68.21	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	67.68	65.67	270	525.56	401.29	526	SI NECESITA
17	-2.60%	0.35%	Concava	2.95	29.51	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	71.48	49.63				50	SI NECESITA
18	0.35%	4.75%	Concava	4.4	44.03	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	43.67	40.18				44	NO NECESITA
19	4.75%	-0.88%	Convexa	5.63	56.30	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	55.87	55.87	270	433.86	371.97	434	SI NECESITA
20	-0.88%	-2.89%	Convexa	2.02	20.18	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	20.05	-44.44	270	155.66	71.68	156	SI NECESITA
21	-2.89%	2.74%	Concava	5.64	56.37	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	136.66	131.84				132	SI NECESITA
22	2.74%	3.62%	Concava	0.88	21.63	24.65	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	21.32	-355.84				22	NO NECESITA
23	3.62%	-1.41%	Convexa	5.03	50.30	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	49.92	49.18	270	387.62	351.93	388	SI NECESITA
24	-1.41%	-5.93%	Convexa	4.52	45.24	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	109.52	109.50	270	348.32	330.71	348	SI NECESITA
25	-5.93%	0.45%	Concava	6.38	63.84	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	63.32	62.47				64	NO NECESITA
26	0.45%	5.28%	Concava	4.83	48.31	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	47.93	46.58				48	NO NECESITA
27	5.28%	1.42%	Convexa	3.86	39.11	10.14	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	38.31	30.13	270	297.46	294.92	297	SI NECESITA
28	1.42%	-3.30%	Convexa	4.72	47.18	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	114.37	114.27	270	363.73	339.58	364	SI NECESITA
29	-3.30%	0.49%	Concava	3.79	37.90	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	37.61	28.62				38	NO NECESITA
30	0.49%	3.62%	Concava	3.12	31.25	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	30.96	10.72				31	NO NECESITA
31	3.62%	-2.54%	Convexa	6.15	67.91	11.04	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	61.03	60.62	270	473.93	386.18	474	SI NECESITA
32	-2.54%	1.90%	Concava	4.43	44.32	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	107.34	107.21				107	SI NECESITA
33	1.90%	0.35%	Convexa	1.55	48.13	31.12	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	37.56	-106.06	270	119.45	-70.32	119	SI NECESITA
34	0.35%	2.84%	Concava	2.49	24.94	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	24.71	-14.91				25	NO NECESITA
35	2.84%	0.42%	Convexa	2.42	24.19	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	24.02	-18.58	270	186.49	149.09	186	SI NECESITA
36	0.42%	-4.16%	Convexa	4.58	50.91	11.11	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	45.45	43.00	270	352.94	333.45	353	SI NECESITA
37	-4.16%	-0.14%	Concava	4.02	40.21	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	97.40	95.51				96	SI NECESITA
38	-0.14%	-1.98%	Convexa	1.84	68.00	36.88	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	44.58	-54.36	270	141.79	25.87	142	SI NECESITA
39	-1.98%	2.01%	Concava	3.99	56.63	16.70	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	39.60	32.80				67	NO NECESITA
40	2.01%	-2.69%	Convexa	4.7	46.97	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	113.88	113.81	270	362.19	338.72	362	SI NECESITA
41	-2.69%	-0.35%	Concava	2.34	23.36	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	56.70	4.69				23	NO NECESITA
42	-0.35%	4.02%	Convexa	4.37	43.72	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	105.89	105.64				106	SI NECESITA
43	4.02%	-2.89%	Convexa	6.91	69.13	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	68.58	66.27	270	532.49	403.10	532	SI NECESITA
44	-2.89%	2.32%	Concava	5.22	52.15	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	126.48	124.59				125	SI NECESITA
45	2.32%	-2.27%	Convexa	4.59	68.49	14.92	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	111.22	111.22	270	353.71	333.90	354	SI NECESITA
46	-2.27%	-0.69%	Concava	1.58	67.48	42.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	15.68	-88.00				67	NO NECESITA
47	-0.69%	2.83%	Convexa	3.52	35.19	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	85.29	77.54				78	SI NECESITA
48	2.83%	0.40%	Convexa	2.43	24.30	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	58.88	12.74	270	187.26	150.70	187	SI NECESITA
49	0.40%	-7.27%	Convexa	7.67	76.71	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	185.84	155.70	270	591.06	416.66	591	SI NECESITA
50	-7.27%	0.35%	Concava	7.62	53.93	7.08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	56	75.62	70.53				71	SI NECESITA
51	0.35%	3.45%	Concava	3.1	30.96	10.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	75.11	57.97				58	SI NECESITA
52	3.45%	-2.31%	Convexa	5.76	50.75	8.81	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	139.57	133.72	270	443.87	375.76	444	SI NECESITA
53	-2.31%	3.16%	Concava	5.48	56.83	10.37	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	111	132.78	129.21				129	SI NECESITA
54	3.16%																	

*Nota. Elaboración propia.*

## Anexo 10: Diseño de pavimento

### A. Correlación de C.B.R.

De acuerdo a la clasificación granulométrica por los dos métodos (SUCS y AASTHO) obtenidos en el presente estudio se ubica dos CBR uno por cada tipo de suelo y son los siguientes:

**Tabla 51.**

*CBR por tipo de suelo*

UBICACION	CLASIFICACION		CBR
CALICATAS	SUCS	AASTHO	95% MDS
C-1, C-2, C-3, C-10	ML	A-4 (4)	11.20 %
C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	SM	A-2-4 (0)	15.10 %

*Nota:* Elaboración propia.

De acuerdo a los CBR realizados para el proyecto, se ha tomado en consideración para el diseño de pavimento el valor del CBR más desfavorable.

**Tabla 52.**

*CBR de diseño*

UBICACION	CLASIFICACION		CBR
CALICATAS	SUCS	AASTHO	95% MDS
C-1, C-2, C-3, C-10	ML	A-4 (4)	11.20 %

*Nota:* Elaboración propia.

## **1. Determinación del espesor del pavimento (Método AASHTO)**

### **Profundidad de Cimentación**

Considerando la condición mecánica y física de acuerdo a las características del perfil del subsuelo y el tipo de carpeta propuesta, se recomienda emplear los métodos de la AASHTO y del INSTITUTO DEL ASFALTO.

### **Características del material a utilizar del suelo:**

- ✓ EE. IMDA = 314 (dato del estudio de tráfico)
- ✓ CBR subrasante = 11.20%
- ✓ CBR base = 97.44%
- ✓ Zona = Costa
- ✓ Tasa de crecimiento = 3.54%

### **Periodo de Diseño:**

El periodo de diseño es de 20 años.

### **Módulo Resiliente:**

Usando la siguiente correlación:

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64}$$

Se tiene:

$$Mr = 11991.97 \text{ psi}$$

### **Confiabilidad:**

La confiabilidad es una manera de agregar cierto nivel de seguridad al proceso de diseño para garantizar que los parámetros seleccionados coincidan con el modelo hipotético. El nivel de confiabilidad utilizado en el diseño debería aumentar directamente en función del volumen de tráfico y la demanda del público.

**Tabla 53.***Nivel de Confiabilidad*

Tipo de Caminos	Trafico	EE		R%
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP0	100,000	150,000	65 %
	TP1	150,001	300,000	70 %
	TP2	300,001	500,000	75 %
	TP3	500,001	750,000	80 %
	TP4	750,001	1,000,000	80 %
RESTO DE CAMINOS	TP5	1,000,001	1,500,000	85 %
	TP6	1,500,001	3,000,000	85 %
	TP7	3,000,001	5,000,000	85 %
	TP8	5,000,001	7,500,000	90 %
	TP9	7,500,001	10,000,000	90 %
	TP10	10,000,001	12,500,000	90 %
	TP11	12,500,001	15,000,000	90 %
	TP12	15,000,001	20,000,000	95 %
	TP13	20,000,001	25,000,000	95 %
	TP14	25,000,001	30,000,000	95 %
	TP15	30,000,001	>	95 %

*Nota: AASTHO 93*Se asume  $R = 80\%$ **Desviación Standard normal ( $Z_R$ )**

Los valores corresponden a un nivel específico de confiabilidad asumido para el diseño "Valores de desviación estándar normal correspondientes a nivel seleccionado de confiabilidad"

**Tabla 54.***Desviación standard*

CONFIABILIDAD R (%)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL $Z_R$
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282

*Nota: AASTHO 93*

$$Z_r = -0.841$$

### Desviación Standard ( $S_o$ )

Indica el manual AASHTO de 1993 los valores recomendados deberán estar entre 0.4 y 0.5 para la desviación estándar en pavimentos flexibles. El valor de  $S_o$  se tiene identificados los siguientes intervalos de desviación estándar general para pavimentos flexibles y rígidos.

**Figura 25.**

*Desviación estándar para tipo de pavimento*

Tipo	$S_o$
Pavimentos Flexibles	0.40 - 0.50
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40

Nota: AASTHO 93

El adoptado será:

$$S_o = 0.45$$

### Serviciabilidad

De acuerdo al tipo de tráfico se tiene:

**Tabla 55.**

*Serviciabilidad inicial y final*

Tipo de Caminos	Trafico	EE	PI	PT	
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP0	100,000	150,000	3.80	2.00
	TP1	150,001	300,000	3.80	2.00
	TP2	300,001	500,000	3.80	2.00
	TP3	500,001	750,000	3.80	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	3.80	2.00
RESTO DE CAMINOS	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00	2.50
	TP9	7,500,001	10,000,000	4.00	2.50
	TP10	10,000,001	12,500,000	4.00	2.50
	TP11	12,500,001	15,000,000	4.00	2.50
	TP12	15,000,001	20,000,000	4.20	3.00
	TP13	20,000,001	25,000,000	4.20	3.00
	TP14	25,000,001	30,000,000	4.20	3.00
	TP15	30,000,001	>	4.20	3.00

Nota. AASTHO 93

Serviciabilidad Inicial (psi): **3.80**

Serviciabilidad Final (psi): **2.0**

$$\Delta PSI = 1.80$$

### **Numero estructural requerido (SN<sub>R</sub>)**

Ejecutando el empleo de la ecuación de solución AASHTO 1993:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_O + 9.6 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \log_{10}(\Delta PSI / 2.7) + 2.32 \times \log_{10}(Mr) - 8.07$$
$$0.40 + 1094 / (SN+1)^{5.19}$$

Por medio de un proceso iterativo se logra el número requerido (SN) es:

$$SN_R = 2.53$$

### **Coefficientes estructurales de capa (SN<sub>R</sub>)**

Un dato que simboliza la tenacidad relativa de los materiales de construcción del pavimento y que se incrementa en pasos de 1/pulgada o 1/cm. las desviaciones estándar que se utilizaron en la pista de pruebas AASTHO 93.

**Tabla 56.**

Valores de coeficiente estructural

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR DEL COEF. ESTRUCTURAL	OBSERVACION
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI a 20°C)	a1	0.17 /cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de trafico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsion	a1	0.125 /cm	Capa superficial recomendada para Trafico <=1,000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.13 /cm	Capa superficial recomendada para Trafico <=1,000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	0.25(*)	Trafico <=500,000 EE, S<8%, No aplica en Curvas pronunciadas y
Lechada asfáltica (Slurry seal) de 12mm.	a1	0.15(*)	Trafico <=500,000 EE, S<8%, No aplica en Curvas pronunciadas y
(*) Valor Global (No se considera el espesor)			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052 /cm	Capa de Base recomendada para Trafico <=5,000,000EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 /cm	Capa de Base recomendada para Trafico >=5,000,000EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall=1500 Lb)	a2a	0.115 /cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresion 7 dias=35 Kg/cm2)	a2b	0.07	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresion 7 dias=12 Kg/cm2)	a2c	0.08	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
<b>SUB BASE</b>			
Sub Base Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047 /cm	Capa de Sub Base recomendada para Trafico <=15,000,000EE
Sub Base Granular CBR 60% compactada al 100% de la MDS	a3	0.05 /cm	Capa de Base recomendada para Trafico >=15,000,000EE

Nota: AASTHO 93

Los coeficientes de capa propuestos son:

Concreto asfáltica mezcla en caliente: 0.17/cm

Base granular: 0.052/cm

Sub - base de granular: 0.047/cm

**Coefficientes de Drenaje y coeficientes estructurales**

Cálculo del coeficiente de drenaje: Una estructura de firme bien drenada es necesaria para que la resistencia de las capas se mantenga constante a lo largo de la

vida útil del firme. Por ello, al modificar los coeficientes de capa, se tiene en cuenta la calidad del drenaje.

### Tabla 57.

Condiciones de drenaje

Calidad de drenaje	Retiro de agua dentro de:
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: AASHTO 93

Coeficientes de drenaje recomendado, m

Calidad de drenaje	% de tiempo en que la estructura del pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	menor que 1%	1-5%	5-25%	mayor que 25%
excelente	1.40-1.35	1.35-1.3	1.30-1.20	1.2
bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.8
pobre	1.15-1.05	1.05-0.8	0.80-0.6	0.6
muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.4	0.4

Nota: AASTHO 93

Considerando para el caso de estudio:

Calidad de drenaje: Buena

Nivel de humedad: 20%

$m_2$ : 1.15

$m_3$ : 1.15

## B. CURVAS VERTICALES

Dado que este proyecto consiste en la mejora de un pavimento flexible en frío, la conexión de partes planas adyacentes con curvas verticales parabólicas se ha tenido en

cuenta si la diferencia algebraica de la pendiente de estos tramos es superior al 1% para carretera pavimentada y al 2% para carreteras asfaltadas.

Las curvas verticales deben crearse teniendo en cuenta al menos la distancia mínima de visibilidad de frenado y, si es posible, más visibilidad que la distancia de visibilidad de paso.

La longitud de la curva vertical se determina utilizando el índice de curvatura K. La longitud de la curva vertical se calcula multiplicando la diferencia algebraica de la pendiente (A) por el valor absoluto del índice K.

$$L = KA$$

En la Tabla 58 se encuentran los valores del Índice K:

**Tabla 58.**

*Valores del índice K para el cálculo de la longitud curva vertical convexo.*

**Tabla 303.02**  
**Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase**

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Nota. MTC DG, 2018*

De la tabla 58 se tiene que el valor de K es 84 m para una velocidad de 40 km/h, con la condicional de adelantamiento, o distancia de visibilidad da paso.

**Tabla 59.***Curva vertical convexa*

KM	p1	p2	k	A	L = k*A
0+60	3.08	-1.67	1.9	4.75	9.0
0+380	7.00	2.22	1.9	4.78	9.1
0+920	7.78	-5.45	1.9	13.23	25.1
1+260	1.67	-3.84	1.9	5.51	10.5
2+700	12.00	7.50	1.9	4.5	8.6
2+940	7.50	2.00	1.9	5.5	10.5
3+240	2.00	-3.75	1.9	5.75	10.9
3+560	3.75	-2.38	1.9	6.13	11.6

Nota. Elaboración propia.

## 2. Diseño estructural de pavimentos

El espesor del firme vendrá determinado esencialmente por los parámetros analizados del soporte de la subrasante y el volumen de tráfico.

Los valores calculados son los mínimos recomendados por el método, así mismo no ofrece una alternativa de solución para disminuir los espesores debido al criterio del diseño.

### Método AASTHO 93

Para este método se emplearán los siguientes datos:

$$R = \text{Confiabilidad} = 80\%$$

$$Z_r = \text{Desviación Standard normal} = -0.841$$

$$S_o = \text{Desviación Standard} = 0.45$$

$$P_o = \text{Serviciabilidad inicial} = 3.8$$

$$P_t = \text{Serviciabilidad final} = 2.0$$

$$\Delta \text{PSI} = \text{Perdida de Serviciabilidad} = 1.8$$

$$a_1 = \text{Coeficiente estructural de C.A} = 0.17/\text{cm}$$

$$a_2 = \text{C. estructural de B.G} = 0.052/\text{cm}$$

$$m_2 = \text{C. de drenaje de B.G} = 1.15$$

$$a_3 = \text{C. estructural de S.B.G} = 0.047/\text{cm}$$

$$m_3 = \text{C. de drenaje de S.B.G} = 1.15$$

**Aplicando la ecuación:**

Se obtiene un numero estructural (SNr) = 2.53

**Estructura vial propuesta**

Bajo los criterios de AASHTO y el enfoque de la estructura vial adecuada se considera los datos mencionados se introduce en el programa para la estimación de los espesores del pavimento.

Entonces la estructura final del pavimento será:

**Tabla 60.**

*Espesores del pavimento flexible*

ESTRUCTURA	ESPEJOR
CARPETA ALFALTICA	05 cm (2")
BASE GRANULAR	20 cm (8")
SUBBASE GRANULAR	15 cm (6")

*Nota:* Elaboración propia

$$SN (\text{REQUERIDO}) = 2.53$$

$$SN (\text{PROPUESTO}) = 2.90$$

$$SN (\text{REQUERIDO}) < SN (\text{RESULTADO}) \text{ OK}$$

Entonces la estructura del pavimento será:

$$\text{Sub-Base} = 6" (15.00 \text{ cm})$$

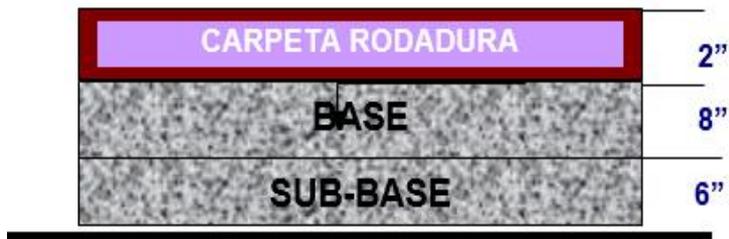
$$\text{Base} = 8" (20.00 \text{ cm})$$

Carpeta rodadura = 2" (5.00 cm)

Altura requerida = 16" (40.00 cm)

**Figura 26.**

*Espesores finales de diseño de pavimento*



*Nota:* Elaboración propia

### **3. Diseño de pavimentos especiales-vereda**

Según el RNE, la Norma CE.010 de Pavimentos Urbanos, en el capítulo 4 sección 4.4 de Pavimentos Especiales, se especifican los requerimientos técnicos mínimos para el diseño estructural de una vereda, el cual detallamos a continuación:

**Figura 27.**

*Espesores finales de diseño de pavimento*

Elemento \ Tipo de Pavimento		Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclovías
		Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar
Espesor compactado: ≥ 150 mm				
Base		CBR ≥ 30 %	CBR ≥ 60%	
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	≥ 30 mm		
	Concreto de cemento Portland	≥ 100 mm		
	Adoquines	≥ 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina , de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*		
	Concreto de cemento Portland	$f_c \geq 175 \text{ Kg/cm}^2$ (17,5 MPa)		
	Adoquines	$f_c \geq 320 \text{ Kg/cm}^2$ (32 MPa)	N.R. **	

Nota: Elaboración propia

### El suelo de subrasante

Para calcular la capacidad portante del terreno por penetración CBR, se ha efectuado los respectivos ensayos, obteniendo el valor característico, representativo del terreno, cuyo resumen se indica:

**Tabla 61.***Resumen de la subrasante de diseño*

<b>UBICACION</b>	<b>CLASIFICACION</b>		<b>CBR</b>
CALICATAS	SUCS	AASTHO	95% MDS
C-1, C-2, C-3, C-10	ML	A-4 (4)	11.20 %
C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	SM	A-2-4(0)	15.10 %

*Nota:* Elaboración propia

El CBR representativo de la subrasante a utilizar en el diseño se elegirá con base en el análisis del perfil estratigráfico, tomando en cuenta que el suelo de la subrasante es la capa superficial del movimiento de tierras, sobre la cual se construirá la estructura de la acera, se basa en el valor de la capacidad portante por punzonamiento de este suelo.

**Tabla 62.***Espesores de capas del pavimento*

<b>Estructura</b>	<b>Espesor</b>
Losa de concreto	15 cm (6 pulgadas)
Base granular	15 cm (6 pulgadas)

*Nota:* Elaboración propia

## Anexo 11: Diseño de drenaje

### 1. DISEÑO DE ALCANTARILLAS

#### GENERALIDADES

Son las llamadas obras de arte del drenaje transversal. Suelen discurrir por debajo de la superficie de la carretera, por lo que deben construirse para soportar el peso del relleno y el tráfico intenso. Su finalidad es permitir que el agua fluya de un lado a otro de la carretera.

Puede ser de forma circular o rectangular, deberán permitir el escurrimiento rápido del agua que les llegue, se colocarán en todas las alcantarillas, desagües y en todos los socavones de las carreteras para evitar estancamientos de agua y consecuentes daños a los terraplenes.

#### Tipos de alcantarilla

##### - De Tubo

Pueden ser de hierro fundido, metal corrugado, hormigón armado básico o arcilla vitrificada.

##### - De Cajón o de Marco

De concreto reforzado y podría ser múltiple o sencilla.

##### - De Bóveda

Hecha de mampostería o de concreto simple y podría ser múltiple o sencilla.

##### - De Losa

Es donde descansa una losa de concreto reforzado ya que cuenta con dos muros laterales que están hechas de concreto ciclópeo o mampostería.

#### Tabla 63.

*Resumen de alcantarillas proyectadas*

1	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 00+760.04
2	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 01+160.78
3	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 02+960.88
4	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 03+380.09

5	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 04+037.91
6	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 04+553.29
7	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 04+480.78
8	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 06+140.88
9	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 06+760.04
10	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 07+220.05
11	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 07+681.29
12	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 08+060.78
13	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 08+600.05
14	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 09+020.29
15	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 00+029.09
16	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 00+391.28
17	ALCANTARILLA TIPO I EN PROG. 01+362.12

#### A. DISEÑO ALCANTARILLA TIPO MARCO 1.50x1.00m

##### DATOS:

<i>F'c Concreto (kg/cm<sup>2</sup>) :</i>	210
<i>Peso específico del concreto (kg/m<sup>3</sup>):</i>	2400
<i>Fy acero de refuerzo (kg/cm<sup>2</sup>):</i>	4200
<i>Peso específico del suelo (t/m<sup>3</sup>):</i>	1800
<i>Capacidad portante del suelo (kg/cm<sup>2</sup>):</i>	1.5
<i>Angulo de fricción interna del suelo (°):</i>	18
<i>Profundidad del nivel freático (m):</i>	0
<i>Camión de diseño:</i>	HS – 20 – 44
<i>Peso rueda trasera (kg):</i>	7250

##### DIMENSIONES DE LA SECCION

<i>Ancho de alcantarilla (Ancho de via) (m):</i>	6.5
<i>Altura "H" (m):</i>	1
<i>Ancho "B" (m):</i>	1
<i>Espesor de losas "e" (m):</i>	0.25
<i>Espesor "r" (m):</i>	0.7
<i>Altura total "A":</i>	1.5

**Ancho total "L":** 1.5

#### **PESO DE LA ESTRUCTURA**

**Peso losa superior (kg):** 600

**Peso losa inferior (kg):** 600

**Peso muro izquierdo (kg):** 900

**Peso muro derecho (kg):** 900

**Peso total de la estructura (kg):** **3000**

**Peso de relleno sobre la estructura (kg/m<sup>2</sup>):** 1260

#### **CALCULO DE LA CARGA VIVA POR TRAFICO**

**Área de contacto Rueda HS – 20 – 44**

**a (m):** 0.2

**b (m):** 0.51

**Dimensiones de propagación del área de contacto**

**Propagacion a (m):** 2.119

**Propagacion b (m):** 2.429

**Carga P (kg):** 7250

**Coefficiente de impacto:** 0.3847

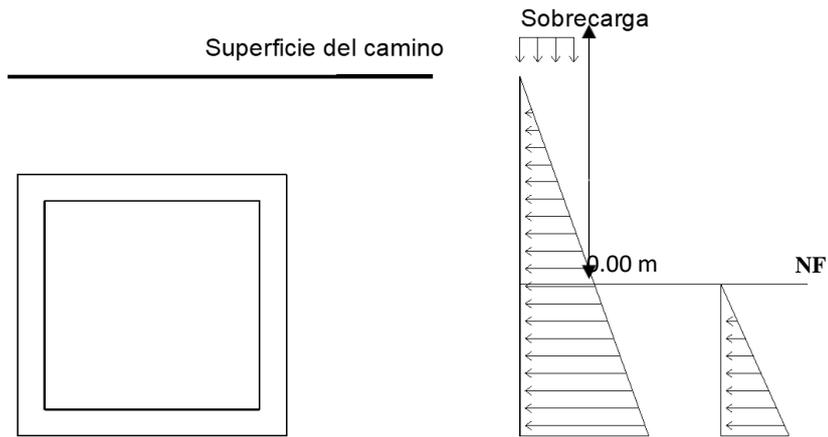
**Carga P + I (kg):** 9425

**Carga vehicular (kg/m<sup>2</sup>):** 1831.15

*Nota: Elaboración propia*

#### **Figura 28.**

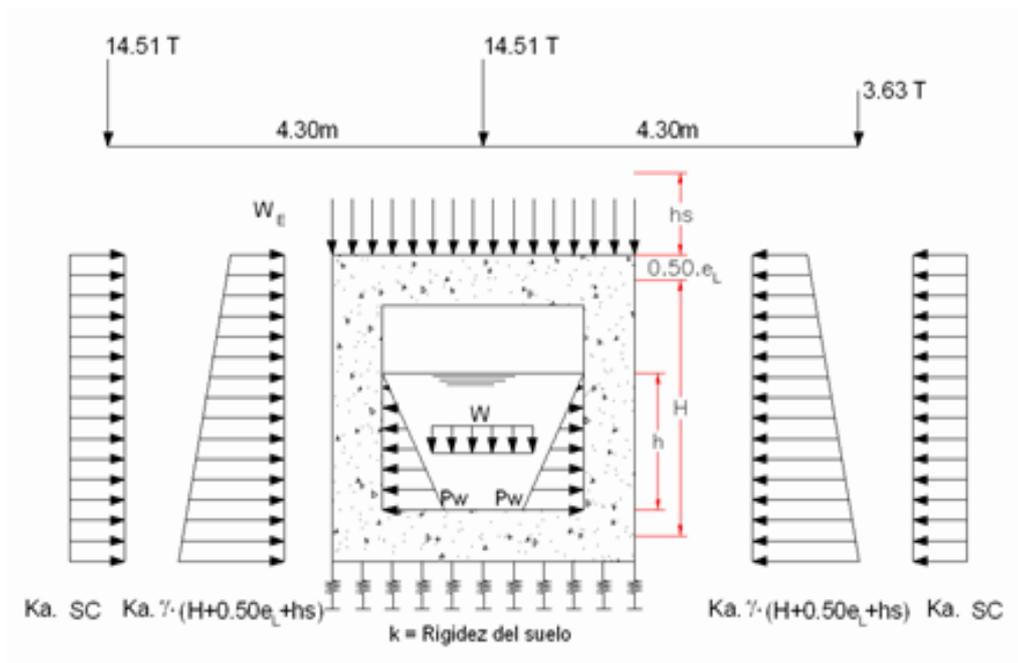
*Figura de cargas y sobrecargas*



Nota: Elaboración propia

**Figura 29.**

*Distribución de las cargas actuantes*



Nota: Elaboración propia

**Tabla 64.**

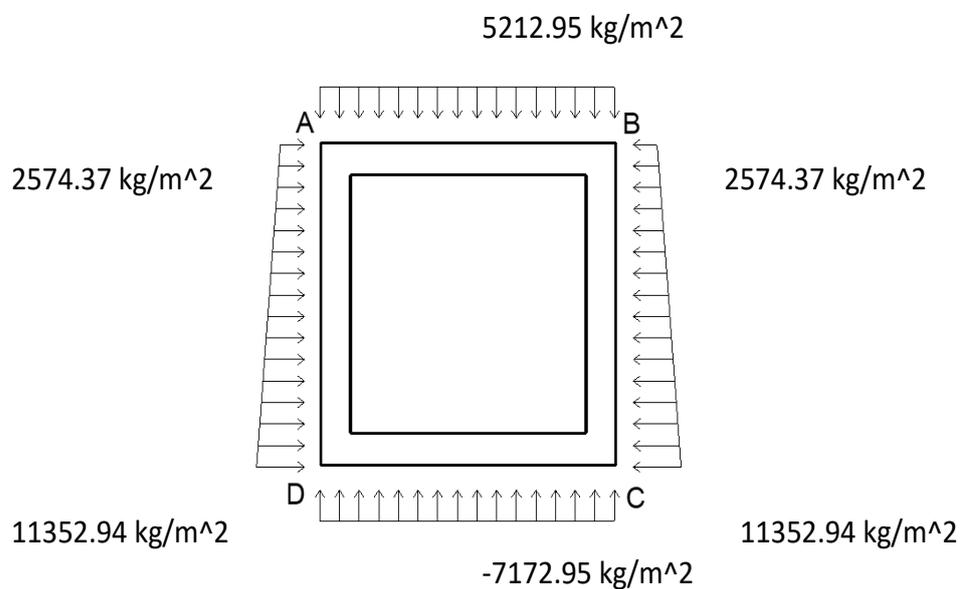
*Cálculo de cargas y momentos de empotramiento.*

<b>CARGAS SOBRE LOS ELEMENTOS</b>		<b>MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO</b>	
<b>Carga sobre la losa superior</b> (kg/m <sup>2</sup> )	5212.947589	<b>Extremo de losa superior</b> (kg.m)	977.43
<b>Reacción del terreno</b> (kg/m <sup>2</sup> )	7172.947589	<b>Extremo de losa inferior</b> (kg.m)	1344.93
<b>Carga sobre la losa inferior</b> (kg/m <sup>2</sup> )	-7172.947589	<b>Zona superior de pared lateral</b> (kg.m)	1141.09
<b>Carga en zona superior del muro lateral</b> /m <sup>2</sup> )	2574.37	<b>zona inferior de pared lateral</b> (kg.m)	1470.28
<b>Carga en zona inferior del muro lateral</b> ( /m <sup>2</sup> )	11352.94		

*Nota: Elaboración propia*

**Figura 30.**

*Distribución de cargas.*



*Nota: Elaboración propia*

## DISTRIBUCION DE MOMENTOS POR EL METODO DE CROSS

Cálculo de rigideces

$$K = \frac{4EI}{L}$$

“EI” será constante ya que la sección es la misma dimensión para todas y se usará el mismo material.

$$K_{AB} = 2.67$$

$$K_{AD} = 2.67$$

$$SUMA = 5.33$$

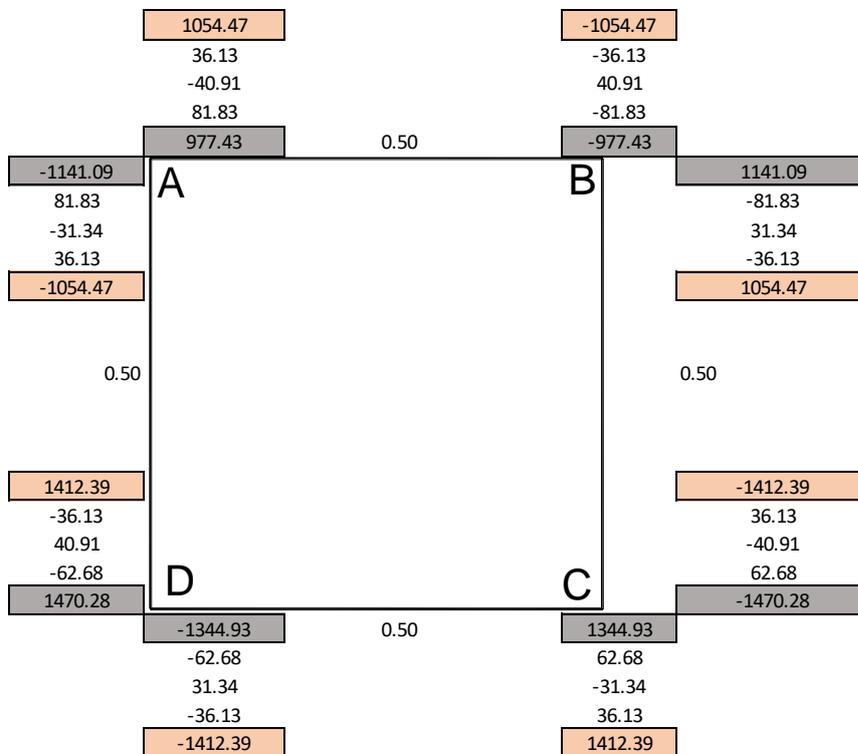
**Factor de distribución**

$$F_{AB} = 0.50$$

$$F_{AD} = 0.50$$

**Figura 31.**

*Cálculo de momentos flectores por método de cross*



*Nota: Elaboración propia*

## MOMENTOS FINALES

**MA=MB :** 1054.47

**MC=MD :** 1412.39

## CORTANTES EN LA ESTRUCTURA

En losa superior (kg) = 3909.71

En losa inferior (kg) = 5379.71

### EN PAREDES LATERALES

#### CORTANTE ISOSTATICA

Zona superior de pared lateral (kg) = 4344.88

Zona inferior de pared lateral (kg) = 6100.60

#### CORTANTE HIPERESTATICA

V = -238.6160896

Zona superior de pared lateral (kg) = 4106.27

Zona inferior de pared lateral (kg) = 6339.21

### MOMENTOS EN LOS CENTROS DE CLARO

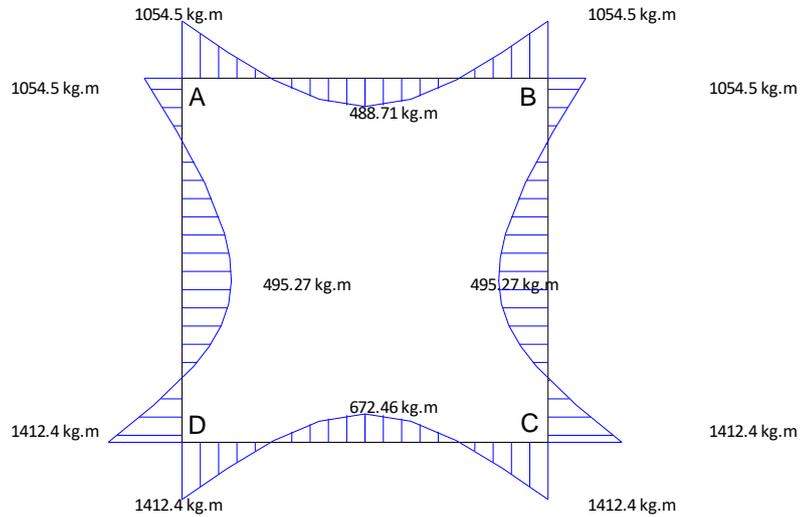
En losa superior (kg.m) = 488.71

En losa inferior (kg.m) = 672.46

Centro de pared lateral (kg.m) = 495.27

**Figura 32.**

*Momentos flectores de alcantarilla para diseño*



*Nota: Elaboración propia*

### REVISION POR CORTANTE EN MUROS

Cortante que absorbe el concreto (kg):	13824.77
En losa superior:	CUMPLE
En losa inferior:	CUMPLE
En muros laterales:	CUMPLE

### CAPACIDAD DEL SUELO

CARGA (kg/m <sup>2</sup> )	7172.95
CAPACIDAD DEL SUELO (kg/m <sup>2</sup> )	15000
FACTOR DE SEGURIDAD ">1.5"	2.09

SI CUMPLE

### REVISION POR CORTANTE EN MUROS

Cortante que absorbe el concreto (kg):	13824.77
--	----------

En losa superior: CUMPLE  
 En losa inferior: CUMPLE  
 En muros laterales: CUMPLE

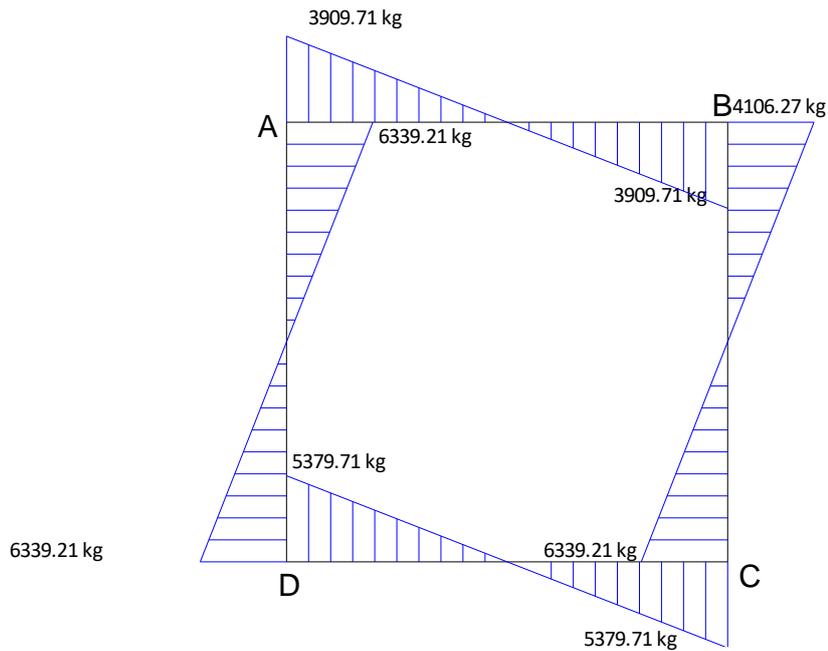
**CAPACIDAD DEL SUELO**

**CARGA (kg/m<sup>2</sup>)** 7172.95  
**CAPACIDAD DEL SUELO (kg/m<sup>2</sup>)** 15000  
**FACTOR DE SEGURIDAD ">1.5"** 2.09

SI CUMPLE

**Figura 33.**

*Esquema de cortantes en alcantarillas.*



*Nota: Elaboración propia*

**CALCULO DE ACERO**

LECHO EXTERIOR		LECHO INTERIOR	
<i>M</i> máx (kg.cm) =	152176.83	<i>M</i> máx (kg.cm) =	75996.38
<i>f'</i> c (kg/cm <sup>2</sup> ) =	210	<i>f'</i> c (kg/cm <sup>2</sup> ) =	210
<i>Base</i> (cm) =	100	<i>Base</i> (cm) =	100

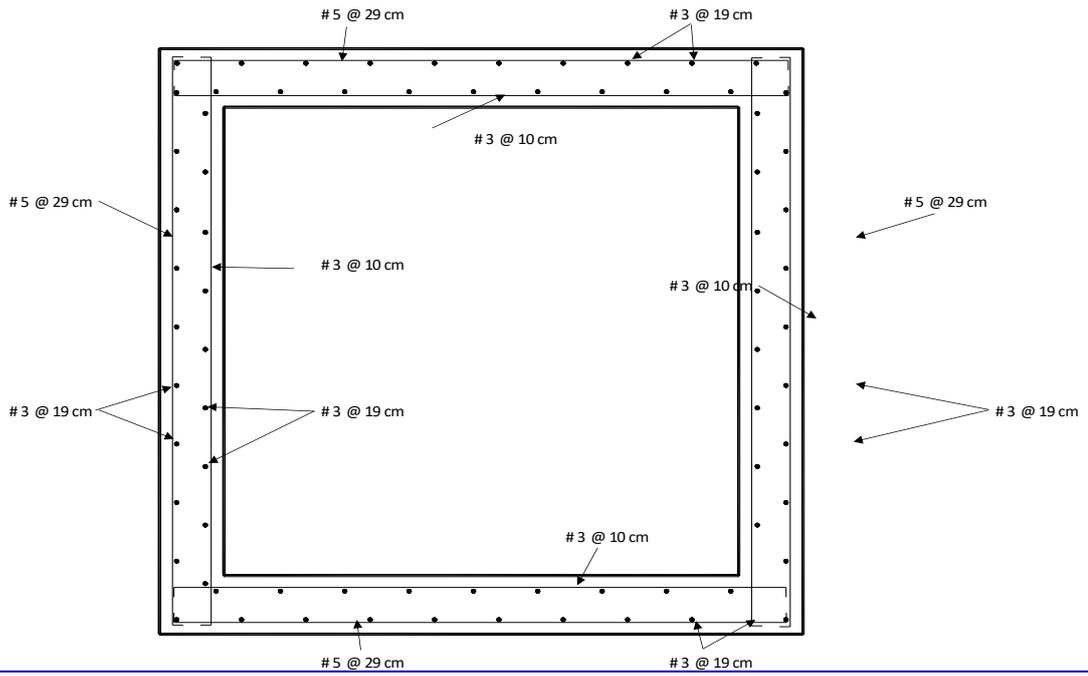
<b>Peralte d =</b>	20		<b>Peralte d =</b>	20	
<b>K =</b>	0.02012921		<b>K =</b>	0.01005243	
<b>Indice de refuerzo w =</b>	0.02037412		<b>Indice de refuerzo w =</b>	0.01011277	
<b>Porcentaje de acero =</b>	0.00101871		<b>Porcentaje de acero =</b>	0.00050564	
<b>Porcentaje mínimo =</b>	0.00333333	<i>NO CUMPLE</i>	<b>Porcentaje mínimo =</b>	0.00333333	<i>NO CUMPLE</i>
<b>Porcentaje máximo =</b>	0.01606188	<i>SI CUMPLE</i>	<b>Porcentaje máximo =</b>	0.01606188	<i>SI CUMPLE</i>
<b>Area de acero (cm<sup>2</sup>) =</b>	6.67		<b>Area de acero (cm<sup>2</sup>) =</b>	6.67	
<b>Varilla a utilizar =</b>	5		<b>Varilla a utilizar =</b>	3	
<b>Separacion de barras (cm) =</b>	29		<b>Separacion de barras (cm) =</b>	10	

**ACERO POR TEMPERATURA PARA TODOS LOS ELEMENTOS**

<b>Porcentaje por temperatura =</b>	0.0018
<b>Base (cm)=</b>	100
<b>Peralte d</b>	20
<b>Area de acero (cm<sup>2</sup>)</b>	3.6
<b>Varilla a utilizar</b>	3
<b>Separacion de barras (cm)</b>	19

**Figura 34.**

*Distribución de acero en alcantarilla cajón de 1.50x1.0 m.*



*Nota: Elaboración propia*

## **Anexo 12: Estudio de cantera**

Los materiales granulares deben ser provenientes de la cantera cercana a la zona de donde se realizará el proyecto, Las canteras de la cercanas son: Canteras Yaurilla, Palomino e Inmacon.

La cantera que se usará para el proyecto en área de estudio es:  
Cantera Yaurilla cual será utilizada para la realización de los cálculos.

El objetivo de este informe es mostrar los resultados de la investigación de campo y ensayos de laboratorio para las pruebas generales de materiales del diseño mixto a ser utilizado en el proyecto titulado "Diseño de Infraestructura Vial en el Tramo IC 721 1 031 - C.P. Alcázar en la Comuna de Santiago - ICA".

El estudio de canteras es fundamental en un proyecto de carreteras, ya que estas son las que proveen del material necesario para la edificación de la estructura del pavimento, es decir para conformar la subbase, base y capa de rodadura. Por tanto, deben ser realizados respecto al tipo de material que contienen y determinar si cumplen con las especificaciones requeridas y junto con ella determinar la capacidad o potencia de la cantera.

### **A. OBJETIVO.**

La investigación mencionada fue necesaria para la creación de la obra "IC 721 1 031 - C.P. Diseño de Infraestructura Vial. Castillo Municipal de Santiago - ICA". Para ello se obtuvieron las principales propiedades mecánica y física del suelo mediante trabajos de campo y ensayos de laboratorio, propiedades que servirán de base para el estudio final del adecuado diseño geométrico y colocación de las citadas. pasarelas

El ensayo del material establece la característica del material para evaluar si es adecuado para el diseño de mezcla de las canteras El arenal, Quebrada Seca y San Andrés; éstas dos últimas también a ser empleadas como material de sub base y base. Por otro lado, se analizó también agregado grueso del río Solugan, para ser empleado en el diseño de mezcla.

### **B. LOCALIZACIÓN DE CANTERAS EN LA ZONA**

Las canteras son depósitos naturales de materiales idóneos que determinan el costo y la calidad del trabajo. No todos los sitios son privilegiados con buen material y

algunos han sido agotados por la minería. Un aspecto económico muy importante es que el material no tiene que ser transportado largas distancias. Este es un buen momento para explorar la posibilidad de estabilizar material que está fuera de especificación, pero cercano al rendimiento.

En nuestro caso se han localizado la cantera cercana al área de donde se ejecutará el proyecto, Las canteras de la cercanas son: Canteras Yaurilla, Palomino e Inmacon.

Para la selección de la cantera se debe tomar en cuenta la calidad del material y que abastezca a la obra para su ejecución, además debe encontrarse en el medio para poder evaluar y decidir según el criterio técnico y económico.

Es indispensable localizar la cantera de tal modo que:

- La cantera no debe ser tan distante del proyecto para disminuir los costos en el transporte del material.
- Los materiales de la cantera están listos para su uso sin necesidad de hacer un estudio especial, salvo el dimensionamiento de partículas.
- Las canteras deberán ser explotadas de manera controlada para no enfrentar problemas legales.

Para la localización de la cantera se utilizó información de los vecinos de la zona. Con base en la experiencia local, muestran un historial de desarrollo para cumplir con los requisitos materiales de la ingeniería en la región, y los resultados reflejan sus buenas cualidades.

### ***C. EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CANTERAS***

La superficie terrestre en su totalidad es un banco de materiales de construcción. Pero para localizar la cantera adecuada para la construcción de una obra, se usarán métodos explorativos, que van desde métodos geofísicos, hasta los métodos de pozos de exploración.

Normalmente las terracerías de un pavimento son las mismas encontradas sobre la ruta. En la construcción de la sub-rasante es donde se puede presentar el acarrear un material adecuado para tal fin; sobre todo tratándose de que esta capa influye tanto en los espesores de la base, y conviene que en tramos largos sea homogénea.

El material usado para base y sub-base deberían ser de mejor calidad que la subrasante, por ello deben de extraerse de canteras, siempre y cuando cumplan con las especificaciones, caso contrario deberán cribarse, en otros casos triturarse o también realizar mezclas entre diferentes tipos de suelos.

La característica de la zona que se pretende determinar cómo banco de materiales:

- Determinación de la naturaleza del depósito, incluida toda la información disponible sobre su geología, historial de exploración anterior, relación con la escorrentía de aguas superficiales, etc.
- Dimensiones de la estratigrafía de los suelos de la zona.
- Identificar el nivel freático y líneas de aguas subterráneas.
- Obtención de la caracterización de los suelos y rocas.

El estudio completo está dividido por tres etapas:

#### **a) Reconocimiento Preliminar**

Contar con el estudio geológico del área.

#### **A. La Exploración Preliminar**

Entre ellos, la información sobre la profundidad de las aguas subterráneas, el grosor y la composición del subsuelo y otros datos fundamentales pueden recopilarse rápida y fácilmente para evaluar si la región es apta para la implantación.

#### **B. La Exploración Definitiva**

El suelo encontrado en la zona será caracterizado a través de sondeos y ensayos de laboratorio.

El ensayo realizado para evaluar los materiales procedentes de las canteras ha sido:

- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado.
- ✓ Contenido de Humedad.
- ✓ Peso Específico de Masa y Grado de Absorción.
- ✓ Peso Unitario Suelto.
- ✓ Peso Unitario Varillado.

- ✓ Abrasión en la Máquina de los Ángeles.
- ✓ Diseño de mezcla y Rotura de Probetas.

#### **2.4.1. ESPECIFICACIONES DE CANTERAS**

Se refiere a los requisitos que los áridos deben cumplir para ser usados adecuadamente como material estructural del pavimento, ya sea como sub-base, base o formando la capa de rodadura.

El material para sub-base y base deberían cumplir con algunos requisitos:

##### **a. ÁRIDOS O AGREGADOS GRUESOS.**

- Los fragmentos de piedra, grava o escoria que sean duros y resistentes deben retenerse en el tamiz n.º 10. No es aconsejable emplear materiales que se deshagan al someterlos a ciclos repetidos de congelación y descongelación o de humectación y secado.
- Según la prueba de abrasión de los ángeles, el árido grueso sólo debería tener un desgaste máximo del 50%.
- Los áridos gruesos no estarán recubiertos de arcilla, limo u otras sustancias que altere su comportamiento frente a los agentes externos.

##### **b. ÁRIDOS O AGREGADOS FINOS:**

- El árido fino que pasa por el tamiz número 10 (2 mm) debe ser de arena natural o producirse por trituración y partículas minerales finas que pasen por el tamiz número 200.
- No más de 2/3 de la proporción que pasa por el tamiz N° 40 (0,425 mm) puede pasar por el tamiz N° 200. La proporción que pasa por el tamiz N° 40 debe tener un índice plástico no superior a 20 y un límite líquido no superior al 50%.
- El suelo debe estar desprovisto de terrones de arcilla y materia orgánica. El ingeniero debe especificar la granulometría de la combinación.

#### ***D. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MATERIAL***

Los distintos tipos de materiales que concurren en la construcción están dados por la clasificación AASHTO y SUCS, es por ello que para determinar el tipo de material con el que cuentan las canteras, se realizaron los ensayos pertinentes con el fin de identificarlos y evaluar sus características físicas y mecánicas, para luego compararlos con los parámetros necesarios para ser utilizados para la construcción de las diferentes capas del pavimento.

Luego de haber realizado los ensayos de laboratorio correspondientes, los resultados fueron los siguientes:

Cantera: YAURILLA clasifica como (GP – GM) según SUCS y A1-A (0) según AASHTO (bueno como material de base y subbase), cuyo Proctor modificado es 2.18 gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad es 7.53% y su CBR al 100% de su MDS es 97.44%).

## **Anexo 13: Estudio de impacto ambiental**

### **Objetivos de estudio**

- ✓ El principal objetivo de una evaluación de impacto ambiental (EIA) es determinar, prever y evaluar los posibles efectos ambientales de las distintas fases del proyecto (mejora, limpieza y explotación) que se llevarían a cabo en caso de impacto ambiental positivo. Se toman medidas para maximizar las ventajas de la ejecución del proyecto en caso de Impacto Ambiental Positivo.
- ✓ Los proyectos de mejora y rehabilitación de calles a menudo se implementan para mejorar el flujo de vehículos a través del sector y brindar un mayor beneficio económico a los residentes; a pesar de sus efectos benéficos El entorno natural provoca cambios o genera importantes efectos negativos y positivos. Algunos de los principales impactos ambientales de los proyectos de mejora y rehabilitación de carreteras son el daño a ecosistemas sensibles, la reducción de espacios verdes.
- ✓ Para el presente informe se ha realizado la inspección de todo el recorrido de la vía, desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 9+069.170 C.P Huanaco y Desv. A de 0+000 (2+246) hasta 1+515.880 el C.P. Los Castillos, con la finalidad de ver los posibles impactos ambientales que pueda generar durante la ejecución del proyecto.
- ✓ Destacar los efectos locales positivos que beneficiarán a los usuarios del Centro de Arraigo Los Castillos, especialmente a los vecinos del Barrio de Santiago, es crucial desde la perspectiva de un análisis regional.
- ✓ Se exige que para financiar los proyectos viales se haga un Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) antes de la ejecución del proyecto.
- ✓ La aplicación de la E.I.A. se basa en evaluaciones ecogeográficas de los ecosistemas típicos de la región del proyecto y en análisis socioeconómicos de lugares concretos que crean núcleos densamente habitados y diversas actividades.

## **Metodología**

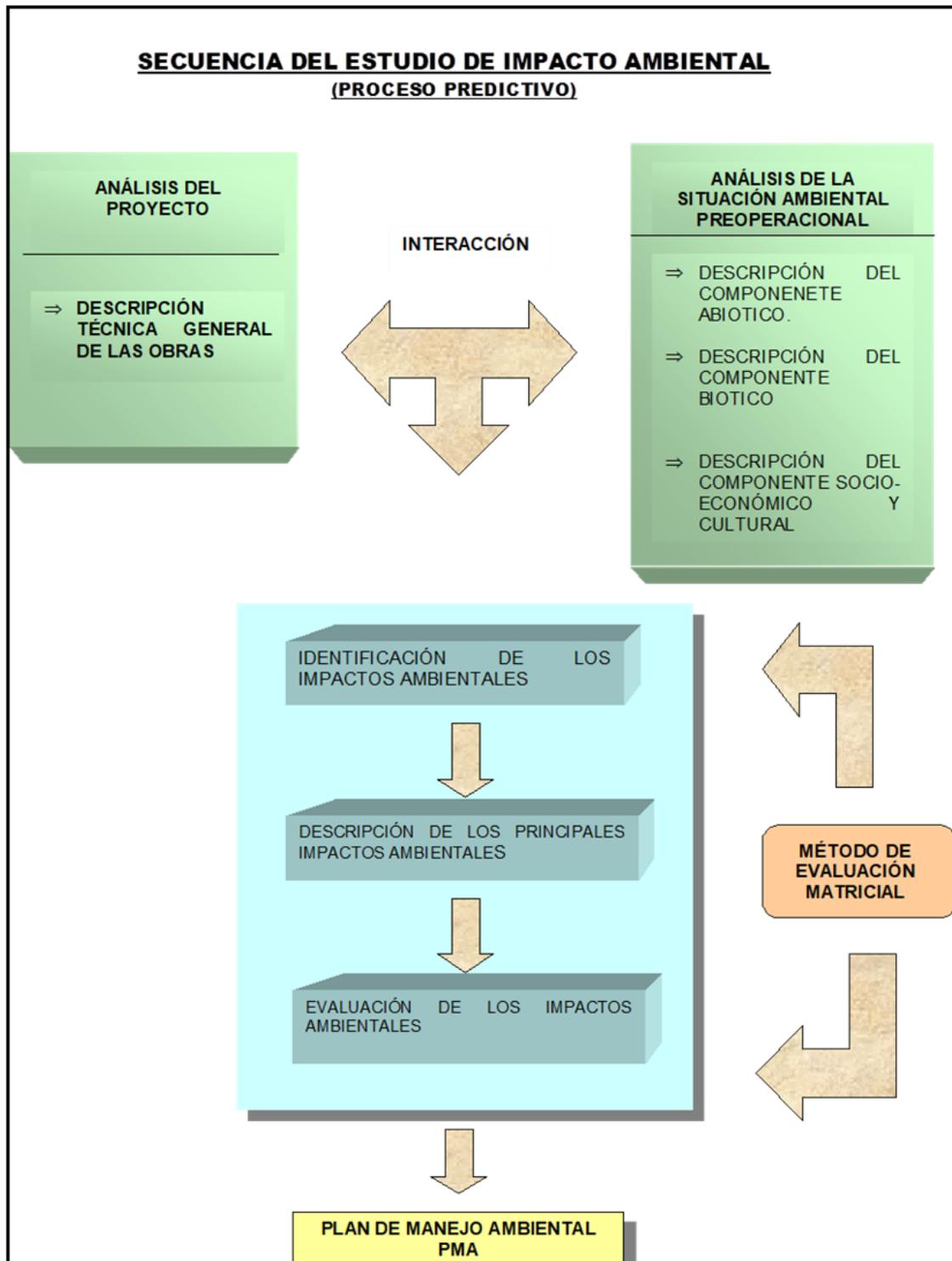
### **Secuencia Metodológica**

Es necesario llevar a cabo la EIA de acuerdo con el conjunto de pasos que se indican a continuación:

- ✓ Identificar las leyes, normas y reglamentos que impliquen a los recursos naturales.
- ✓ Caracterizar la Línea de Base Ambiental en componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos y culturales.
- ✓ Se identificarán los impactos producidos y luego se evaluará si son negativos o positivos y si son de manera directa, indirecta o acumulativa.
- ✓ Realizar un plan de manejo ambiental que constituirá programas de mitigación, monitoreo y compensación social.
- ✓ Calcular el costo de las medidas ambientales, teniendo en cuenta la evaluación de las medidas de mitigación de impactos, monitoreo, compensación social, educación y señalización ambientales. La Figura 31 (EA-01) describe la secuencia lógica de los diversos pasos necesarios para completar un estudio de impacto ambiental apropiado.

**Figura 35.**

*Plan de Manejo Ambiental*



Nota: Elaboración propia

## **Fases o etapas del Estudio**

### **Fase Preliminar**

Para esta etapa se busca información bibliográfica y así misma información cartográfica de la zona de estudio.

### **Etapa de Campo**

En esta fase se evalúan los aspectos medioambientales de los ecosistemas afectados por el trazado y sus regiones de influencia.

### **Etapa de Gabinete**

La información recopilada en las fases anteriores se procesó en la tercera y última etapa de la EIA, lo que permitió crear indicadores útiles para un análisis ambiental adecuado que se lleva a cabo en colaboración con otros miembros del aspecto de la EIA relacionados con el equipo técnico del proyecto.

## **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES AMBIENTALES**

### **GENERALIDADES**

En cada proyecto de carreteras es vital realizar el estudio de Impacto Ambiental (E.I.A), requiere un mayor enfoque del ambiente como un conjunto de cosas y las condiciones que se manifiestan en el entorno de todo ser viviente y no viviente. El termino ambiente hace referencia a las entidades físicas, químicas, biológicas y sociales como las situaciones y dinámicas que nos rodean.

### **DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO**

Se ha utilizado la técnica de la lista de comprobación para identificar las cuestiones medioambientales que podrían verse afectadas por la ejecución del proyecto en sus fases.

#### **Componentes Físico-Químicos**

- ✓ Aire
- ✓ Modificación en la calidad de aire.
- ✓ A lo largo de la fase de construcción del proyecto se producirá polvo como resultado de las actividades de movimiento de herramientas, maquinaria, materiales sobrantes y limpieza del terreno. La calidad del aire también se

verá afectada momentáneamente por la emisión de humos y gases tóxicos de la maquinaria.

- ✓ Generación de Ruidos
- ✓ La maquinaria pesada genera emisiones sonoras con decibeles mayores a 79 dB, por lo que genera molestia y estrés en los operarios y en la gente de la zona.

### **Componentes Biológicos**

- ✓ Fauna
- ✓ Alteración de hábitats
- ✓ Las numerosas operaciones que se llevarán a cabo durante la fase de construcción de la carretera provocarán la perturbación y el desalojo de las especies raras (avifauna doméstica y perros).
- ✓ Disminución de la población animal: Las acciones de tala, construcción de vías de acceso y desescombro de los depósitos de material no disminuirán el declive de la población animal.

### **Componentes Socio-económicos**

- ✓ Nivel Cultural
- ✓ Generación de empleo
- ✓ En la fase de mejoramiento habrá demanda de empleo por lo que impactará de manera favorable en la zona ya que la misma gente de la zona ocuparán los empleos.
- ✓ Sociales
- ✓ Efectos en la Salud
- ✓ Durante la fase de rehabilitación y mejoramiento hay emisiones de gases tóxicos y polvaredas y genera problemas de salud a los trabajadores.
- ✓ De igual forma, el agua potable de los campamentos podría verse contaminada y generar una serie de enfermedades gastrointestinales.
- ✓ La emisión de gases por los sistemas ineficaces de eliminación y aguas residuales, ocasionarán problemas de salud y molestias en los trabajadores.
- ✓ Implementación de Servicios
- ✓ En las obras de construcción se generan distintos pagos como por ejemplo el alquiler de maquinarias y tierras, compra de insumos y pago de salarios.

- ✓ Estético
- ✓ Variación del paisaje
- ✓ Por causas de la construcción de la obra y particularmente por las actividades tales como: mejoramiento de la plataforma, cortes y rellenos, acumulación de detritos en depósitos de materiales, explotación de canteras, movimiento de tierras; a todo ello, incidirá en el deterioro del paisaje en forma temporal.

### EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES AMBIENTALES

Las actividades que generan un impacto ambiental a considerarse en el estudio son los siguientes:

**Figura 36.**

*Actividades que generan un impacto ambiental*

ETAPAS	ACTIVIDADES
Etapa Preliminar	Obras provisionales
	Trabajos preliminares
	Limpieza de terreno
Etapa de Construcción	Demolición de veredas, muros y otros
	Movimiento de tierras
	Colocación de la carpeta asfáltica en caliente
	Construcción de veredas, sardineles y muros de contención
	Instalación de áreas verdes
(Otras Actividades)	Movimiento de maquinaria
	Transporte de herramientas
	Transporte de material excedente
Etapa de Operación	Funcionamiento de la transitabilidad vehicular y peatonal

*Nota:* Elaboración propia

La importancia de los impactos se clasificó mediante un "Índice de importancia (S)".

Para obtener este índice o valor se utilizó la siguiente ecuación.

$$S = \frac{m + e + d + Po}{4}$$

Donde:

S = Significancia

d = Duración

m = Magnitud

Po = Probabilidad de ocurrencia

e = Extensión

**Tabla 65.**

*Matriz causa-efecto*

MATRIZ CAUSA- EFECTO	COMPONENTES AMBIENTALES										
	MEDIO FÍSICO					MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		
	Agua	Aire	Suelo	Relieve	Paisaje	Flora	Fauna	Tránsito vial	Empleo	Salud y seguridad	Economía
<b>ETAPA PRELIMINAR</b>											
Obras provisionales									Generación de empleo	Riesgos a la salud y la seguridad de las personas.	Dinamización de la economía local
Trabajos preliminares					Alteración del paisaje.		Perturbación y desplazamiento de las escasas especies (Avifauna doméstica y Canes).		Generación de empleo		Dinamización de la economía local
Limpieza		Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases. Aumento de los niveles de ruido.							Generación de empleo		Dinamización de la economía local
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>											
Demolición de muros y otros					Alteración del paisaje.				Generación de empleo	Riesgos a la salud y la seguridad de las personas.	Dinamización de la economía local
Movimiento de tierras					Alteración del paisaje.		Perturbación y desplazamiento de las escasas especies (Avifauna doméstica y Canes).		Generación de empleo		Dinamización de la economía local
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>											
Otras Actividades	Movimiento de maquinaria	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases. Aumento de los niveles de ruido.							Generación de empleo		Dinamización de la economía local
	Transporte de herramientas	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases. Aumento de los niveles de ruido.							Generación de empleo		Dinamización de la economía local
	Transporte de material excedente	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases. Aumento de los niveles de ruido.							Generación de empleo		Dinamización de la economía local
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>											
Funcionamiento de la carretera								Mejora	Generación de empleo		Mejora de las condiciones para el comercio dentro y entre distritos

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 66.**

*Impactos Ambientales potenciales*

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN						
COMPONENTES DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	AREA DE INFLUENCIA	DURACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	MITIGABILIDAD
ETAPA PRELIMINAR										
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases. Aumento de los niveles de ruido	Limpieza del terreno	En todos los frentes de trabajo, durante todas las fases de obra.	Negativo	1	1	1	3	1.5	Mitigable
PAISAJE	Alteración del paisaje	Trabajos preliminares	En el área de influencia del proyecto	Negativo	1	1	2	3	1.75	Mitigable
FAUNA	Perturbación y desplazamiento de las escasas especies (Avifauna doméstica y Canes).	Trabajos preliminares	En el área de influencia del proyecto	Negativo	1	1	2	3	1.75	Mitigable
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo en la salud y en la seguridad de las personas	Obras provisionales	En el área de influencia del proyecto	Negativo	1	1	1	2	1.25	Mitigable
ETAPA DE CONSTRUCCION										
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases. Aumento de los niveles de ruido	Transporte de herramientas	En todos los frentes de trabajo, durante todas las fases de obra.	Negativo	1	1	1	3	1.5	Mitigable
		Movimiento de maquinaria		Negativo	1	1	2	4	2	Mitigable
		Transporte de material excedente		Negativo	1	1	3	5	2.5	Mitigable
PAISAJE	Alteración del paisaje	Movimiento de tierras	En el área de influencia del proyecto	Negativo	1	1	2	3	1.75	Mitigable
		Demolición de muros y otros		Negativo	1	1	3	3	2	Mitigable
FAUNA	Perturbación y desplazamiento de las escasas especies (Avifauna doméstica y Canes).	Movimiento de tierras	En el área de influencia del proyecto	Negativo	1	1	2	3	1.75	Mitigable
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo en la salud y en la seguridad de las personas	Demolición de muros y otros	En el área de influencia del proyecto	Negativo	1	1	1	2	1.25	Mitigable

Nota: Elaboración propia

**Tabla 67.**

*Matriz de interacción*

MATRIZ DE INTERACCIÓN		COMPONENTES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTABLES										
		MEDIO FÍSICO					MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL			
		Agua	Aire	Suelo	Relieve	Paisaje	Flora	Fauna	Tránsito vial	Empleo	Salud y seguridad	Economía
ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE CAUSAR IMPACTOS AMBIENTALES	<b>ETAPA PRELIMINAR</b>											
	Obras provisionales								+ 1,5	- 1,25	+ 1,75	
	Trabajos preliminares					- 1,5		-1,25	+ 1,6		+ 1,76	
	Limpieza de terreno		- 1,5						+ 1,5		+ 1,75	
	<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>											
	Carretera	Demolición de muros y otros								+ 2,5	- 1,5	+ 2,5
		Movimiento de tierras							- 1,5	+ 2,5		+ 2,5
	Otras Actividades	Movimiento de maquinaria		- 1,75						+ 2,5		+ 2,5
		Transporte de herramientas		- 1,5			- 1,75			+ 2,5		+ 2,5
		Transporte de material excedente		- 1,75						+ 2,5		+ 2,5
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>												
Funcionamiento de la carretera						- 2,75		+ 3,0			+ 3,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 68.**

*Significancia ambiental*

SIGNIFICANCIA AMBIENTAL	IMPACTOS	
	POSITIVOS	NEGATIVOS
Alta	+ 2,75-3,0	- 2,75-3,0
Moderada	+ 1,75-2,5	- 1,75-2,5
Baja	+ 1,0-1,50	- 1,0-1,50

*Nota:* Elaboración propia

A partir de la evaluación de la tabla anterior podemos obtener resultados que nos muestra que no se producen impactos negativos de alta significancia.

#### **PLAN DE MANEJO SOCIO AMBIENTAL**

##### **Mitigación de impacto ambiental durante la etapa de ejecución de la obra**

###### **✓ Alteración de la calidad del aire**

Al diseñar las operaciones de construcción de vías y pavimentos, las emisiones de partículas de las operaciones de nivelación del movimiento de tierras deben controlarse con el riego continuo necesario del sitio de trabajo para reducir el polvo, especialmente en áreas urbanas.

Para protegerse del polvo de las canteras, el personal deberá usar gafas y máscaras de seguridad.

Para evitar la emisión de partículas (polvo) a la atmósfera, el material debe cubrirse con una manta de lona durante el transporte desde la cantera hasta la carretera para que no afecte a personas, casas y otros objetos.

✓ **Incremento de los niveles sonoros**

Se le exige al personal que está a cargo de la maquinaria pesada a portar orejeras para minimizar ruidos que generan dichas máquinas ya que los niveles sonoros se incrementan en algunos casos.

✓ **Cambio en la estructura paisajística**

Dado que la estructura debe conservar su fisonomía básica, se tienen en cuenta los elementos relacionados con los fenómenos paisajísticos. En consecuencia, los cortes deben ser mínimos para que el tráfico pueda reanudarse al instante.

✓ **Perturbación de Hábitat**

La existencia de Avi-fauna doméstica y Canes en la zona de trabajo restringe a la maquinaria en determinado horario para evitar perturbar su tranquilidad, por lo que se le prohíbe al personal perturba a los animales existentes de la zona.

✓ **Generación de Empleo**

La mano de obra local intervendrá de manera directa cuando se ejecute las obras y de manera indirecta en el comercio de alimentos, bebidas, vestuario, transporte, viviendas y otras actividades y también en el mantenimiento vial.

✓ **Riesgos en la seguridad y salud**

Para la restauración y reconfiguración de los materiales se deberá compactar formando terrazas con una leve inclinación de +1 hasta +1.5%.

**Tabla 69.**

*Plan de manejo ambiental en etapa de ejecución*

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>AIRE</b>	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases.	Limpieza del terreno	* Humedecer la superficie del suelo de estas áreas, para disminuir la emisión de partículas.	En todos los frentes de trabajo, durante todas las fases de obra.	El Contratista
		Transporte de herramientas	* Cubrir el material transportado en volquetes con un manto de lona. * Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias. * La pintura a utilizarse se hará haciendo uso de brochas y no sopletes y se usará pintura sin plomo.		El Contratista
	Aumento de los niveles de ruido	Movimiento de maquinaria	*Utilizar maquinaria en buen estado mecánico, los motores deberán contar con silenciadores. *Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.		El Contratista
		Transporte de material excedente	*Las actividades se realizarán en horario diurno y vespertino, para evitar la generación de ruidos durante la noche.		El Contratista
<b>PAISAJE</b>	Alteración del paisaje	Trabajos preliminares	*Cercar el lugar de trabajo, en la medida de lo posible, mientras duren los trabajos de construcción.	En el área de influencia del proyecto	El Contratista
		Demolición de muros y otros	*El material excedente deberá ser dispuesto temporalmente en las áreas asignadas para este fin, para luego ser dispuesto		El Contratista

		Demolición de muros y otros	en el lugar autorizado por la Municipalidad de Santiago. *Evitar realizar cortes excesivos durante la ejecución de estas actividades y limitarse a lo especificado en los diseños.		El Contratista
FAUNA	Perturbación y desplazamiento de las escasas especies (Avifauna doméstica y Canes).	Trabajos preliminares	Evitar ruidos molestos sobre todo en las noches para no provocar disturbios a escasa avifauna que pernocta en el lugar.	En el área de influencia del proyecto	El Contratista
		Movimiento de tierras			El Contratista
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo en la salud y en la seguridad de las personas	Obras provisionales	*Uso de mascarillas y guantes por el personal que labora directamente en esta obra. Restricción del paso de los transeúntes. *Control de generación de partículas (Ver lo referente al aire) *Control de los niveles de ruidos (Ver lo referente a aire).	En el área de influencia del proyecto	El Contratista
		Demolición de muros y otros	*Uso de equipos de seguridad por el personal que trabaja directamente en la obra. *Señalización de las zonas peligrosas. *Restricción del paso a los transeúntes. *Instrucciones al personal para evitar accidentes.		El Contratista

Nota: Elaboración propia

## Anexo 14: Presupuesto de obra

### 1. METRADOS

El resultado se muestra en la siguiente plantilla de Metrados.

#### Resumen de Metrados

**Tabla 70.**

*Resumen de Metrados*

ITEM	PARTIDA	UND	METRADO
<b>01</b>	<b>MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD PEATONAL Y VEHICULAR</b>		
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
01.01.01	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANA	mes	10.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.6 M X 2.4 M	und.	1.00
<b>01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	82,911.48
01.02.02	LIMPIEZA Y DEFORESTACION DE TERRENO MANUAL	m2	82,911.48
01.02.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb.	1.00
<b>01.03</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.03.01</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		
01.03.01.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb.	1.00
01.03.01.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	mes	3.00
01.03.01.03	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS	glb.	1.00
01.03.01.04	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb.	1.00
01.03.01.05	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb.	1.00
01.03.01.06	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb.	1.00
<b>01.04</b>	<b>DEMOLICIONES</b>		
01.04.01	DEMOLICION DE VEREDAS EXISTENTES	m2	160.00
01.04.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO (Alcantarillas)	m3	36.00
01.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICIONES	m3	88.40
<b>01.05</b>	<b>INFRAESTRUCTURA VEHICULAR</b>		
<b>01.05.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	m2	81,238.57
<b>01.05.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.05.02.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL	m3	60,728.94
01.05.02.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE( CON MAQUINARIA)	m2	81,238.57
01.05.02.03	SUB BASE GRANULAR e = 0.20 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACIÓN	m2	81,238.57
01.05.02.04	BASE GRANULAR e = 0.20 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	81,238.57
01.05.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (DM = 5.00 KM)	m3	75,911.18
<b>01.05.03</b>	<b>PAVIMENTACION</b>		
01.05.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA CON MC-30	m2	76,896.37
01.05.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	76,896.37

01.05.03.03	SELLADO CON ARENA FINA PARA <u>CARPETA ASFALTICA</u>	m2	76,896.37
<b>01.05.04</b>	<b>SARDINELES</b>		
<b>01.05.04.01</b>	<b>SARDINELES SUMERGIDOS</b>		
01.05.04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	154.07
01.05.04.01.02	<u>EXCAVACION MANUAL</u> EN TERRENO SUELTO	m3	77.03
01.05.04.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL <u>EXCEDENTE</u> (DM = 5.00 KM)	m3	92.44
01.05.04.01.04	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm2	kg	2,873.55
01.05.04.01.05	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL PARA SARDINELES SUMERGIDOS	m2	1,027.10
01.05.04.01.06	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm2 PARA SARDINELES	m3	77.03
01.05.04.01.07	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	m	177.18
01.05.04.01.08	PINTURA EN SARDINELES SUMERGIDOS	m	1,027.10
01.05.04.01.09	CURADO DE SARDINELES CON CURADOR QUIMICO	m2	154.07
<b>01.05.04.02</b>	<b>SARDINELES PERALTADOS</b>		
01.05.04.02.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	52.76
01.05.04.02.02	<u>EXCAVACION MANUAL</u> EN TERRENO SUELTO	m3	21.10
01.05.04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL <u>EXCEDENTE</u> (DM = 5.00 KM)	m3	25.32
01.05.04.02.04	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm2	kg	1,020.51
01.05.04.02.05	ENCOFRADO CARAVISTA Y DEENCOFRADO DE SARDINELES	m2	351.70
01.05.04.02.06	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm2 PARA SARDINELES	m3	26.38
01.05.04.02.07	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	m	60.62
01.05.04.02.08	PINTURA EN SARDINELES PERALTADOS	m	351.70
01.05.04.02.09	CURADO DE SARDINELES CON CURADOR QUIMICO	m2	175.85
<b>01.05.05</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>		
01.05.05.01	TRAZO Y PINTADO DE PAVIMENTO (LÍNEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS)	m	929.00
01.05.05.02	TRAZO Y PINTADO DE PAVIMENTO (SÍMBOLOS Y LETRAS)	m2	90.84
01.05.05.03	TRAZO Y PINTADO DE PAVIMENTO EN ZONA DE CRUCE PEATONAL	m2	64.50
<b>01.06</b>	<b>INFRAESTRUCTURA PEATONAL</b>		
<b>01.06.01</b>	<b>VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS</b>		
01.06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	591.22
01.06.01.02	CORTE MANUAL DE TERRENO NORMAL EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m3	118.24
01.06.01.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	591.22
01.06.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL <u>EXCEDENTE</u> (DM = 5.00 KM)	m3	141.89
01.06.01.05	SUB - BASE GRANULAR PARA VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS E=0.15m	m2	574.34
01.06.01.06	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	629.42
01.06.01.07	CONCRETO $f_c=175$ KG/CM2 EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m3	165.57
01.06.01.08	FROTACHADO Y BRUÑADO DE VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	1,137.52
01.06.01.09	SELLADO DE JUNTAS EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS (e=1.0 cm)	m	318.40
01.06.01.10	CURADO DE VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS CON ADITIVO QUIMICO (ANTISOL)	m2	574.34
<b>01.07</b>	<b>ALCANTARILLA TIPO MARCO (17 UNIDADES)</b>		
<b>01.07.01.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.07.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	130.50
01.07.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	130.50
<b>01.07.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.07.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL	m3	222.70

01.07.02.02	NIVELACION Y PERFILADO DE EXCAVACION	m2	671.50
01.07.02.03	BASE DE MATERIAL GRANULAR COMPACTADO E=0.10m	m2	408.00
01.07.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO	m3	170.00
01.07.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXC. PROVENIENTE DE EXCAVACION, MANUAL (Dprom=30 M)	m3	63.24
<b>01.07.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
01.07.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADOS EN MUROS	m3	408.00
<b>01.07.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.07.04.01</b>	<b>ZAPATAS</b>		
01.07.04.01.01	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm2	kg	14,527.52
01.07.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS EN MUROS DE CONTENCION	m2	915.96
01.07.04.01.03	CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm2 PARA ZAPATAS	m3	459.51
01.07.04.01.04	CURADO CON ADITIVO QUIMICO EN CONCRETO	m2	915.96
<b>01.09</b>	<b>MITIGACION Y CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
01.09.01	MITIGACION DE LA POLVAREDA DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA OBRA	m2	82,911.48
01.09.02	ACONDICIONAMIENTO Y ABANDONO DE BOTADEROS	g/b	1.00
<b>01.10</b>	<b>VARIOS</b>		
01.10.01	NIVELACION DE BUZONES AL NIVEL DE RASANTE EN PAVIMENTOS	und	26.00
01.10.02	NIVELACION Y REPOSICION DE MARCOS DE CAJAS DE AGUA	und	67.00
01.10.03	NIVELACION Y REPOSICION DE MARCOS DE CAJAS DE DESAGUE	und	67.00
01.10.04	BUZON TIPO I D=1.20 M., H=2.00 M.	und	5.00
01.10.05	PAPELERAS O TACHOS CILINDRICOS DE FIBRA DE VIDRIO	und	20.00
01.10.06	LIMPIEZA Y ABANDONO DE OBRA	m2	82,911.48

Nota: Elaboración propia

## 2. RESUMEN DE PRESUPUESTO

El presupuesto proyectado bajo la modalidad de contratación pública para el "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA CALLE IC 721 - C.P. LOS CASTILLOS" es de S/. 14,279,062.22 (CATORCE MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL SESENTA Y DOS CON 22/100 Nuevos Soles). Este costo incluye el I.G.V. (18%), la utilidad del contratista (5% del CD) y el costo determinado para gastos generales (10% del CD).

**Tabla 71.***Presupuesto resumen*

<b>PRESUPUESTO RESUMEN</b>		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO LOS CASTILLOS – IC 721 DEL DISTRITO DE SANTIAGO - PROVINCIA DE ICA - DEPARTAMENTO DE ICA	
EJECUTA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO	
REGIÓN:	ICA	
PROVINCIA:	ICA	
DISTRITO:	SANTIAGO	
FECHA:	ABRIL DEL 2023	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
1	OBRAS PROVISIONALES	10,991.85
2	OBRAS PRELIMINARES	117,797.69
3	SEGURIDAD Y SALUD	32,500.00
4	DEMOLICIONES	4,974.32
5	INFRAESTRUCTURA VEHICULAR	9,713,298.45
6	INFRAESTRUCTURA PEATONAL	129,710.85
7	ALCANTARILLA TIPO MARCO (05 UNIDADES)	353,655.26
8	MITIGACION Y CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL	50,588.66
9	VARIOS	109,004.82
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>10,522,521.90</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>10,522,521.90</b>
	Costo Directo de Obra	<b>10,522,521.90</b>
	Gastos Generales (10.00%)	1,052,252.19
	Utilidad (5.00%)	526,126.10
	<b>Sub Total</b>	<b>12,100,900.19</b>
	IGV (18%)	<b>2,178,162.03</b>
	<b>Presupuesto de Obra</b>	<b>14,279,062.22</b>
	Gastos de Supervisión (5%)	713,953.11
	Costo Expediente Técnico	50,000.00
	<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA S/.</b>	<b>15,043,015.33</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA POR KM EN \$/.</b>	<b>372,121.59</b>

Nota: Elaboración propia

### 3. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Al igual que ocurre con el cálculo real del coste directo, el análisis del precio unitario se realiza de acuerdo con las especificaciones de la obra y los requisitos de ejecución de las obras viarias. En términos generales, la ejecución de acuerdo con la actividad y la región de ubicación determina las necesidades de materiales, personal, equipos y herramientas. Es importante tener en cuenta que estos valores unitarios se determinan utilizando los costes de los insumos sin tener en cuenta el impuesto general sobre las ventas.

### 4. FÓRMULA POLINÓMICA

El presupuesto utilizado para realizar una tarea fluctúa mucho debido al aumento continuo del coste de sus componentes. Por ello, calculamos las fórmulas polinómicas de reajuste para hallar esta variación.

La fórmula polinómica de corrección es una colección de términos, también conocidos como monomios, que describen la aparición de los elementos primarios que afectan a los costes laborales y cuyo total produce el factor de corrección del presupuesto laboral para el periodo especificado. El coeficiente de correlación de cada monomio se multiplica por el índice de variación de precios del producto que representa, de modo que la suma de los coeficientes de correlación de cada término es siempre igual a 1, y viceversa. De acuerdo con el artículo II del Decreto Supremo n.º 011-79-VC, esta fórmula puede representarse en la forma básica que se indica a continuación, utilizando los símbolos que figuran a continuación:

$$K = a \frac{J_r}{J_o} + b \frac{M_r}{M_o} + c \frac{E_r}{E_o} + d \frac{V_r}{V_o} + e \frac{GU_r}{GU_o}$$

Donde:

K: coeficiente de reajuste y será expresado con aproximación al milésimo.

a, b, c, d, e: coeficiente de incidencia de cada elemento en relación al costo total de la obra, serán expresados con aproximación al milésimo.

J, M, E, V, GU: simbología para los principales elementos que determinan el costo de la obra.

*Jr, Mr, Er, Vr, GUr*: índices CREPCO a la fecha del reajuste.

*Jo, Mo, Eo, Vo, GUo*: índices CREPCO a la fecha del presupuesto.

Para ello, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Cada monomio se podrá subdividir en dos o más monomios, con el propósito de alcanzar la mayor aproximación en los reajustes.

La fórmula polinómica solo contará con hasta 8 monomios y su coeficiente de incidencia será como mínimo cinco centésimos (0.05).

La máxima cantidad de fórmulas polinómicas que debe tener una obra son 4, a excepción de obras de diversa naturaleza se le permite un máximo de 8 fórmulas polinómicas.

La Comisión Reguladora de Precios de la Construcción (CREPCO), organismo gubernamental descentralizado para la vivienda y la construcción, se rige por el D.L. n° 21067 (Ley de Organización de la Industria de la Vivienda y la Construcción), 01-07-75. La principal responsabilidad de la CREPCP es calcular y difundir un índice de precios de los factores que estima los costes mensuales de los proyectos. A través de un mecanismo de ajuste automático, conocido como sistema polinómico, estas cifras se utilizan para modificar los importes presupuestados de todos los contratos de obras públicas y privadas.

El término "índice de precios" se refiere a un número abstracto creado multiplicando por 100 el resultado de dividir el precio de una mercancía en una fecha determinada por su precio en una fecha base.

**Tabla 72.**

*Fórmula polinómica.*

<b>Fórmula Polinómica</b>					
Presupuesto	0102023	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO LOS CASTILLOS - IC 721 DEL DISTRITO DE SANTIAGO - PROVINCIA DE ICA - DEPARTAMENTO DE ICA"			
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL			
Fecha Presupuesto	05/09/2022				
Moneda	SOLES				
Ubicación Geográfica	110111	ICA - ICA - SANTIAGO			
$K = 0.159*(AGr / AGo) + 0.346*(ASr / ASo) + 0.315*(MEr / MEo) + 0.106*(MOr / MOo) + 0.074*(IGr / IGo)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.159	100.000	AG	05	AGREGADO GRUESO
2	0.346	100.000	AS	13	ASFALTO
3	0.315	100.000	ME	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
4	0.106	100.000	MO	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
5	0.074	100.000	IG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

*Nota:* Elaboración propia

## **5. PROGRAMACIÓN DE OBRAS**

### **A. GENERALIDADES**

El objetivo de la programación de los trabajos es lograr el mejor desarrollo potencial de las obras gastando la menor cantidad de dinero, tiempo y recursos en personal y equipos.

### **B. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN**

Tradicionalmente, toda la programación del trabajo estaba contenida en una especificación detallada de gráfico de barras (el método de Gantt), pero las necesidades de planificación de grandes proyectos se volvieron cada vez más complejas, lo que llevó a la aparición de métodos en los EE. UU. entre 1956 y 1958: PERT y CPM.

#### **a) MÉTODO DE GANTT:**

Se utiliza con más frecuencia en programas que ilustran procesos de fabricación y a veces se conoce como "gráfico de barras". Aunque planificar y programar al mismo tiempo implica procesos mentales y juicios de valor que deben explicarse, sigue siendo eficaz para observar y documentar el progreso.

El proceso para la elaboración del Diagrama de barras es el siguiente:

Se definen las actividades primordiales que serán ejecutadas durante la obra estimando su fecha de inicio y de culminación finalmente se representará mediante una barra donde su longitud será la duración de la actividad.

Se elabora una relación de actividades según su orden de ejecución para luego graficar las barras representando cada actividad a través del tiempo.

Este método no es muy eficiente ya que es muy dificultoso representar la secuencia a ejecutar de cada actividad, solo se puede descomponer en actividades principales dejando las actividades menores.

Además, no permite destacar las conexiones entre otras actividades, lo que dificulta ver el impacto de cambiar las fechas de inicio y fin de otras actividades o del proyecto en su conjunto. Otro reto es calcular las actividades decisivas del proyecto en términos de duración.

#### **b) MÉTODO PERT**

Para los proyectos de investigación en los que existen conflictos de programación y la posibilidad o el riesgo de que se incumplan los plazos especificados, ésta es la mejor forma de proceder. Este método ofrece una mejor colaboración en ingeniería, menores requisitos de cumplimiento, ahorro de costes de producción y conocimiento de la viabilidad de cumplir los plazos de entrega.

Para la planificación PERT se realizan análisis gráficos de redes utilizando conceptos estadísticos

Los pasos para realizar un PERT es el siguiente:

determinan las actividades que se realizarán durante la ejecución de la obra.

Una vez que se cuente con todos los insumos se asigna un tiempo a cada actividad.

A las actividades se le asigna una unidad de tiempo que se adecue a la obra, frecuentemente se usa una unidad al día de 8 horas.

Se determina la duración estimada de cada actividad en tres valores bajo información de experiencia.

*t<sub>o</sub>* : Tiempo optimista (el menor plazo posible).

*t<sub>m</sub>*: Tiempo probable (plazo real para un gran número de realizaciones).

*tp*: Tiempo pesimista (tiempo máximo que ocurre una vez en 100).

Se ordenan las actividades y se llena en un formato, respondiendo a las siguientes preguntas:

¿Qué es previo a esta actividad?

¿Qué es posterior a esta actividad?

¿Cuáles son las actividades que pueden hacerse simultáneamente?

4º Cuando se completa el formato anterior, se crea un cuadro de actividades, que resume todas las actividades del proyecto como una cuadrícula, sucede y convenientemente, varias actividades terminan al mismo tiempo en un evento, mientras que otras comienzan en el mismo tiempo en el mismo evento. Las actividades virtuales se utilizan a menudo para indicar el orden entre actividades.

5º Los eventos son enumerados de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha según la cronología y se ubican de manera simultánea en las líneas verticales.

### **c) MÉTODO CPM (CRITICAL PATH METHOD.)**

Es una estrategia determinista que se utiliza en proyectos cuyas tareas se han completado previamente. Cada proyecto debe tener un coste y un tiempo asignados por el CPM. El PERT hace hincapié en el coste de la tarea, y se utilizará el PERT-COSTO, también conocido como Método del Camino Crítico o CPM. Este criterio es habitual en los contratos de la mayoría de los países.

Sustancialmente no se diferencia del PERT, aunque suelen usarse algoritmos matemáticos para resolver la malla.

Las diferencias son:

PERT: usa la probabilidad para determinar fecha de culminación.

CPM: Optimiza costos y tiempos hallando costos mínimos, menor plazo o la duración mínima.

El método CPM, puede dividirse en tres fases:

1º Elaboración de una tabla que contenga las actividades o tareas que contiene la obra y que se representará a través de un diagrama de flechas.

2º Programación de las actividades y designación de la mano de obra y maquinaria. Se analizará el tiempo-costo para organizar el diagrama y que termine dentro del plazo previsto

3º Observación del rumbo de la obra y adaptación del diagrama cuando la situación lo amerite.

El método CPM implica representar cada actividad por una flecha.

En los puntos de contacto de las flechas, se colocan los eventos de inicio o de fin.

A continuación, los conceptos fundamentales para el método CPM:

**Proyecto:**

Es la conformación de actividades que necesita el proyecto para conseguir su finalidad.

**Actividades:**

Son todas las operaciones que formarán parte del proyecto.

**Planeamiento:**

Es la organización para calcular la duración de un proyecto mediante la asignación de recursos a las distintas actividades, para ello se fijan flechas de inicio y final fijando los plazos.

**Duración:**

El tiempo que demora la ejecución de una actividad.

**Diagrama de flechas:**

Es la relación que existe entre todas las actividades y se representa mediante una flecha, las flechas son graficadas de manera ordenada.

**Eventos:**

Es el resultado de la interacción de al menos dos flechas. Un momento no tiene duración; es instantáneo, ocurre cuando se completan todas las actividades que conducen a él, y sólo entonces pueden iniciarse las actividades que le dieron origen.

**Inicio más temprano (E.S.):**

Es el tiempo más temprano en que se puede iniciar una actividad.

**Inicio más tarde (E.F):**

Es el tiempo máximo que se puede tardar una actividad sin modificar la duración del proyecto.

**Holgura total (H.T.):**

Es el plazo máximo que una actividad pueda tener sin aumentar la duración del proyecto.

$$HT = LF - EF$$

**Holgura libre (H.L):**

Es el tiempo de ampliación de una actividad por si haya retrasos pero que no puede interferir en las siguientes actividades.

$$HL = ESj - EFi$$

**Holgura independiente (H.I):**

Es el tiempo de ampliación de una actividad por si haya retrasos pero que no puede interferir en la culminación de las siguientes actividades:

$$HI = (ESj - FLi) - dij$$

**Duración de una actividad (d):**

Es el tiempo que dura una actividad según la cantidad y el rendimiento:

$$d = \text{metrado} / \text{rendimiento}$$

**Actividad crítica:**

Es la actividad que no tiene tiempo para retrasos. Debe cumplirse que:

$$ES = LS \text{ y } EF = LF$$

### Ruta crítica:

Engloba a las actividades críticas que influyen en la duración del proyecto.

### Dummy:

Es la tarea ficticia, se usa para indicar que una tarea no debe iniciar in haber culminado la tarea que lo antecede.

### Tabla de tiempos:

Es la representación en tablas de los cálculos del CPM que pueden ser graficados en un diagrama de barras indicando que las actividades dan inicio en su tiempo más temprano.

Para el proyecto desarrollado se ha utilizado la metodología GANTT, con ayuda del software Ms Project se ha estimado una duración de 7 meses para el presente proyecto, detallando adjunto el respectivo diagrama de programación de obra, el cual se verifica en el anexo 07 del presente documento.

## 6. Resumen de partidas específicas

### Tabla 73.

Construcción de infraestructura vehicular.

01.05	INFRAESTRUCTURA VEHICULAR		
01.05.01	OBRAS PRELIMINARES		
01.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	m2	81,238.57
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.05.02.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL	m3	60,728.94
01.05.02.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE( CON MAQUINARIA)	m2	81,238.57
01.05.02.03	SUB BASE GRANULAR e = 0.20 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACIÓN	m2	81,238.57
01.05.02.04	BASE GRANULAR e = 0.20 m, EXTENDIDO, BATIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	81,238.57
01.05.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (DM = 5.00 KM)	m3	75,911.18
01.05.03	PAVIMENTACION		
01.05.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA CON MC-30	m2	76,896.37
01.05.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	76,896.37
01.05.03.03	SELLADO CON ARENA FINA PARA CARPETA ASFALTICA	m2	76,896.37

Nota: Elaboración propia

Construcción de 77.03 m<sup>3</sup> de Sardineles sumergidos y 26.38 m<sup>3</sup> de Sardineles sumergidos con concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 74.**

*Construcción de Sardineles sumergido y peraltados*

<b>01.05.04</b>	<b>SARDINELES</b>		
<b>01.05.04.01</b>	<b>SARDINELES SUMERGIDOS</b>		
01.05.04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	<b>154.07</b>
01.05.04.01.02	<u>EXCAVACION MANUAL</u> EN TERRENO SUELTO	m3	<b>77.03</b>
01.05.04.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL <u>EXCEDENTE</u> (DM = 5.00 KM)	m3	<b>92.44</b>
01.05.04.01.04	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	<b>2,873.55</b>
01.05.04.01.05	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL PARA SARDINELES SUMERGIDOS	m2	<b>1,027.10</b>
01.05.04.01.06	CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SARDINELES	m3	<b>77.03</b>
01.05.04.01.07	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	m	<b>177.18</b>
01.05.04.01.08	PINTURA EN SARDINELES SUMERGIDOS	m	<b>1,027.10</b>
01.05.04.01.09	CURADO DE SARDINELES CON CURADOR QUIMICO	m2	<b>154.07</b>
<b>01.05.04.02</b>	<b>SARDINELES PERALTADOS</b>		
01.05.04.02.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	<b>52.76</b>
01.05.04.02.02	<u>EXCAVACION MANUAL</u> EN TERRENO SUELTO	m3	<b>21.10</b>
01.05.04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL <u>EXCEDENTE</u> (DM = 5.00 KM)	m3	<b>25.32</b>
01.05.04.02.04	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	<b>1,020.51</b>
01.05.04.02.05	ENCOFRADO CARAVISTA Y DEENCOFRADO DE SARDINELES	m2	<b>351.70</b>
01.05.04.02.06	CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SARDINELES	m3	<b>26.38</b>
01.05.04.02.07	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	m	<b>60.62</b>
01.05.04.02.08	PINTURA EN SARDINELES PERALTADOS	m	<b>351.70</b>
01.05.04.02.09	CURADO DE SARDINELES CON CURADOR QUIMICO	m2	<b>175.85</b>

*Nota:* Elaboración propia

Construcción de 165.57 m<sup>3</sup> de veredas, rampas y martillos de concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 75.***Construcción de Infraestructura peatonal*

<b>01.06</b>	<b>INFRAESTRUCTURA PEATONAL</b>		
<b>01.06.01</b>	<b>VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS</b>		
01.06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	591.22
01.06.01.02	CORTE MANUAL DE TERRENO NORMAL EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m3	118.24
01.06.01.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	591.22
01.06.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL <u>EXCEDENTE</u> (DM = 5.00 KM)	m3	141.89
01.06.01.05	SUB - BASE GRANULAR PARA VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS E=0.15m	m2	574.34
01.06.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	629.42
01.06.01.07	CONCRETO F'c=175 KG/CM2 EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m3	165.57
01.06.01.08	FROTACHADO Y BRUÑADO DE VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS	m2	1,137.52
01.06.01.09	SELLADO DE JUNTAS EN VEREDAS, RAMPAS Y MARTILLOS (e=1.0 cm)	m	318.40
01.06.01.10	CURADO DE VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS CON ADITIVO QUIMICO (ANTISOL)	m2	574.34

Nota:

Elaboración propia

**Tabla 76.***Construcción de Alcantarillas*

Construcción de 62.77 m3 de Zapatas de Concreto f'c=210 kg/cm2 y 46.74 m3 de Muro de Contención de concreto f'c=210 kg/cm2.

<b>01.07</b>	<b>ALCANTARILLA TIPO MARCO (17 UNIDADES)</b>		
<b>01.07.01.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.07.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	739.50
01.07.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	739.50
<b>01.07.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.07.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL	m3	222.70
01.07.02.02	NIVELACION Y PERFILADO DE EXCAVACION	m2	671.50
01.07.02.03	BASE DE MATERIAL GRANULAR COMPACTADO E=0.10m	m2	408.00
01.07.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO	m3	170.00
01.07.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXC. PROVENIENTE DE EXCAVACION, MANUAL (Dprom=30 M)	m3	63.24
<b>01.07.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
01.07.03.01	CONCRETO F'c=100 KG/CM2 PARA SOLADOS EN MUROS	m2	408.00
<b>01.07.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.07.04.01</b>	<b>ZAPATAS</b>		
01.07.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	14,527.52
01.07.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS EN MUROS DE CONTENCION	m2	915.96
01.07.04.01.03	CONCRETO f'c=210Kg/cm2 PARA ZAPATAS	m3	459.51
01.07.04.01.04	CURADO CON ADITIVO QUIMICO EN CONCRETO	m2	915.96

Nota: Elaboración propia