



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de infraestructura vial, camino vecinal CP Coyunde Palma –  
CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel (ORCID: /0000-0001-9586-7384)

Vásquez Quiroz, Giancarlo (ORCID: 0000-0002-0078-5974)

**ASESOR:**

Mg. Berrú Camino, José Miguel (ORCID: /0000-0001-8434-3219)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

**A DIOS**, por brindarme la vida, la salud para lograr las metas que me he propuesto.

**A MIS PADRES, José y María**, quienes siempre confían en mí y me enseñaron a sobresalir en los momentos difíciles. **A MIS HERMANOS** que son mi inspiración para salir adelante.

**A MI ESPOSA, Sheny y A MIS HIJOS Nicolás y Gabriel**, por su gran apoyo incondicional y comprensión, quienes siempre serán lo más importante en mi vida para lograr mis metas trazadas.

**Rolando Gabriel**

**A DIOS**, por estar siempre con nosotros en los momentos difíciles de nuestra vida.

**A MIS PADRES Luz y Segundo**, quienes me inculcaron valores, depositando su confianza en mí para llegar a cumplir mis propósitos y objetivos.

**A MI ESPOSA, Paola y a mi HIJA Gillian**, por ser mis motivos para seguir adelante.

**Giancarlo**

## **Agradecimiento**

A los docentes de la Universidad César Vallejo, que con sus enseñanzas y orientación incondicional se hace realidad terminar el presente trabajo y por darnos la oportunidad de estudiar para superarnos y lograr cumplir nuestros sueños.

A nuestro asesor al Mg. Berrú Camino, José Miguel, quien con su orientación incondicional en el desarrollo del presente trabajo y en nuestra formación profesional ha sido posible terminar nuestra investigación.

**Rolando Gabriel**

**Giancarlo**

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
3.1 Diseño de investigación .....	14
3.2 Variables, Operacionalización .....	14
3.3 Población, muestra y muestreo .....	14
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Métodos de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos .....	16
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Coordenadas de BMs del tramo. ....	17
<b>Tabla 2:</b> Ubicación de calicatas .....	18
<b>Tabla 3:</b> Características de calicatas .....	19
<b>Tabla 4:</b> Resultados de ensayos Proctor y CBR.....	19
<b>Tabla 5:</b> Categorías de subrasante.....	20
<b>Tabla 6:</b> Conteo de tráfico en estación E-1 (mayo 2022).....	20
<b>Tabla 7:</b> Factores de corrección estacional .....	22
<b>Tabla 8:</b> Índice medio diario semanal .....	23
<b>Tabla 9:</b> Índice medio diario anual .....	23
<b>Tabla 10:</b> Distribución % por tipo de vehículo.....	24
<b>Tabla 11:</b> Proyección de tráfico normal .....	25
<b>Tabla 12:</b> Proyección del tráfico con proyecto .....	26
<b>Tabla 13:</b> Rangos de la velocidad de diseño en función a su clasificación.....	27
<b>Tabla 14:</b> Pendientes máximas.....	30
<b>Tabla 15:</b> Velocidad de marcha en función de la velocidad de diseño en km.....	31
<b>Tabla 16:</b> Tiempo de viaje por longitud.....	31
<b>Tabla 17:</b> Radios para prescindir de la curva de transición .....	32
<b>Tabla 18:</b> Precipitación total mensual (mm).....	33
<b>Tabla 19:</b> Valores máximos anuales periodo 2002 - 2022.....	34
<b>Tabla 20:</b> Resultado de cálculo de precipitaciones máximas o extremas (mm)...	35
<b>Tabla 21:</b> Caudal máximo en el periodo de retorno (mm).....	35
<b>Tabla 22:</b> Vehículos de tipo M .....	37
<b>Tabla 23:</b> Rangos de velocidad de diseño en función a la calasificación de carretera por demanda y orografía .....	37
<b>Tabla 24:</b> Anchos mín. de derecho de vía .....	38
<b>Tabla 25:</b> Mín. distancia de visibilidad de adelantamiento para carretera de dos carriles dos sentidos.....	38
<b>Tabla 26:</b> Pendientes máximas.....	40
<b>Tabla 27:</b> Anchos mínimos de calzada en tangente .....	40
<b>Tabla 28:</b> Ancho de berma.....	41
<b>Tabla 29:</b> Valores de bombeo %.....	41

<b>Tabla 30:</b> Valores de peralte máximo .....	42
<b>Tabla 31:</b> Resumen de características de nuestro diseño .....	42
<b>Tabla 32:</b> Relación de alcantarillas .....	43
<b>Tabla 33:</b> Cálculo de diámetro de alcantarilla .....	45
<b>Tabla 34:</b> Cálculo de definición del diámetro de alcantarillas .....	46
<b>Tabla 35:</b> Cálculo del diámetro de la cuneta.....	47
<b>Tabla 36:</b> Definición de dimensiones de cuneta .....	48

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Clasificación de pavimentos.....	10
<b>Figura 2:</b> Trazo de la carretera, alineamiento y ubicación de la tesis.....	18
<b>Figura 3:</b> Volumen de vehículos.....	21
<b>Figura 4:</b> N° de vehículos/día.....	21
<b>Figura 5:</b> Distribución de tránsito vehicular.....	24
<b>Figura 6:</b> Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T0.....	29
<b>Figura 7:</b> Alineamiento de carretera.....	30
<b>Figura 8:</b> Perfil.....	32
<b>Figura 9:</b> Precipitaciones máximas (mm).....	34
<b>Figura 10:</b> Sección de alcantarilla ATM (acero corrugado y galvanizado).....	44
<b>Figura 11:</b> Cuneta triangular.....	47
<b>Figura 12:</b> Sección transversal.....	49
<b>Figura 13:</b> Sección transversal – Longitud colaborante.....	50
<b>Figura 14:</b> Diseño de estribo.....	51
<b>Figura 15:</b> Diseño de área de acero.....	51
<b>Figura 16:</b> Estado 1 = Peso propio del estribo + Empuje total.....	52
<b>Figura 17:</b> Distancia de medida de luz de un puente.....	53
<b>Figura 18:</b> Características de un puente.....	53

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de Infraestructura Vial, camino vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”, se desarrolla ante la urgente necesidad de todos los pobladores involucrados en esta zona, de contar con una vía de acceso rápido y de buenas condiciones, ya que es fundamental para el transporte de los productos de primera necesidad que ellos mismos generan en la agricultura.

El objetivo principal de este proyecto, es el diseño de la infraestructura de la carretera, la cual debe cumplir y estar bajo los lineamientos del Manual de carreteras: Diseño geométrico DG - 2018, el cual nos permitió realizar sus diferentes tipos de estudios y aspectos como: Estudio de tráfico (Conteo vehicular), estudio de topografía, estudios de suelo y estudios hidrológicos.

Esta investigación da inicio con el reconocimiento de la zona involucrada para obtener todos los datos necesarios referentes a la topografía y las diferentes características socioeconómicas. A continuación, se realizó el conteo vehicular, el cual es fundamental para la clasificación de la vía en función a su demanda.

**Palabras Claves:** Diseño de infraestructura vial, topografía, suelo.

## **ABSTRACT**

This thesis entitled "Road Infrastructure Design, neighborhood road CP Coyunde Palma - CP Sexi Palma, Districts Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca", is developed in response to the urgent need of all the people involved in this area, to have a fast access road and good conditions, as it is essential for the transport of basic necessities that they themselves generate in agriculture.

The main objective of this project is the design of the road infrastructure, which must comply and be under the guidelines of the Highway Manual: Geometric Design DG - 2018, which allowed us to perform different types of studies and aspects such as: Traffic study (Vehicle count), topography study, soil studies and hydrological studies.

This research begins with the recognition of the area involved to obtain all the necessary data regarding the topography and the different socioeconomic characteristics. Next, a vehicle count was carried out, which is fundamental for the classification of the road according to its demand.

**Keywords:** Road infrastructure design, topography, soil.

## I. INTRODUCCIÓN

La seguridad vial, en América latina a nivel mundial, se mantiene en el primer el primer lugar en contar con ciudades con una tasa de mortalidad más altas con accidentes de tránsito; su problemática no solo abarca la salud pública, también afecta el desarrollo económico, determinándose la necesidad de profundizar multisectoriales entre la inversión pública y privada para ser sostenibles los proyectos en el tiempo. (Banco Mundial BIRF-AIF, 2016).

Es necesario contar con un diseño para infraestructura vial, esto es clave fundamentalmente en el desarrollo económico del país, ya que permite la integración de mercados de bienes y servicios, incentivando de esta manera el comercio, para eso hay q tener realizar un buen diseño que ayude a disminuir los accidentes de tránsito que origina las vías en mal estado.

Las cargas comerciales en Brasil supera el 60% de desplazamientos por carreteras, 81 % en México y 77% en Colombia y; a comparación de China que solo es el 21% y EE.UU. el 31%; describiéndose así, la problemática de que los países latinoamericanos dependen mucho de las vías terrestres; además existe un nivel bajo de inversión de infraestructura vial la cual se refleja en un bajo porcentaje de carreteras pavimentadas; determinándose en tal sentido, la necesidad de intervención del Estado conjunto con la inversión privada planificar y fomentar el desarrollo vial de cada nación. (Road Experts, 2016).

Por consiguiente, el desarrollo de la infraestructura vial ayuda a disminuir los accidentes de tránsito ocasionados por los fenómenos naturales, protegiendo así la vida de los pobladores y conductores en épocas de lluvias, por ello las vías son de suma importancia ya que permite que la actividad comercial sea más extensa, es decir permite incrementar la competitividad e impulsar el desarrollo económico.

La implementación y actualización de las normas técnicas peruanas en carreteras generan un gran avance de inversión sin embargo su problemática se manifiesta en la gran responsabilidad de cumplimiento de las normativas por parte los diseñadores, constructores y entidades públicas y privadas competentes en el desarrollo y gestión en proyectos ingenieriles; determinándose en los criterios

técnicos un mejor enfoque de desarrollo en la seguridad vial, constituyéndose un gran reto para el futuro de la ingeniería vial en nuestro país. (Foro América Latina, 2016).

Es necesario que se emplean las normas de construcción vial para realizar un proyecto de infraestructura vial esto permite que se establezcan procedimientos limpios y unificar diseños permitiéndoles realizar proyectos seguros y sostenibles, cumplir con todos los lineamientos de una norma ayudará en la ejecución de un proyecto de esta magnitud.

Uno de los grandes problemas que generan caos vehicular, es el deficiente diseño y cumplimientos de los procesos constructivos por parte de los profesionales responsables a cargo de la dirección y control de los proyectos ingenieriles; determinándose la necesidad de un proceso de arbitraje por parte de los órganos de control público y el fortalecimiento deontológico profesional y ético de sus profesionales. (Perú21, 2012).

Es fundamental fomentar inversiones en relación a la infraestructura vial que nos permita construir carreteras eficientes con el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas acordes a la zona del proyecto, es necesario de igual manera que se brinde mantenimiento continuo a las vías de comunicación para evitar o reducir los accidentes de tránsito, y permitiendo la integración de los mercados, disminuyendo costos de transporte y minimizar el tiempo de desplazamiento.

Las ciudades de Hualgayoc y Santa Cruz, de la región Cajamarca son consideradas como los distritos más importantes de esta región ya que proveen diferentes productos alimenticios de primera necesidad como: leche, queso, palta, taya, aguaymanto, otros productos agrícolas, artesanía y textil a la región norte, selva y capital. Las cuales los centros poblados de Coyunde Palma y Sexi Palma son partícipes de esta producción y de la zona de estudio para esta investigación.

En las zonas de estudio actualmente existe una trocha carrozable con pequeños tramos ausente de vía, por lo que la gente se traslada a pie y su carga lo transportan en acémila, estos caminos se encuentran en mal estado para la transitabilidad,

empeorando más cuando hay presencia de lluvias lo cual obstaculiza en el traslado de sus productos agropecuarios. La topografía del lugar es accidentada, el suelo es un suelo rocoso, semi rocoso y suelo suelto variando en cada tramo del camino, es rural por lo que presenta una flora de pastos, terrenos productivos y viviendas alejadas en todo el tramo de la vía.

Por lo que se plantea la problemática ¿Qué diseño resulta adecuado para la infraestructura vial, camino vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca?

Para la realización de este proyecto se basó en las siguientes justificaciones.

En justificación técnica: Existe una vía la misma que durante su recorrido no se basa en los requisitos mínimos necesarios que exige la normativa, perjudicando el tránsito vehicular, peatonal y muchas veces ocasionando accidentes. En consecuencia, tomando en cuenta las condiciones en las que se encuentra la vía carrozable, se elaborará el diseño de la carretera, bajo el criterio técnico de la Norma DG-2018; en la cual menciona que las carreteras de tercera clase pueden funcionar con soluciones básicas o económicas (afirmado).

En justificación Social: El desarrollo de la propuesta técnica permitirá optimizar al nivel de vida de los involucrados del proyecto, mejorando la transitabilidad, permitiendo así conectarlos entre los centros poblados con los distritos que cuenten con mejor desarrollo tanto económico como social, esto ayudara a dar mejores soluciones a sus problemas de transportar y poder distribuir sus productos comerciales, también se reducen las horas de viaje, dando comodidad y seguridad para toda la población a intervenir.

En justificación económica: Promoverá el progreso de diferentes acciones productivas, como la ganadería, agricultura, artesanía y textilería, permitiendo la generación de recursos que generará las actividades laborales, conllevando a una mejora económica de las familias, al poder trasladar y comercializar sus productos a otros mercados. Teniendo en cuenta la rentabilidad para la población en cuanto

al mantenimiento de la carretera, es que se está considerando para este proyecto a nivel de afirmado.

En justificación Ambiental: El presente estudio contribuirá a minimizar las partículas en suspensión (polvo), evitando diferentes enfermedades de tipos respiratorios, dérmico, oftalmológicos y otras asociadas a la salud. Teniendo en cuenta la huella de carbono que representan los diferentes materiales para carreteras, es que se opta a nivel de afirmado.

Ante ello se plantea el objetivo general: Diseñar la Infraestructura Vial, camino vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

Por lo tanto, nos planteamos los siguientes objetivos específicos: Estudios básicos de ingeniería: como estudio topografía, mecánica de suelos, tráfico e hidrología; diseñar la infraestructura: diseño geométrico, obras de arte como cunetas, alcantarillas, puentes y elaboración de planos.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel Internacional el BDAL (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018) determina, a nivel de América Latina, sus regiones han progresado en el desarrollo de creación y sensibilización de criterios específicos de políticas públicas, sin embargo, aún queda un gran tramo para cerrar la brecha en infraestructura vial.

Al hablar de infraestructura vial se habla de desarrollo, el cual beneficia a sus pobladores de las zonas involucradas, impulsando el desarrollo económico gracias a las actividades a las que dedican como la agricultura y la ganadería que traen consigo el desarrollo de los pueblos.

Zambrano, (2018) En su tesis denominada “Implementación índices de sostenibilidad en términos de referencia para diseño y construcción en proyectos de infraestructura vial aplicados en el caso de estudio - Concesión Rumichaca – Pasto” la presente investigación surge en la ciudad de Colombia donde su base fundamental es aumentar el crecimiento económica con proyectos de infraestructura vial , lo cual plantea como objetivo general determinar los índices de sostenibilidad para realizar los proyectos de infraestructura vial, en la ejecución de su estudios realiza el diseño geométrico del proyecto, el diseño estructural, el estudio de tráfico, el levantamiento topográfico, el estudio de factibilidad y los trabajos de gabinete, la población del estudio se desarrolla en la concesión Rumicacha – Pasto, entre la zona de centro este y sur del departamento de Nariño, con una longitud de 76.97 km , donde tiene como finalidad convertir una vía con altas especificaciones en doble de calzada, mejorando de esta manera la comunicación en todo el suroeste del país.

Gonzales y Soria, (2019) En su investigación denominada “Propuesta de mejoramiento de las vías vecinales de los tramos: Emp. 102 Acces a Santa Martha, Santa Rosa- Barranquita. distrito de Santa Rosa, provincia el Dorado, departamento San Martin” manifiesta que la propuesta de un diseño de infraestructura vial, en el cual se mejorará la carretera actual a un nivel de carretera de afirmado que optimizará el tránsito peatonal y vehicular de los beneficiarios de la zona intervenida.

A nivel local expresa Montenegro & Vizconde (2020) en su estudio denominado “Diseño de infraestructura vial para transitabilidad del tramo la vega – Cabra Chica, Pucara, Jaén, Cajamarca-2018”, tiene como objetivo ofrecer un servicio de calidad a los beneficiarios zonal, con carreteras en buenas condiciones proponiendo un buen diseño, enfatizando ancho de calzadas, pendientes longitudinales y transversales, drenaje y señalizaciones de seguridad vial.

Para un desarrollo sostenible en proyectos de inversión pública y privada es necesario una buena operación y mantenimiento de las mismas teniendo en cuenta de contar con profesionales certificados en la rama y actuar bajo criterio técnicos que las normas rigen, de esta manera los beneficiarios gozarán de un buen servicio en calidad.

Collantes, (2020) En su investigación denominada “Diseño de infraestructura vial tramo carretera 3N km 14+800 – comunidad de Chim Chim, distrito de Chota, Cajamarca” tiene como objetivo diseñar un plan de mantenimiento para brindar un servicio de calidad a los usuarios de la zona para que cuenten con una carretera en óptimas condiciones. En sus resultados de su estudio topográfico se logró el reconocimiento del terreno lo cual permito una mejor visión del área a proyectar, recopilando y evaluando los puntos topográficos, utilizando el Gps para llegar a establecer la cota.

Delgado, (2018) En su investigación denominada “Propuesta de diseño de pavimento rígido de la Vía Virgen de Fátima – Naranjal (Km 1) - Taura” tiene como objetivo ejecutar una nueva red vial en la provincia del Guayas, y debido a que la zona es mayoritariamente agrícola, es necesario contar con un camino seguro que facilite el mantenimiento, especialmente para el transporte y transporte de la producción agrícola. En su conclusión se considera una vida útil de 20 años en condiciones óptimas, los análisis de costos muestran que los pisos de madera son más económicos; porque, aunque su costo de construcción es mayor, su costo de mantenimiento es mucho menor.

Puccio y Tocto, (2018) menciona que los caminos vecinales en el Perú no se encuentran en óptimas condiciones, debido que dichas carreteras en algunas

partes del país son afectas con lluvias fuertes al inicio del año, generando dificultades para la transitabilidad vehicular, teniendo como consecuencia dejar incomunicados a estos pueblos con la ciudad.

Según Llave y Sanchez, (2021) nos dice que logra ser ventajoso construir nuevas carreteras, ya sea entre personas que intentan vivir en pueblos pequeños o grandes ciudades. Como todos sabemos, cuantos más caminos peatonales, más liquidez para el comercio, lo que facilita la vida de las personas y reduce cada uno de los egresos.

En las localidades de Coyunde Palma - Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz de la región de Cajamarca, encontramos que los feudos rurales que están en la zona de intervención del proyecto, cuentan con los servicios básicos y necesarios como desagüe, energía y agua potable, internet, telefonía móvil. En la cual, bajo información de autoridades de la municipalidad y miembros de defensa, comités de rondas campesinas y pobladores, manifestando que tienen necesidad urgente de que puedan contar con una carretera afirmada, comprendida con todos sus estudios básicos, siendo prioridad diseñar y ejecutar este proyecto importante para brindar accesibilidad y desarrollo a estos centros poblados. Asimismo, recalcan que la municipalidad local no tiene un proyecto en estudio sobre la infraestructura vial de su carretera, generando mayor interés por los ciudadanos y autoridades locales para la ejecución del presente estudio definitivo.

Teorías relacionadas al tema

La Infraestructura vial: Se define como la diseño, planificación, ejecución, evaluación, mantenimiento, de una vía o conjunto de vías terrestres (carreteras) que permite la accesibilidad entre dos o más localidades y genera la transitabilidad (vehicular y peatonal) fortaleciendo la comunicación terrestre y el desarrollo socioeconómico de la zona. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Pavimentación: Miranda (2019) Los pavimentos se clasifican en dos elementos importantes tanto rígidos y flexibles, siendo muy diferentes en el comportamiento que cuenta cada uno de ellos, son cargas muy diferentes, como lo expresamos en la siguiente figura.

En su investigación Ecuador, Robalino (2016) “La infraestructura vial en el sector Teligote san francisco Mazabacho de la parroquia Benítez, cantón Pelileo y su incidencia en el desarrollo local” su fin es satisfacer y mejorar las inquietudes que los pobladores presentan de los sectores en su desarrollo económico, ya que el sistema de comunicación vial está mejorando. Además, realizó, el diseño del pavimento y geométrico, tomando en cuenta el reconocimiento de la zona, mostrando las características de topografía.

Los proyectos viales traen consigo desarrollo, la complacencia en las necesidades de los pobladores, mejorando así su calidad de vida de cada uno de ellos ya que surgirá la integración de pueblos que generan la infraestructura vial.

Briceño, L. (2017), en la tesis: “Propuesta de mejoramiento de la carretera a nivel afirmado entre los tramos del caserío de Nueva Delicia Chinchupata, distrito de Chillia – provincia de Patate - La Libertad 2017”. Planteó sobre el mejoramiento a nivel afirmado, logrando como resultados estudios básicos, avalando un buen diseño de vía.

Esta tesis propone un diseño, en el cual se mejorará la vía a un nivel de afirmado optimizado de los beneficiarios de la zona intervenida.

A nivel local expresa Montenegro & Vizconde (2020) en su estudio denominado “Diseño de infraestructura vial para transitabilidad del tramo la vega – Cabra Chica, Pucara, Jaén, Cajamarca-2018”, tiene como objetivo ofrecer una buena asistencia de calidad a los ciudadanos de la zona, con carreteras en buenas condiciones proponiendo un buen diseño, enfatizando ancho de calzada, pendientes longitudinales y transversales, drenaje y señalizaciones de seguridad vial.

Para un desarrollo sostenible en proyectos de inversión pública y privada es necesario una buena operalización y mantenimiento de las mismas teniendo en cuenta de contar con profesionales certificados en la rama y actuar bajo criterio técnicos que las normas rigen, de esta manera los beneficiarios gozarán de un buen servicio en calidad.

En las localidades de Coyunde Palma - Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz de la región de Cajamarca, encontramos que los feudos rurales los cuales

gozan de los servicios básicos y necesarios como desagüe, energía y agua potable, internet, telefonía móvil. En la cual, bajo información de autoridades de la municipalidad y miembros de defensa, comités de rondas campesinas y pobladores, manifestando que tienen necesidad urgente de que puedan contar con una carretera afirmada, comprendida con todos sus estudios básicos, siendo prioridad diseñar y ejecutar este proyecto importante para brindar accesibilidad y desarrollo a estos centros poblados. Asimismo, recalcan que la municipalidad local no tiene un proyecto en estudio sobre la infraestructura vial de su carretera, generando mayor interés por los ciudadanos y autoridades locales para la ejecución del presente estudio definitivo.

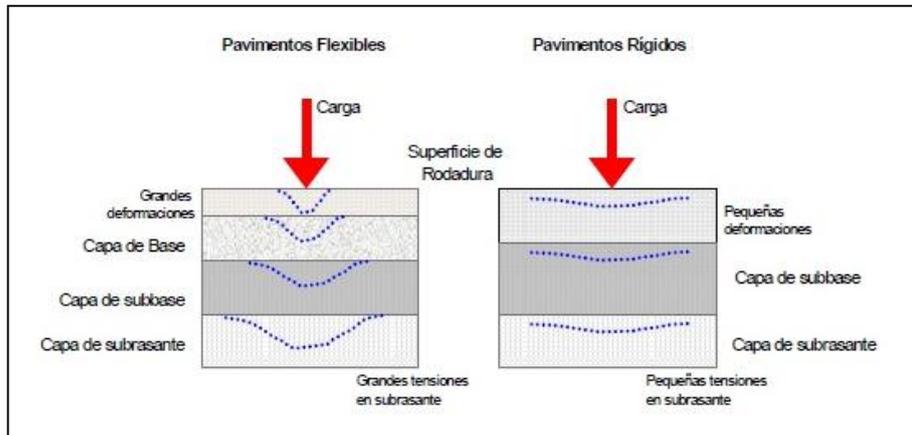
Teorías relacionadas al tema

La Infraestructura vial: Planificación, diseño, ejecución, mantenimiento y evaluación de una vía o conjunto de vías terrestres (carreteras) que permite la accesibilidad entre dos o más localidades y genera la transitabilidad (vehicular y peatonal) fortaleciendo el nexo terrestre y el desarrollo socio económico de la zona. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Pavimentación: Miranda (2019) Los pavimentos se clasifican en dos elementos importantes tanto rígidos y flexibles, siendo muy diferentes en el comportamiento que cuenta cada uno de ellos, son cargas muy diferentes, como lo expresamos en la siguiente figura:

## Figura 1

### Clasificación de pavimentos



Fuente: Miranda (2019)

**Pavimentación rígida:** Consiste en dos capas fundamentales la subrasante y la sub base, teniendo una buena distribución de sus cargas, esto por la consistencia de la superficie de rodadura, en resultado las tensiones acumuladas son muy bajas esto en la subrasante. Mora & Argüelles (2015)

**Pavimentación flexible:** es todo lo contrario al pavimento rígido, esto porque al tener menos rigidez el pavimento se deformaría más y se produce problemas mayores en la tensión de la subrasante. Miranda (2019)

**Estudio de tráfico:** Es fundamental realizar este estudio para ver el funcionamiento sobre las infraestructuras y la cantidad de automóviles en un área determinada, para esto se realizan medidas sistematizadas mediante una variable para tener el comportamiento de la circulación vehicular. (Apaza, 2020)

**Estudio de suelos:** Se define en realizar excavaciones en una determinada profundidad y con puntos establecidos en el terreno estas son denominadas calicatas que, mediante ello, permite realizar un análisis y determinar la caracterización del tipo de suelo en la zona a ejecutar el proyecto. Moreno (2019)

**Topografía:** Es un estudio que se realiza en el terreno para representar o describir en un plano, esto con una escala adecuada, la finalidad es para que el

ingeniero o arquitecto pueda tener un adecuado levantamiento topográfico. (Stalliviere 2021)

Estudios hidrológicos: En este estudio se asocian todas las variables que conforman el ciclo hidrológico: como la precipitación, evapotranspiración, el escurrimiento superficial, almacenamiento superficial y subterráneo y flujo de agua subterránea Alarcón, (2021). Se ejecuta cuando se quiere hacer la distribución del recurso hidráulico de manera global, o en cuencas particulares. (Vasquez, 2018)

Diseño geométrico: Consiste en realizar un trazado de una carretera, complementando varios factores la geología del terreno, su hidrología, topografía y su impacto ambiental Salazar, (2017). Con el fin de tener viabilidad estimando un coste ambiental o social de una construcción vial. (Manual de diseño de pavimento de concreto, 2018)

Subrasante: Se denomina a la capa de terreno de una vía que resiste la estructura de pavimento, el cual se extiende hasta una profundidad en el cual no interfiera en el diseño relacionado con el tránsito previsto. (Mariano, 2020)

#### Transitabilidad

La calidad funcional de la vía es percibida directamente por el usuario. Esta cualidad suele caracterizarse por la capacidad de un recorrido seguro y es apta para la categoría de circulación de fluidos. Dávila, (2020). Las estructuras físicas son miembros que consisten en elementos estructurales de varios tipos que deben ser lo competentemente fuertes para resistir el peso total de la construcción. Almanza y Zimic, (2020) Los elementos estructurales pueden ser móviles o fijos y se clasifican según su tamaño, forma, tensión y función. (Kawalec, 2019)

#### Pavimento

Es una construcción que consta de muchas capas de diferentes materiales contruidos en un terreno natural para garantizar un viaje seguro, cómodo y

agradable. Rimaicuna, (2018) Los materiales de las capas se seleccionan según el costo, la disponibilidad, el tipo de tráfico y el tipo de suelo. (Rojas et al., 2018)

#### Estudio de tráfico

El estudio de tránsito tiene como objetivo cuantificar, clasificar y comprender el volumen de vehículos que circulan por la Vía Vecinal. Rojas et al., (2020) Por lo cual es un factor importante para determinar las características de diseño del pavimento, así como la evaluación económica del proyecto.(Zamorano et al., 2019)

#### Diseño estructural

El diseño estructural se enfoca en las diferentes áreas o actividades que desarrolla el proyectista, incluyendo la definición de la forma, propiedades, dimensiones, incluyendo datos importantes sobre la estructura final para garantizar la seguridad, su integridad, es decir, su capacidad para absorber los esfuerzos a los que se ve sometida en el tiempo. (Rodrigo et al., 2019)

#### Costos y presupuestos

Estos son los recursos que están involucrados en las actividades del trabajo pero que no están directamente involucrados. Buele et al., (2018) Puede ser de representación administrativa como el pago del personal, alquiler, mantenimiento de vehículos, personal técnico y gastos generales. (Sewalkar, 2019)

#### Diseño definitivo de ingeniería (pregrado)

Es un conjunto de documentos y planos del que surge un proyecto que define las principales características de la obra propuesta. Proaño, (2019) Por ejemplo, si fuera un edificio público o privado, las principales especialidades serían: construcción, arquitectura, instalación eléctrica y saneamiento. Los cuales deberán cumplir con la norma aplicable. (Lorrén, 2018)

#### Cronograma de obra

Es un plan de trabajo que describe la asignación de costos y el trabajo a lo largo del tiempo. Un calendario no es más que un instrumento con la que bordaremos un horario o fecha límite para un proyecto o trabajo. Wilsek, (2022) Determinando

un cronograma organizado y bien planificado con todas las actividades desde el inicio hasta el final del proyecto. (Drebler, 2019)

#### Efectos en la Salud

Se debe proporcionar equipo de primeros auxilios y camillas apropiados para ayudar a los trabajadores lesionados y, si es necesario, para transportarlos a instalaciones médicas. Agumba, (2018) El personal de campo debe conocer las normas adecuadas de higiene personal y de la granja. El personal debe contar con un certificado médico reciente emitido por el distrito médico respectivo. (Mazwin, 2019)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de investigación

Es:

No experimental – Descriptiva simple.

Esquema:



Donde:

M: Lugar en el que se ejecutará el estudio.

O: Datos recolectados.

#### 3.2 Variables, Operacionalización

**Variable dependiente:** Diseño de infraestructura vial.

**Variable independiente:** Estudios básicos de ingeniería.

#### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** Vías carrozables existentes en el Distrito y Provincia de Hualgayoc y el Distrito y Provincia de Santa Cruz, Cajamarca.

**Muestra:** Tramo de la carretera CP Coyunde Palma hasta el CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

#### 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

**Observación:** Nos permitirá verificar y determinar el estado actual de la carretera a tema de investigación.

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** Nos facilita la obtención de los datos necesarios en campo y luego procesarlos para contribuir en el objetivo de la investigación.

Técnicas:

- Estudio de tráfico: Conteo Vehicular

- Estudios de Topografía
- Estudios de suelo
- Estudio Hidrológico
- Gabinete

Instrumentos:

- Libreta de campo
- Equipo fotográfico
- GPS
- Laptop
- Equipos de laboratorio de suelos
- Herramientas manuales: Estacas, palana, barreta y zapapicos
- Vehículos de transporte

### **3.5 Procedimientos**

En primer lugar, se realiza el reconocimiento de la zona de intervención, recolectando la información necesaria para iniciar con el estudio.

Luego como segundo paso, se realiza la topografía y con los estudios de mecánica de suelos, realizando calicatas (1.50 m de profundidad) para la recolección de muestras y llevarlos laboratorio para su respectivo análisis y se procesados para aplicarlos en el estudio de investigación.

Posteriormente, se hizo el conteo vehicular por 7 días seguidos con la intervención de evaluar el IMDA respectivo.

Finalmente, toda información recolectada se procesa en trabajos de gabinete, utilizando programas de ingeniería como: AutoCAD Civil 3D y bajo la normativa de diseño geométrico DG-2018.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Mediante la ejecución de los siguientes softwares:

- AutoCAD Civil 3d.
- Project.

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel
- Google Earth.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para el cumplimiento del presente proyecto de estudio fue desarrollado con honestidad y responsabilidad, además de guiarse bajo las líneas investigación que son explícitos por la misma Universidad. En este trabajo también se basó en la recolección de investigaciones de diferentes autores, dando prioridad la cita a cada párrafo con su respectivo autor.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Topografía

El tramo en estudio abarca 7+754.41 Km, el cual presenta una pendiente de 7.94% con una orografía accidentada, en el cual se hizo el levantamiento topográfico, con la finalidad de determinar el relieve el cual es fundamental para el diseño ya que nos permite establecer la geometría del terreno en estudio. Se midieron alturas y pendientes a fin de tener una buena recolección de datos, para posteriormente elaborar los planos topográficos con equidistancia de curvas menor a cada 2.00 m y las curvas mayores a cada 10.00 m. La topografía procesada nos facilita la elaboración de los estudios a desarrollar.

El trabajo en gabinete consistió en exportar los datos utilizando Civil 3D, para crear la superficie de la carretera mediante los puntos topográficos.

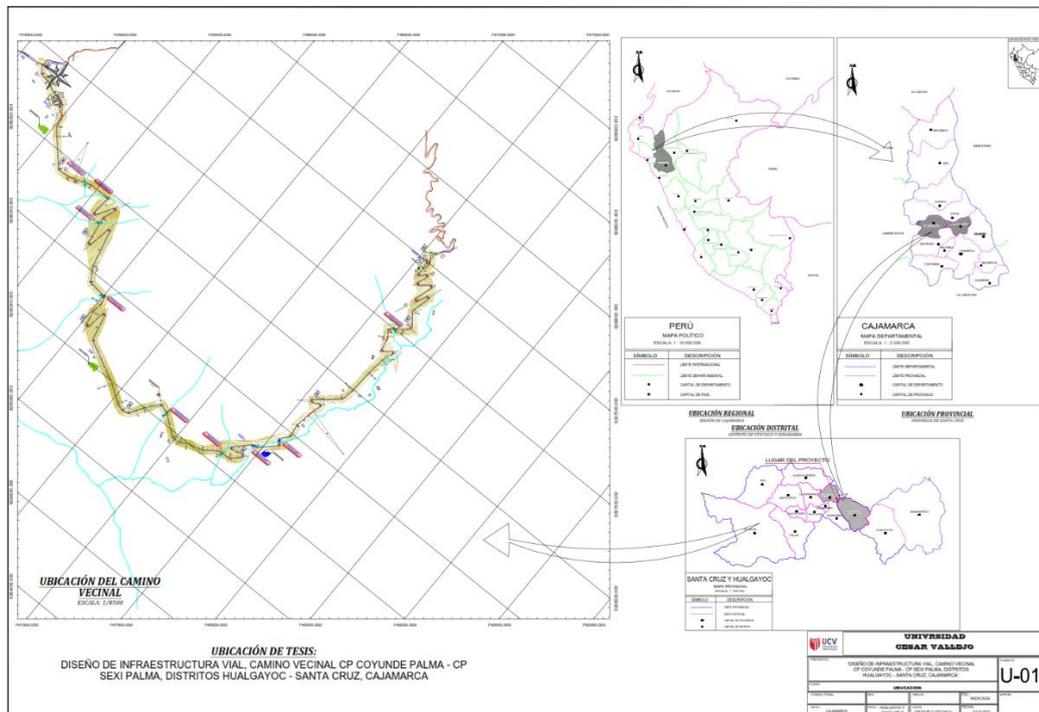
**Tabla 1**

*Coordenadas de BMs del tramo*

N°	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIP.	PROGR.	MÁRGEN
1	747568.690	9267450.412	2590.46	BM-01	0+120	DERECHO
2	747593.981	9267442.813	2587.40	BM-02	0+125	IZQUIERDO
3	747603.061	9266123.578	2418.14	BM-03	2+340	IZQUIERDO
4	747385.099	9265597.780	2348.51	BM-04	3+135	IZQUIERDO
5	747031.702	9265444.626	2333.70	BM-05	3+520	IZQUIERDO
6	746539.578	9265419.260	2359.59	BM-06	4+160	DERECHO
7	746100.866	9265721.056	2333.70	BM-07	4+710	IZQUIERDO
8	745887.897	9265922.229	2284.27	BM-08	5+340	IZQUIERDO
9	745773.709	9266142.777	2288.66	BM-09	5+585	IZQUIERDO
10	745614.705	9266412.569	2218.65	BM-10	6+515	DERECHO
11	745307.802	9266382.929	2232.36	BM-11	6+860	IZQUIERDO
12	744919.381	9266729.714	2196.23	BM-12	7+400	IZQUIERDO
13	744847.520	9266789.296	2202.09	BM-13	7+430	DERECHO

Fuente: Elaboración propia

**Figura 2**  
*Trazo de la carretera, alineamiento y ubicación de la tesis.*



Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Mecánica de suelos

En todo el tramo de intervención se hicieron 8 calicatas a una profundidad de 1.5 m para la obtención de muestras del terreno, las mismas que se llevaron a un laboratorio de suelos y así determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Las excavaciones se realizaron a cada 1 km aproximadamente de distancia para sus estudios bajo las cuantificaciones de la Norma S.T.M y para su categorización respectiva bajo la Norma A.A.S.H.T.O.

**Tabla 2**

*Ubicación de calicatas*

CALICATA	ESTE	NORTE	ALTITUD (m.s.n.m)
C – 01	747560.769	9267541.282	2575.87
C – 02	747748.56	9267049.599	2493.44
C – 03	747555.744	9266268.67	2417.76

C – 04	747338.31	9265594.459	2342.11
C – 05	746487.79	9265445.877	2346.02
C – 06	746032.413	9265701.965	2294.86
C – 07	745672.561	9266234.133	2236.31
C – 08	745032.983	9266594.778	2201.35

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1 Resultados de laboratorio

**Tabla 3**

*Características de calicatas*

CALICATAS		C - 01	C - 02	C - 03	C - 04	C - 05	C - 06	C - 07	C - 08
CONTENIDO DE HUMEDAD		16.6	18.6	16.6	19.3	19.6	16.3	18.3	19.3
Granulometría por tamizado	OVER	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	GRAVAS	6.70%	0.00%	4.40%	0.00%	7.40%	6.70%	0.00%	0.00%
	ARENAS	13.50%	17.80%	19.10%	13.60%	18.50%	13.50%	17.80%	14.50%
	FINOS	79.80%	82.20%	71.50%	86.40%	74.10%	72.30%	83.40%	79.30%
CLASIFICACIÓN SUCS		<b>ML</b>	<b>CL</b>	<b>CL</b>	<b>MH</b>	<b>CL</b>	<b>ML</b>	<b>CL</b>	<b>MH</b>
Límites de Atterberg	<b>LL</b>	32.8	32	30.7	51.3	31.6	29.55	31	50.2
	<b>LP</b>	23.8	17.8	18.2	47.5	17	21.9	16.9	42.3
	<b>IP</b>	9	7	10	4	10	8	7	5

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4**

*Resultados de ensayos Proctor y CBR*

CALICATA	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	O.C.H. (%)	CBR 95% MDS
C – 02	1.333	34.30	9.40 %
C – 06	1.936	12.10	7.50 %

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 5, podemos clasificar según el Manual de carreteras/Sección suelos y pavimentos, su categoría será regular, ya que dichos datos se encuentran entre 6 % y 10 %.

**Tabla 5**

*Categorías de subrasante*

Categorías de Sub rasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	De CBR $\geq$ 3% A CBR < 6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR $\geq$ 6% A CBR < 10%
S3: Sub rasante Buena	De CBRE $\geq$ 10% A CBR < 20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20% A CBR < 30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR $\geq$ 30%

Fuente. Manual de carreteras

### 4.3 Estudio de tráfico

#### 4.3.1 Resultado de conteo volumétrico vehicular

En los tramos de la carretera, exactamente entre Coyunde Palma – Sexi Palma, tomando dos puntos de conteo; se realizó dicho estudio de manera manual para luego los datos obtenidos en los tramos mencionados ser procesados en Excel, identificando los tipos de vehículos que recorren la carretera. Dicho conteo se llevó a cabo en una semana entre las fechas del 09 al 15 de mayo del presente año.

**Tabla 6**

*Conteo de tráfico en estación E-1 (mayo 2022)*

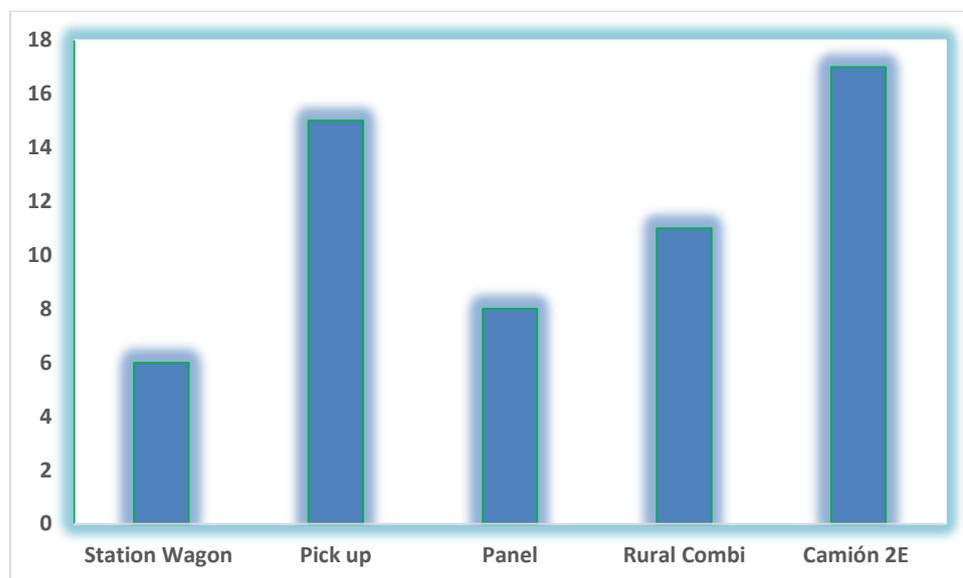
Tipo Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total/ semana
Station				1	2	1	2	6
Wagon	0	0	0	1	2	1	2	6
Pick up	2	0	1	3	3	3	3	15
Panel	0	0	0	0	3	2	3	8
Rural Combi	2	0	0	0	3	3	3	11

Camión 2E	2	2	2	2	4	2	3	17
Total	6	2	3	6	15	11	14	57

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3**

*Volumen de vehículos*



Fuente. Elaboración propia.

En la figura N° 3, los resultados indican que la semana de evaluación la mayor cantidad de vehículos que circularon fueron la de tipo camión 2E, Pick up, y Rural combi.

**Figura 4**

*N° de vehículos/día*



Fuente. Elaboración propia.

Como se muestra en la figura N° 4, los resultados indican que la mayor cantidad de transitabilidad en una semana fueron los días viernes, sábado y domingo.

#### 4.3.2 Factor de Correlación estacional

Se ha tomado en cuenta los datos de la estación Peaje de Ciudad de Dios – Desvío Cajamarca – Chilete (Ruta – R – 008), la cual es la más cercana al área de trabajo del presente trabajo de investigación.

**Tabla 7**

*Factores de corrección estacional*

MES	LIGEROS	PESADOS
ENERO	0.98979458	1.0088125
FEBRERO	0.99568264	0.96073868
MARZO	1.07811537	1.08094952
ABRIL	1.05675462	1.0579406
<b>MAYO</b>	<b>1.01028042</b>	<b>1.10645586</b>
JUNIO	1.01317537	1.08797453
JULIO	0.94642656	1.09757912
AGOSTO	0.97500143	0.9583451
SETIEMBRE	1.11299712	0.94068345
OCTUBRE	1.05274846	0.94346724
NOVIEMBRE	1.02058984	0.9680214
DICIEMBRE	0.86050122	0.97452507

Fuente. Provias Nacional – Peaje Ciudad de Dios.

#### 4.3.3 Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs)

Una vez obtenido los cálculos anteriores se procedió a calcular el tránsito promedio diario semanal.

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

**Tabla 8***Índice medio diario semanal*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Total, semana</b>	<b>IMD<sub>s</sub>= Suma/7</b>
Station	0	0	0	1	2	1	2	6	1
Wagon									
Pick up	2	0	1	3	3	3	3	15	2
Panel	0	0	0	0	3	2	3	8	1
Rural									
Combi	2	0	0	0	3	3	3	11	2
Camión 2E	2	2	2	2	4	2	3	17	2
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>57</b>	<b>8</b>

Fuente. Elaboración propia.

**4.3.4 Cálculo del índice medio diario anual (IMDA)**

Con los datos anteriores, se calcula el IMDA:

$$IMDa = IMDs * FC$$

**Tabla 9***Índice medio diario anual*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Total, semana</b>	<b>IMD<sub>s</sub>= Suma/7</b>	<b>IMD<sub>a</sub>= IMD<sub>s</sub> * FC</b>
Station	0	0	0	1	2	1	2	6	1	1
Wagon										
Pick up	2	0	1	3	3	3	3	15	2	2
Panel	0	0	0	0	3	2	3	8	1	1
Rural										
Combi	2	0	0	0	3	3	3	11	2	2
Camión 2E	2	2	2	2	4	2	3	17	2	3
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>57</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

Fuente. Elaboración propia.

#### 4.3.5 Horizonte del proyecto

Se ha previsto un horizonte proyectado de transitabilidad: 20 años, por ser una carretera de tercera clase.

#### 4.3.6 Análisis de la demanda

De los datos del conteo vehicular, se obtiene:

**Tabla 10**

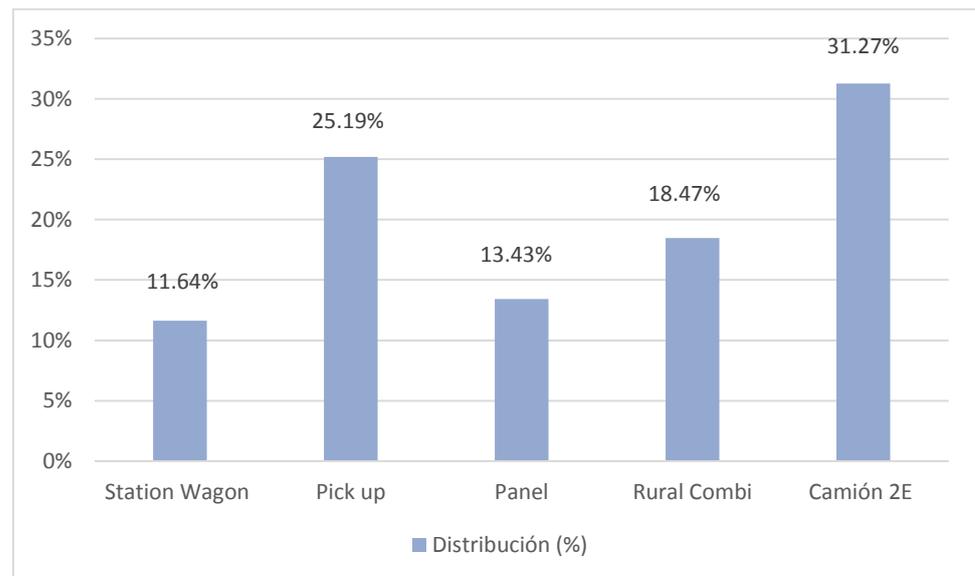
*Distribución % por tipo de vehículo.*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Station Wagon	1	11.64%
Pick up	2	25.19%
Panel	1	13.43%
Rural Combi	2	18.47%
Camión 2E	3	31.27%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 5**

*Distribución de tránsito vehicular*



Fuente. Elaboración propia.

### 4.3.7 Demanda futura

#### Tránsito vehicular – Proyección sin proyecto

Teniendo como dato según INEI, la tasa de crecimiento anual del PBI de la región que pertenece el estudio es de 7.10 para vehículos de pasajeros, y la tasa de crecimiento anual de la población es de 0.90 para vehículos de carga.

Determinación de la proyección de tráfico:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

$n$  = Año futuro de proyección.

$r$  = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

**Tabla 11**

Proyección de tráfico normal.

Tipo de Vehículo / Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Tráfico Normal</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>110</b>
Station Wagon	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Pick up Panel Rural	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	18	18
Combi	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Camión 2E	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
	17	17	18	19	21	22	24	26	27	29	32	34	36	38	41	44	48	51	55	58	63

Fuente. Elaboración propia.

### 4.3.8 Demanda futura

#### Tránsito vehicular – Proyección con proyecto

Se debe tomar la proyección normal. Se consideró el 15 % de tráfico generado según el MTC para calcular el tráfico generado.

**Tabla 12**

*Proyección del tráfico con proyecto.*

Tipo de Vehículo / Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Tráfico Normal</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	
Station Wagon	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Pick up	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Rural Combi	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13
Camión 2E	17	17	18	19	21	22	24	26	27	29	32	34	36	38	41	44	48	51	55	58	63	63
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	
Station Wagon	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pick up	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panel	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rural Combi	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 2E	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9
<b>IMD TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	<b>93</b>	<b>96</b>	<b>99</b>	<b>103</b>	<b>108</b>	<b>112</b>	<b>116</b>	<b>121</b>	<b>126</b>	

Fuente. Elaboración propia.

En consecuencia, a nuestros resultados obtenidos anteriormente tenemos un IMDa de tráfico generado con proyecto de 126 veh / día, según norma DG - 2018, se clasifica como trocha carrozable.

#### 4.4 Estudio de rutas

Utilizando el método de puntos se escogió la alternativa que esté bajo los parámetros de la norma, tanto técnica, económica y ambientalmente.

**Tabla 13**

*Rangos de la velocidad de diseño en función a su clasificación*

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												

Fuente. (Manual DG 2018)

##### 4.4.1 Cálculo de número de repeticiones de EE

Se obtiene:

- ✓  $N^{\circ} \text{ rep de EE } 8.2t = \sum [EE \text{ día-carril} * 365 * (1+t)^{(n-1)}] / t$
- ✓  $EE \text{ día - carril} = EE * \text{Factor Direccional} * \text{Factor carril}$
- ✓  $EE = \text{de vehículos según tipo} * \text{factor de carga} * \text{factor de presión de llantas.}$
- ✓ Tasa de crecimiento para vehículos de pasajeros = 7.1
- ✓ Tasa de crecimiento para vehículos de carga = 0.9

Resultados:

$N^{\circ} \text{ de Repeticiones EE } 8.2 \text{ tn (carril de diseño)} = 43,676$

#### 4.4.2 Diseño de pavimento

##### 4.4.2.1 Espesor de Afirmado

Se utilizará el Método NAASRA, que relaciona el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE.

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log 10 * \left(\frac{N_{rep}}{120}\right)$$

$$e = [219 - 211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log10x(Nrep/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm

CBR = valor del CBR de la subrasante = 7.5 %

Nº rep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño = 43,676

Entonces:

e = 21 cm

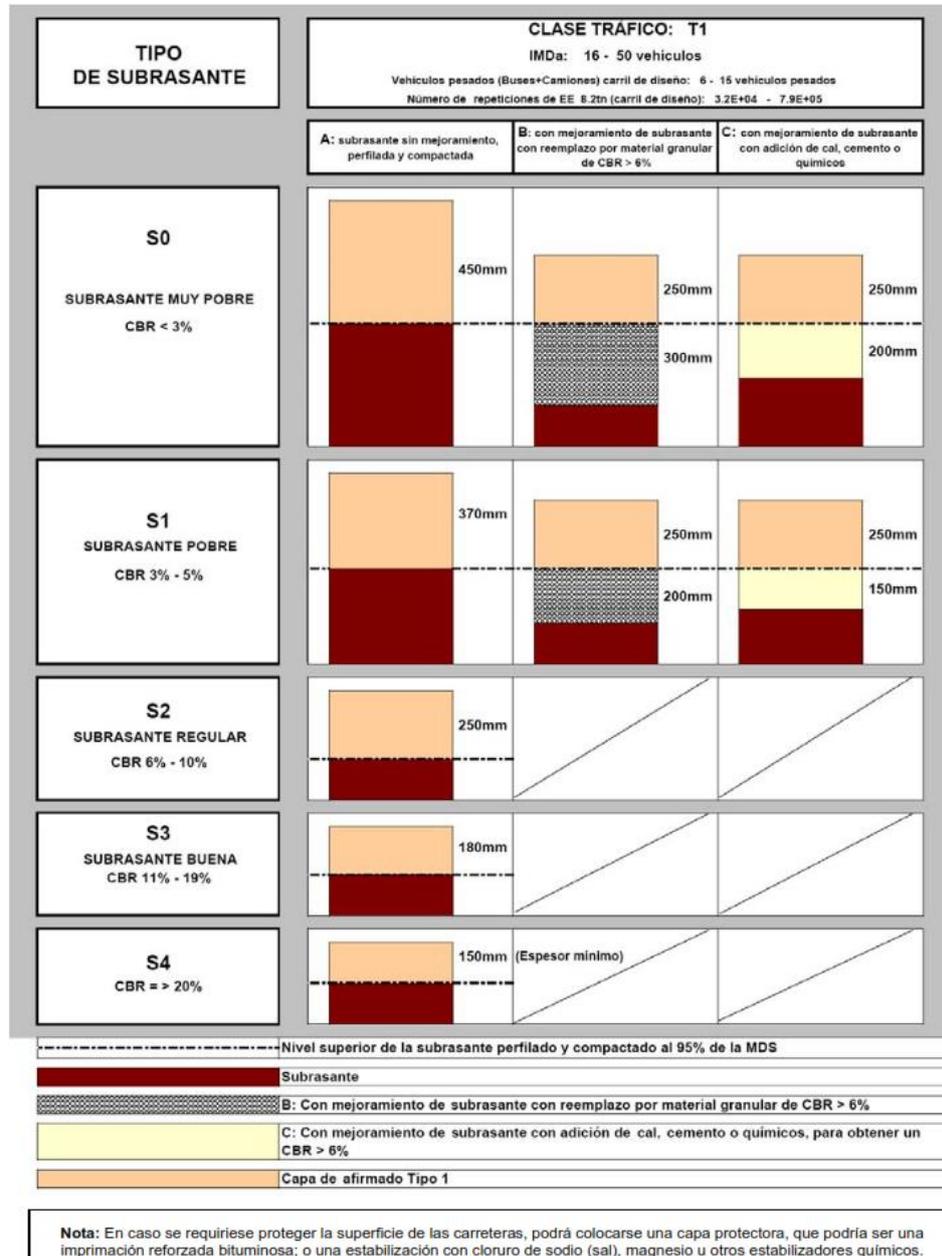
Adoptado: e = 25 cm

El cálculo nos determina un valor mínimo de e=0.21m., sin embargo, el Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito 2008, del MTC, nos indica un espesor mínimo de 0.25m., por las características de CBR e IMD, concordante con el catálogo de capas de revestimiento granular del “Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito”.

**Figura 6**

*Catálogo De Capas De Revestimiento Granular tráfico T1*

**CATÁLOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR  
TRÁFICO T1**



Fuente. (Manual DG 2018)

**4.4.3 Evaluación técnica**

**4.4.3.1 Pendientes de diseño**

Según la Norma de Diseño geométrico de carreteras – 2018, y con los datos obtenidos anteriormente podemos clasificar hasta con una pendiente máxima de 10%.

**Tabla 14**

*Pendientes máximas.*

Demanda	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																				
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00
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	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00
70 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	6.00	6.00	6.00	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	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	5.00	6.00	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	5.00	6.00	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																			

Fuente. Norma DG-2018.

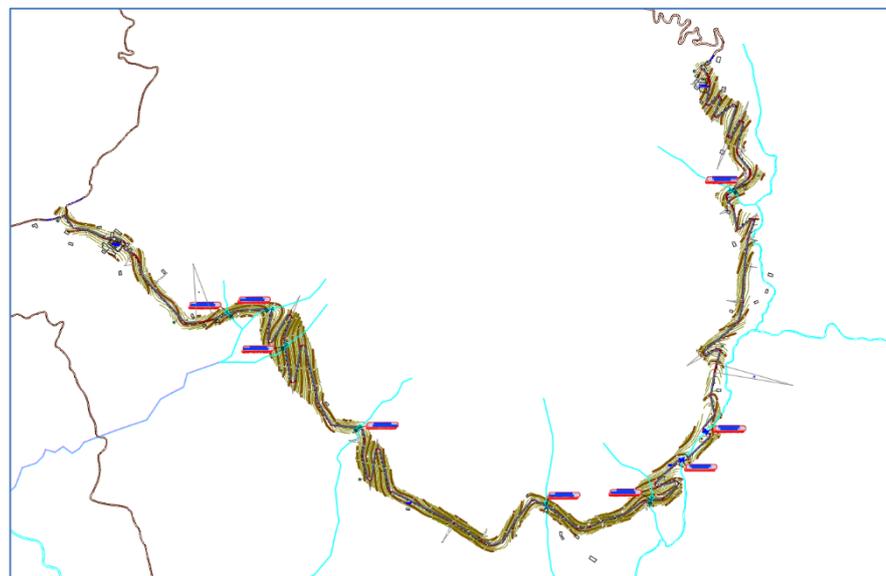
En nuestra investigación se contará con una pendiente de 7.94%,

**4.4.3.2 Alineamiento definitivo.**

Utilizando el Civil 3D, se procedió hacer el perfil de la vía.

**Figura 7**

*Alineamiento de carretera.*



Fuente. Elaboración propia

#### 4.4.3.3 Longitud y tiempo de viaje

Utilizando los parámetros indicados en la Norma DG–2018, para una velocidad de diseño de 30.0 km/hr una velocidad de diseño de 27.0 km/hr, como se indica a continuación:

**Tabla 15**

*Velocidad de marcha en función de la velocidad de diseño en km*

Velocidad de diseño	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
Velocidad media de marcha	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	99.0	108.0	117.0
Rangos de velocidad media	25.5 @ 28.5	34.0 @ 38.0	42.5 @ 47.5	51.0 @ 57.0	59.5 @ 66.5	68.0 @ 76.0	76.5 @ 85.5	85.0 @ 95.0	93.5 @ 104.5	102.0 @ 114.0	110.5 @ 123.5

Fuente. Norma DG-2018.

**Tabla 16**

*Tiempo de viaje por longitud.*

Longitud (km)	Velocidad de marcha (km/hr)	Tiempo de viaje	
		Horas	Minutos
5,842	27	2	22.34

Fuente. Elaboración propia.

#### 4.4.3.4 Número de radios según la norma DG-2018

Tomando con base la Norma DG-2018, capítulo 3, radio mínimo para una carretera trocha carrozable con un IMD de 126 veh/día, sería de 55 m.

**Tabla 17**

*Radios para prescindir de la curva de transición.*

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

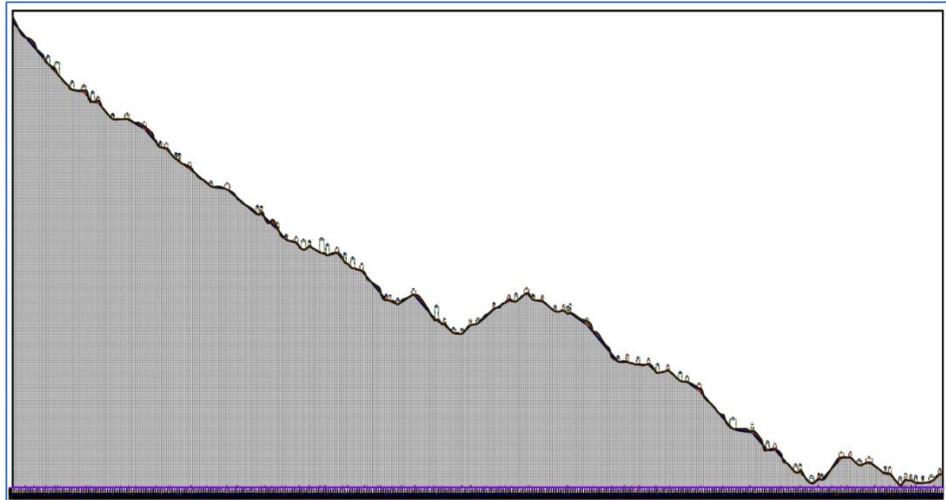
Fuente. Norma DG-2018.

#### 4.4.3.5 Perfil

Con la obtención de alineamiento definitivo, se procedió a crear el perfil.

**Figura 8**

*Perfil.*



Fuente. Elaboración propia.

#### 4.5 Estudio hidrológico e hidráulico

Las fuerte precipitaciones existentes en nuestro país, en especial en la región Cajamarca hacen que estas vías sufran progresivamente muchas complicaciones en sus estructuras. Para este estudio se recurrió a realizar la solicitud de obtención de datos a SENAMHI, el cual nos permitió elaborar el siguiente cuadro de precipitaciones máximas que fue primordial para el diseño de nuestra carretera.

**Tabla 18**

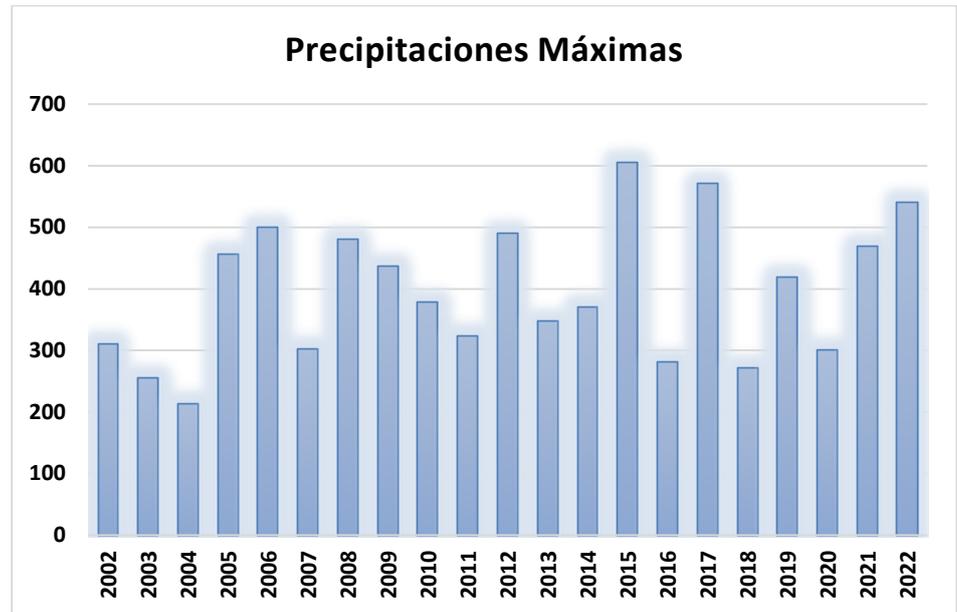
*Precipitación total mensual (mm)*

<b>AÑO / MES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2002</b>	134.8	310.8	280.2	238.5	72.1	5.4	16.8	17.6	80.7	S/D	171.6	206.6
<b>2003</b>	178.7	255.8	184.8	128.4	47.7	69.8	25.2	48.9	138.6	92.7	159.0	115.9
<b>2004</b>	132.0	136.0	121.4	115.4	95.2	5.8	74.3	7.1	95.0	190.7	212.8	118.4
<b>2005</b>	109.1	257.5	455.9	59.7	36.9	11.1	S/D	5.2	55.9	303.3	115.0	177.8
<b>2006</b>	189.3	317.5	500.0	124.1	53.6	78.7	39.4	32.3	136.0	86.8	199.8	292.9
<b>2007</b>	161.2	96.2	302.2	234.6	93.4	0.6	59.1	39.6	33.0	242.6	240.3	79.5
<b>2008</b>	254.7	481.1	325.4	236.7	104.1	28.6	41.4	19.4	292.5	250.3	126.1	43.5
<b>2009</b>	354.9	198.5	436.9	164.3	157.3	76.4	33.2	15.1	66.5	171.2	212.2	173.0
<b>2010</b>	68.9	237.0	378.2	253.5	113.9	44.9	24.3	16.7	47.1	118.6	80.1	148.6
<b>2011</b>	137.3	240.3	207.8	322.9	20.5	18.2	60.4	13.1	111.8	166.3	85.4	287.5
<b>2012</b>	490.2	380.5	164.0	213.2	83.3	13.2	0.0	21.6	20.6	185.9	232.5	88.0
<b>2013</b>	183.1	160.1	347.1	139.7	223.3	6.1	20.6	64.0	18.5	276.2	56.2	191.6
<b>2014</b>	129.4	370.7	335.6	118.4	157.8	6.2	55.7	46.3	142.4	145.3	170.3	203.3
<b>2015</b>	248.5	101.3	604.7	129.3	162.7	0.4	6.3	10.0	5.5	103.4	160.4	41.6
<b>2016</b>	246.6	252.1	281.7	231.6	43.0	46.7	3.5	62.3	111.6	164.7	51.2	179.0
<b>2017</b>	232.7	334.2	570.3	210.9	178.9	39.2	0.0	77.0	78.7	258.3	115.1	191.8
<b>2018</b>	271.5	157.1	181.9	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	68.0	164.5	271.4	78.5
<b>2019</b>	177.6	418.3	329.4	187.3	103.0	17.1	48.1	S/D	31.6	241.4	248.6	283.8
<b>2020</b>	37.8	145.7	287.4	262.7	119.0	66.9	122.5	34.5	83.7	90.1	139.4	301.2
<b>2021</b>	206.0	111.8	469.4	238.6	103.6	169.0	13.6	76.4	77.5	264.2	173.2	218.7
<b>2022</b>	153.8	273.3	539.6	79.3	98.3							

Fuente. Dirección zonal 3, Senamhi - Perú

**Figura 9**

*Precipitaciones máximas (mm)*



Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 19**

*Valores máximos anuales periodo 2002 - 2022*

AÑO	CAUDAL (m³/s)
2002	310.80
2003	255.80
2004	212.80
2005	455.90
2006	500.00
2007	302.20
2008	481.10
2009	436.90
2010	378.20
2011	322.90
2012	490.20
2013	347.10
2014	370.70
2015	604.70
2016	281.70
2017	570.30

2018	271.50
2019	418.30
2020	301.20
2021	469.40
2022	539.60

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 20**

*Resultados de cálculo de precipitaciones máximas o extremas (mm)*

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN	TIEMPO DE RETORNO			PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV - KOLMOGOROV		
	10	20	50	$\Delta$ DE DATOS	$\Delta$ S-K	CONSISTENCIA DE DATOS
NORMAL	67.69	73.48	79.99	0.1374	0.2968	OK!
NUSH	119.04	112.28	103.52	0.12	0.2968	OK!
<b>GUMBEL</b>	<b>194.66</b>	<b>214.99</b>	<b>241.88</b>	<b>0.1199</b>	<b>0.2968</b>	<b>OK!</b>
LEVEDIEV	168.16	206.78	235.04	0.1039	0.2968	OK!

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 21**

*Caudal máximo en el periodo de retorno (mm)*

PERIODO DE RETORNO (T)	Qd (m3/s)					
	P MAX(mm)	Qd (m3/s)	P MAX(mm)	Qd (m3/s)	P MAX(mm)	Qd (m3/s)
<b>5</b>	36.361	10.100	45.939	12.761	39.653	11.015
<b>10</b>	35.463	9.851	50.403	<b>14.001</b>	45.657	12.682
<b>20</b>	34.601	9.611	54.867	15.241	54.267	15.074
<b>50</b>	33.486	9.302	60.767	16.880	60.589	16.830
<b>100</b>	32.650	9.069	65.231	18.120	66.757	18.544
<b>200</b>	31.818	8.838	69.695	19.360	73.759	20.489
<b>1000</b>	29.889	8.302	80.060	22.239	88.293	24.526

Fuente. Elaboración propia.

## **4.6 Diseño geométrico**

### **4.6.1 Clasificación de la Carretera**

#### **4.6.1.1 Clasificación por demanda**

En la presente investigación se obtuvo un IMDA de 126 veh/día, por lo que según la normativa se clasifica como una trocha carrozable (IMDA menor a 200 veh / día). Para la calzada se ha considerado un ancho de 4.00 m, con ensanches (plazoletas de cruce), cada 500 metros. Esta superficie de rodadura por norma será carretera afirmada o sin afirmar.

#### **4.6.1.2 Clasificación por orografía**

Para pendientes transversales de vía entre 51% y 100%, se toma como terreno accidentado - tipo 3.

### **4.6.2 Criterios básicos para diseño geométrico**

#### **4.6.2.1 Elección del vehículo de diseño**

De acuerdo a nuestro estudio de tráfico el vehículo más grande que transitará por la carretera es el Camión C2 (2 ejes), y según el RNV la longitud máxima para este tipo de vehículos es de 12.30 m, y cuenta con radio de giro mínimo de 12.80 m. Estos datos nos permiten hallar la distancia de visibilidad. En conclusión, se tomó como vehículo de diseño al bus de 2 ejes (B-2) por su equivalencia al Camión C2.

**Tabla 22**

*Vehículos de tipo M*

Tipo de vehículo	Alto	Ancho	Vuelo	Ancho	Largo	Vuelo	Separación	Vuelo	Radio mín. rueda exterior
	total	Total	lateral	ejes	total	delantero	ejes	trasero	
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

Fuente. Reglamento Nacional de Vehículos

**4.6.2.2 Velocidad de diseño**

Se ha considerado tomar una velocidad de diseño de 30 km/h, la cual dará seguridad en la vía.

**Tabla 23**

*Rangos de 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											

Fuente. Norma DG – 2018.

#### 4.6.2.3 Derecho de vía

Se considera al ancho que se ubica la sección de toda la carretera, obras complementarias que existan, y ensanches mejoramientos futuros.

**Tabla 24**

*Anchos mín. de Derecho de Vía*

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

Fuente. Norma DG – 2018.

#### 4.6.2.4 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Según la Norma DG-2018, tenemos:

**Tabla 25**

*Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.*

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO $D_A$ (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente. Norma DG – 2018.

### 4.6.3 Diseño geométrico en planta

#### 4.6.3.1 Tramos en tangente

Con la velocidad de diseño igual a 30 Km/h, calculamos:

$$L_{min.s} = 1.39 V = 1.39 \times 30 = 41.7 \text{ m}$$

$$L_{min.o} = 2.78 V = 2.78 \times 30 = 83.4 \text{ m}$$

$$L_{m\acute{a}x} = 16.70 V = 16.70 \times 30 = 501 \text{ m}$$

#### 4.6.3.2 Radios mínimos de curvas circulares

Se calculó con la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01 e_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})}$$

Donde:

$R_{min}$  = Mínimo radio de curvatura

$e_{m\acute{a}x}$  = Valor máximo del peralte (12.00%)

$f_{m\acute{a}x}$  = Factor máximo de fricción

$V$  = Velocidad específica de diseño

Según norma para nuestro tipo de vía y velocidad nos da un Radio calculado (m) de 24.44 m.

#### 4.6.3.3 Curvas de vuelta

Para nuestro tipo de vehículo diseño C2, según norma se contará con un radio interior de 8 m y con un radio exterior de 17.25 m.

### 4.6.4 Diseño geométrico en perfil

#### 4.6.4.1 Pendiente

Según norma DG -2018, se toma como pendiente máxima 10% para nuestro tipo de carretera con velocidad de diseño de 30 km/h.

**Tabla 26**

*Pendientes máximas.*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Vehículos/día	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	0.00		
40 km/h																			9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00							8.00	9.00	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																					

Fuente. Norma DG-2018.

#### 4.6.5 Diseño geométrico de secciones transversales

##### 4.6.5.1 Ancho de calzada

De acuerdo a la norma se considerado una calzada de 4 metros, con un bombeo de 3.0%.

**Tabla 27**

*Anchos mínimos de calzada en tangente.*

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	6.60	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					
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	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																						

Fuente. Norma DG-2018.

#### 4.6.5.2 Ancho de las bermas

Para el ancho de berma según norma corresponde 0.5 m, según la normativa DG – 2018.

**Tabla 28**

*Ancho de berma.*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
	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	0.90	0.50		
50 km/h										2.60	2.60		1.20	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	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																			

Fuente. Norma DG-2018.

#### 4.6.5.3 Bombeo

Es importante el tipo de rodadura y las precipitaciones para determinarlo, en este caso según la Norma DG – 2018, se consideró 3.0%.

**Tabla 29**

*Valores de bombeo %.*

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

Fuente. Norma DG-2018.

#### 4.6.5.4 Peralte

Esta inclinación de la vía es de suma importancia para la seguridad vial.

**Tabla 30***Valores de peralte máximo.*

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente. Norma DG-2018.

**4.6.6 Resultados del diseño geométrico**

Ahora se procede a realizar el diseño utilizando la norma DG 2018, con estos datos de topografía se inicia con el alineamiento definitivo y con el diseño en planta en el Civil 3D; dando un resultado como carretera de trocha carrozable, orografía de tipo accidentado y con un IMDa 126 Veh/día

Del diseño en planta se puede observar que 67 curvas cumplen con el radio mínimo de 25 m, un bombeo de 3.0 %, velocidad de diseño 30 km/hr, según lo establecido en la Norma DG – 2018, utilizada para la producción de esta tesis DG 2018.

**Tabla 31***Resumen de características de nuestro diseño.*

Resumen de diseño geométrico	
Tramo	Km: 0+000 - 7+754.41
Tipo de carretera	Trocha carrozable
Orografía	Accidentado tipo 3
IMDa	126 Veh/día
Velocidad de diseño	30 Km/h
Dist. De Visibilidad de parada	35 m
Radio Mínimo	25 m

Pendiente máxima	7.94%
Derecho de vía	16 m
Ancho de Berma	0.5 m
Ancho calzada	4 m
Bombeo	3.00%
Peralte Máximo	12%
Espesor de afirmado	0.25 m

Fuente. Elaboración propia.

#### 4.6.7 Diseño de obras de arte

##### 4.6.7.1 Diseño de alcantarillas

**Tabla 32**

*Relación de alcantarillas.*

<b>ORDEN</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>CAUDAL DE AFORO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>DIAMETRO</b>
1	01 + 105	0.32	24 pulg
2	03 + 205	0.30	24 pulg
3	03 + 740	0.31	24 pulg
4	05 + 230	0.29	24 pulg
5	06 + 100	0.33	24 pulg
6	06 + 560	0.36	24 pulg
7	06 + 755	0.27	24 pulg

Fuente. Elaboración propia.

##### 4.6.7.2 Diseño de alcantarilla

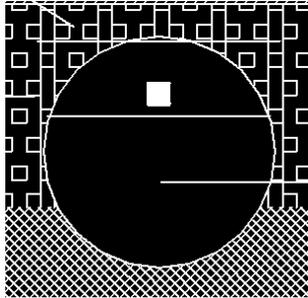
$$\boxed{Qd = 360[\text{lt/s}]} \Rightarrow \boxed{Qd = 360[\text{m}^3/\text{s}]}$$

Para diseñar la cuneta de este tramo se utilizará la ecuación de Maning

$$\theta = 2\text{arcCos}\left(\frac{D - 2Y}{D}\right)$$

**Figura 10**

Sección de alcantarilla ATM  
(acero corrugado y galvanizado)



$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen}\theta)$$

$$P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * \left( \frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{1/2}$$

$$Y = 0.75 * D$$

D= Diámetro que se busca

A= Área mojada

P= Perímetro mojado

n= 0.024 Para tubos de MTC

S= 1.5% Pendiente de la alcantarilla

Q= 0.360 [m<sup>3</sup>/s]

Por lo tanto, se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} \theta = 240 \text{ [grad]} \\ A = 0.6319 * D^2 \\ P = 2.0944 * D \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{l} \text{Entonces:} \\ \text{Se adoptará} \end{array} \quad \begin{array}{l} D = 24 \text{ [pulg]} \\ D = 60 \text{ [cm]} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} A = 1.257 \text{ [m]} \\ P = 1.617 > 0.3 \text{ ok!!!} \\ V = \end{array} \right.$$

Por lo tanto:

$$\begin{array}{l} Q = 0.368 \\ D = 24 \text{ pulg} \end{array}$$

#### 4.6.7.3 Cálculo del diámetro de alcantarilla - Manning

$$Q = A * V = \frac{(A * R_h^{2/3} * S^{1/2})}{n}$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup> /seg)

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m<sup>2</sup>)

P: Perímetro mojado

Rh: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

S: Pendiente del fondo (m/m)

N: Coeficiente de rugosidad de Manning

**Tabla 33**

*Cálculo de diámetro de alcantarillas*

PROG.	Q (m <sup>3</sup> /s)	DIAMETRO (D)	COEF. RUGOSIDAD (n)	PEND (S)	TIRANTE (Y)	PERÍMETRO MOJADO (P)	ÁREA HIDRÁULICA (A)
	0.32	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211
03 + 205	0.30	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211
03 + 740	0.31	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211
05 + 230	0.29	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211
06 + 100	0.33	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211
06 + 560	0.36	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211
06 + 755	0.27	0.24	0.024	0.02	0.42	1.189	0.211

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 34**

*Cálculo de definición del diámetro de alcantarillas*

PROG.	RADIO HIDRÁULICO (R=A/P) m	ESPEJO DE AGUA (T) m	Q (m3/s) TRANSPORT. Q=AxR <sup>2</sup> /3xS <sup>1</sup> /n	VEL. (V=Q/A) m/s	N. FROUDE	ENERGÍA ESPEC. m.kg/kg	Q TRANSP > Q DISEÑO	DIÁMETRO COMERCIAL	BORDE LIBRE (BL = Φ - Y)
01 + 105	0.178	0.550	0.394 m3/s	1.86	0.959	0.60	OK	24.00"	0.19
03 + 205	0.178	0.550	0.394 m3/s	1.86	0.959	0.60	OK	24.00"	0.19
03 + 740	0.178	0.550	0.394 m3/s	1.86	0.959	0.60	OK	24.00"	0.19
05 + 230	0.178	0.550	0.394 m3/s	1.86	0.959	0.60	OK	24.00"	0.19
06 + 100	0.178	0.550	0.394 m3/s	1.86	0.959	0.60	OK	24.00"	0.19
06 + 560	0.267	0.825	1.161 m3/s	2.44	1.026	0.93	OK	36.00"	0.28
06 + 755	0.444	1.375	4.534 m3/s	3.43	1.117	1.65	OK	60.00"	0.47

Fuente. Elaboración propia.

**4.6.7.4 Diseño de cunetas – Manning**

$$Q = A * V = \frac{(A * R_h^{2/3} * S^{1/2})}{n}$$

Donde:

Q: Caudal (m3 /seg)

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m2)

P: Perímetro mojado

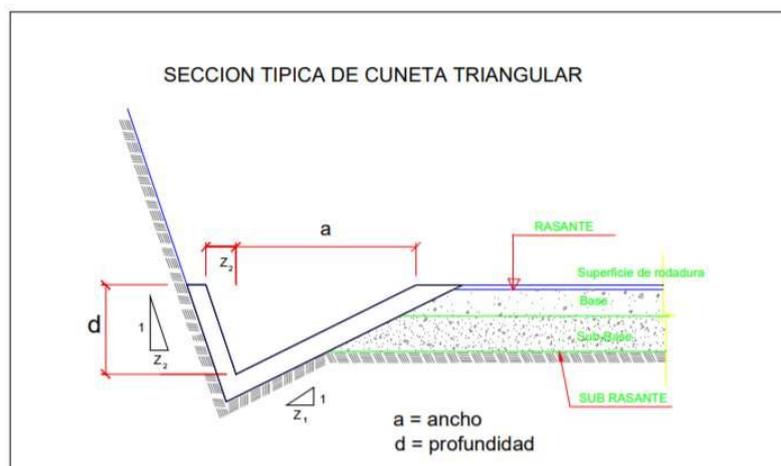
Rh: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

S: Pendiente del fondo (m/m)

N: Coeficiente de rugosidad de Manning

**Figura 11**

*Cuneta triangular*



Fuente. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

**Tabla 35**

*Cálculo del diámetro de la cuneta*

PROG.	Qd (m <sup>3</sup> /s)	S (%)	n	Z1	Z2	H (m)	b (m)	B (calculado) m	Hmin	Bmin
01 + 105	0.300	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75
03 + 205	0.301	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75
03 + 740	0.300	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75
05 + 230	0.300	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75
06 + 100	0.300	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75
06 + 560	0.300	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75
06 + 755	0.300	0.120	0.028	1	0.2	0.3	0.060	0.30	0.30	0.75

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 36***Definición de dimensiones de cuneta*

PROG.	H (elegido)	B (elegido)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	Qi (m <sup>3</sup> /s)	Veloc (m/s)	N	Qi>Qd	N<1	Veloc.<6 m/s
01 + 105	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK
03 + 205	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK
03 + 740	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK
05 + 230	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK
06 + 100	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK
06 + 560	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK
06 + 755	0.30	0.75	0.122	1.114	0.343	2.47	0.84	CUMPLE	OK	OK

Fuente. Elaboración propia.

**4.6.7.5 Diseño de puentes**

Datos:

Luz libre del puente = 11.00 m

Concreto f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>Acero Fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>Peso esp. Asfalto = 2250 kg/m<sup>3</sup>

Número de carriles = 2

Peso esp. concreto = 2400 kg/m<sup>3</sup>Elasticidad del acero = 2.00E+06 Kg/cm<sup>3</sup>

Espesor de asfalto = 0.05 m

**4.6.7.6 Predimensionamiento de viga principal**Peralte de la viga principal ( $h = 0.07 * L$ ) = 0.77 m

Se adoptará a un peralte de = 0.75 m

Número de vigas (N° de carriles + 2) = 4 Vigas

Ancho de la calzada (N° de carriles x 3.60 m) = 7.20 m

Separación entre vigas "S" (2.00 < S < 3.00) = 2.0 m

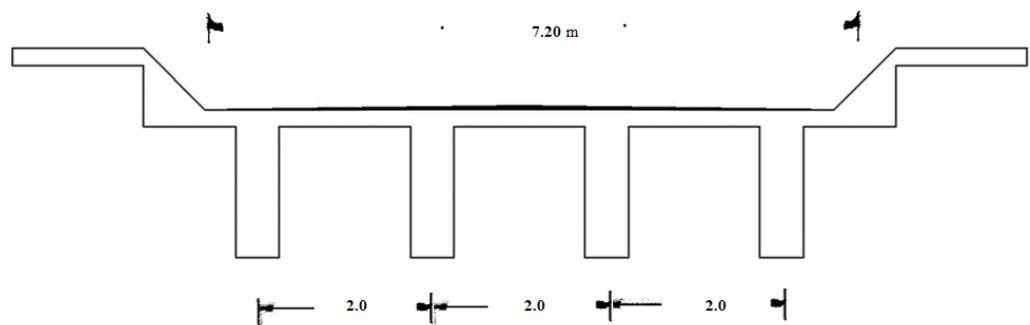
Base de la viga principal (b= 0.0157 x L x √S) = 0.24 m

Se utilizará "b" = 0.25 m

#### 4.6.7.7 Sección transversal del puente

**Figura 12**

*Sección transversal*



Fuente. Elaboración propia.

#### 4.6.7.8 Predimensionado de la losa

Espesor de la losa  $t_{min} = 0.2$

$$t_{min} = \frac{(S + 3000)}{30} \geq 0.175$$

#### 4.6.7.9 Predimensionado de la losa

Peralte de la viga de arriostre = 0.45 m

Peralte de la viga de arriostre = Peralte de viga principal - 0.3

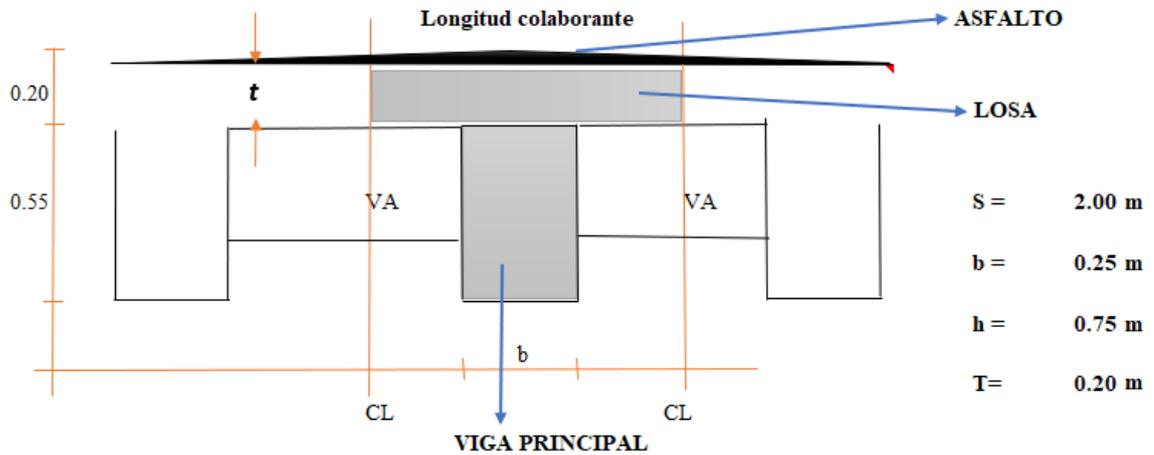
Longitud de base = 0.3 m

Peralte de la viga de arriostre = Peralte de viga principal - 0.3

#### 4.6.7.10 Sección transversal del puente – Longitud colaborante

**Figura 13**

*Sección transversal – Longitud colaborante*



Datos:

$$\gamma' \text{ Asfalto} = 2250.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Espesor Asfalto} = 0.05 \text{ m}$$

$$f'c = 280.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma'c = 2400.00 \text{ kg/m}^3$$

#### 4.6.7.11 Metrado de carga muerta

W losa	= L. Colab. * t * $\gamma'$ C	=	0.96 tn/m
W viga	= b * (h-t) * $\gamma'$ C	=	0.33 tn/m
W total		=	1.29 tn/m

#### 4.6.7.12 Metrado de carga muerta

$$\text{MDC} = 19.51 \text{ Tn-m}$$

#### 4.6.7.13 Metrado por carga de rodadura

$$W \text{ asfalto} = \text{Asfalto} * L. \text{ Colab} * \text{Espesor} = 0.225 \text{ tb/m}$$

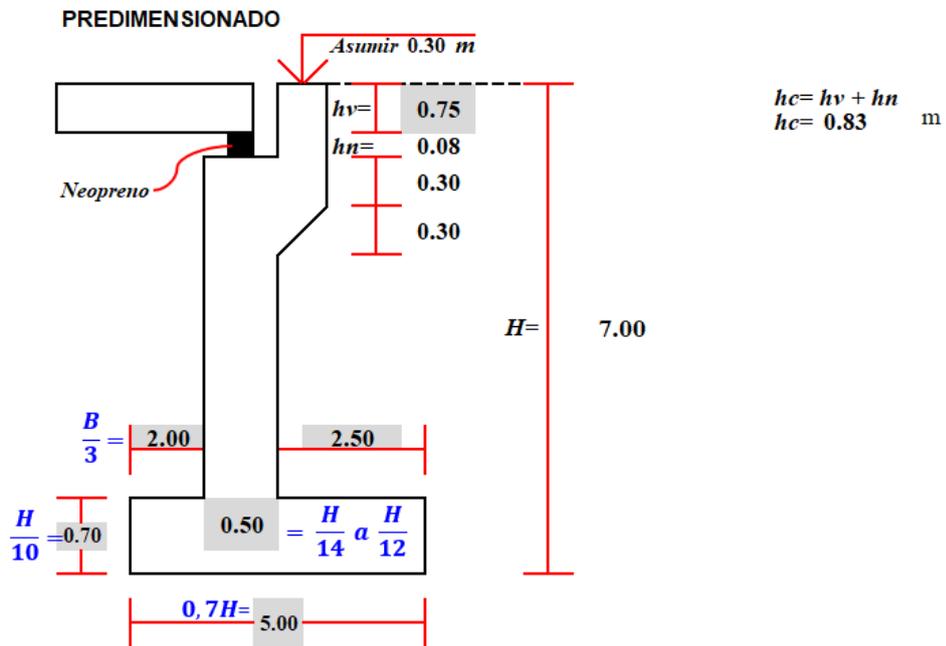
#### 4.6.7.14 Momento de carga muerta “MDW”

$$\text{MDW} = 3.40 \text{ Tn-M}$$

#### 4.6.7.15 Diseño de estribo

Figura 14

Diseño de estribo

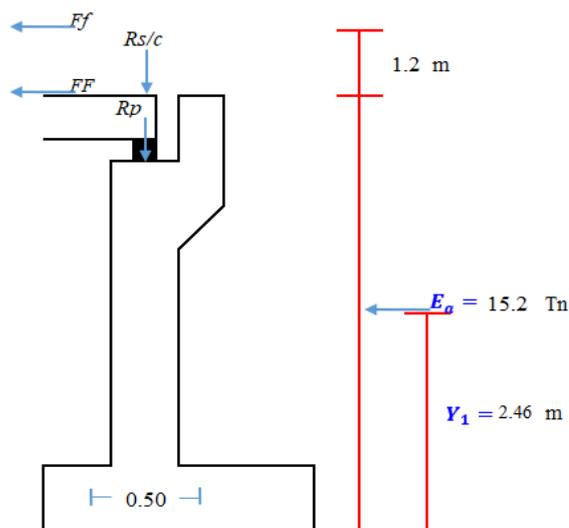


Fuente. Elaboración propia.

#### 4.6.7.16 Diseño de áreas de acero

Figura 15

Diseño de áreas de acero



Fuente. Elaboración propia

Asumiendo un diámetro de acero de 1"

$$S = (A \Phi / At) * 100$$

$$S = 17 \text{ cm}$$

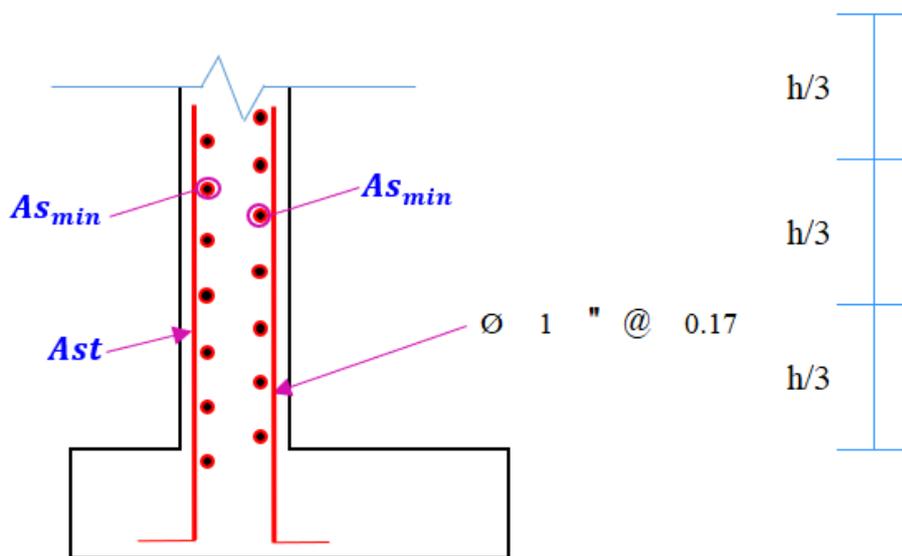
Se utilizará:

Ø 1 " @ 0.17

$$As_{min} = 0.02 \text{ db}$$

### Figura 16

*Estado 1 = Peso propio del estribo + empuje total*



Fuente. Elaboración propia

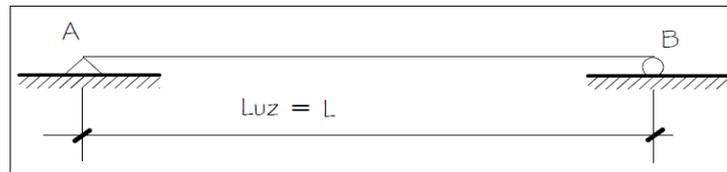
Se adjunta memoria de cálculo en anexos.

#### 4.6.7.17 Diseño de puentes

##### 4.6.7.17.1 Diseño de puente viga losa simplemente apoyado

**Figura 17**

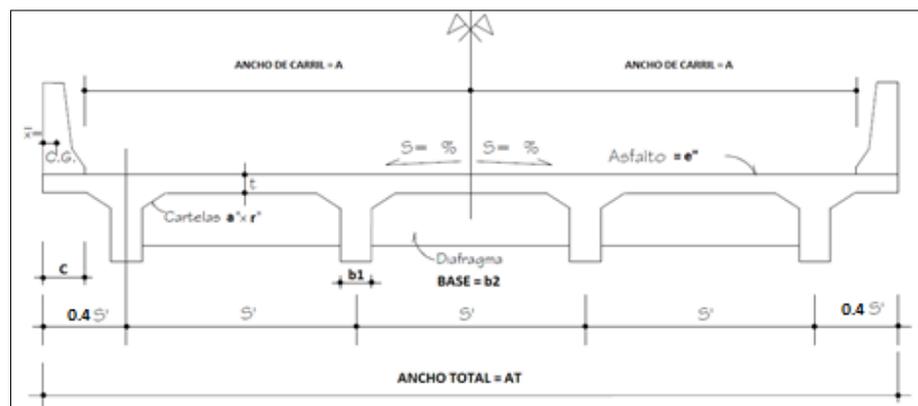
*Distancia de medida de luz de un puente.*



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 18**

*Características de un puente.*



Fuente. Elaboración propia.

Datos:

$f'c$ : 280 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_y$ : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>  
A: 4.450 m  
S': 2.000 m  
C: 0.100 m  
X: 0.050 m  
e": 2.000 pulg  
L: 11.000 m  
P concreto: 2400 Kg/m<sup>3</sup>  
P asfalto: 2250 Kg/m<sup>3</sup>

Se adjunta la memoria de cálculo en los anexos.

## **V. DISCUSIÓN**

Se procede con la siguiente discusión del autor Zambrano, (2018), donde tiene como finalidad obtener un buen diseño geométrico, mejorando de esta manera la comunicación en todo el suroeste del país, considerando como afirmativa su investigación, porque en nuestro diseño de infraestructura vial concluye que en el levantamiento topográfico es de suma importancia ya que nos permite determinar la geometría del terreno para tener buenos resultados al momento de desarrollar nuestro diseño de carretera.

Asimismo, concordamos con la investigación de Gonzales y Soria, (2019) que manifiesta que la propuesta de un diseño de infraestructura vial, mejorará la carretera actual a un nivel de carretera de afirmado que optimizará el tránsito peatonal y vehicular de los beneficiarios de la zona intervenida. Para nuestra investigación se ha determinado un diseño de acuerdo a la transitabilidad de los vehículos, realizados en el conteo vehicular, dando como un IMDa 126 veh/ día menor a 200 veh / día, por lo que haciendo uso de la norma DG-2018 y la Manual de Carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito hemos tomado como sustento para obtener nuestro diseño de infraestructura vial que cumpla con los parámetros establecidos.

La investigación de Montenegro & Vizconde (2020); tiene como objetivo ofrecer un servicio de calidad a los beneficiarios zonales, con carreteras en buenas condiciones proponiendo un buen diseño, enfatizando ancho de calzadas. Para el desarrollo sostenible de los proyectos de inversión pública y privada, es necesario ejecutar una obra que cumpla todos los parámetros de diseño, para que tenga un buen funcionamiento, teniendo en cuenta la presencia de expertos certificados en la materia y trabajando de acuerdo con las normas técnicas, de esta forma los beneficiarios podrán disfrutar de un servicio de buena calidad. En la presente investigación la ejecución del presente proyecto será de beneficio socioeconómico, no solo a los moradores de la zona circundante sino también a los aledaños de la población del camino vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca, puesto que se vislumbra una descentralización comercial.

Estando de acuerdo con la investigación de Collantes, (2020) que tiene como objetivo diseñar un plan de mantenimiento para brindar un servicio de calidad a los usuarios de la zona para que cuenten con una carretera en óptimas condiciones. Los resultados del presente estudio, garantizan con su diseño un proyecto que sea sustentable y duradero, sugiriendo el mantenimiento de la vía vecinal periódicamente para mantenerlo en buenas condiciones.

En el presente estudio hidrológico es desarrollada mediante los datos obtenidos de la estación Pluviométrica Chugur, con una precipitación máxima en 24 horas (mm) de 604.7, asimismo el cálculo de sus precipitaciones según el modelo Gumbel cumple con la constancia de datos. Asimismo, en la investigación de Delgado, (2018) que tiene como objetivo ejecutar una nueva red vial en la provincia del Guayas, y debido a que la zona es mayoritariamente agrícola, por lo cual es necesario para el transporte y entrega de productos agrícolas, se necesitan caminos seguros que faciliten el mantenimiento, su diseño brindará condiciones óptimas con una vida útil de 20 años. En la presente investigación es necesario considerar dentro del proyecto a todas las áreas verdes (agrícolas), cuencas y ríos, ya que son de suma importancia para su desarrollo en conjunto traiga grandes beneficios enlazo con la carretera que beneficiará a la zona en intervención.

Puccio y Tocto, (2018); menciona que los caminos vecinales en el Perú no se encuentran en óptimas condiciones, debido a que dichas carreteras en algunas partes del país son afectadas con lluvias fuertes al inicio del año, dejando incomunicados a estos pueblos con la ciudad. Afirmando todo lo dicho ya que la región a la que pertenece nuestro proyecto es una zona que se ve afectada netamente en gran cantidad en los tiempos de épocas de lluvias, y más a inicios del año, siendo más intensas en los meses de abril y mayo; el cual de esta manera estas vías se vuelven intransitables y peligrosas para los pobladores que circulan por la misma.

Seguidamente en la investigación de Llave y Sánchez, (2021); nos dice que logra ser ventajoso construir nuevas carreteras, ya sea entre personas que intentan vivir en pueblos pequeños o grandes ciudades. Como todos sabemos, cuantos más

caminos peatonales, habrá más liquidez para el comercio, lo que facilita la vida de las personas y reduce cada uno de los egresos; corroborando la investigación presente siendo de prioridad diseñar y ejecutar este proyecto, se afirma este comentario ya que las zonas que cuenten con carretera siempre les permitirán tener más facilidad de salida de la producción local a otros lugares.

En tal sentido es necesario considerar la seguridad de la vía no depende sólo de las características de la calzada sino también depende del estado de la carretera. El término “zona libre” se utiliza para designar el área transitable sin obstrucciones provista más allá del borde de la vía de circulación para la recuperación del vehículo errante. La zona despejada incluye arceles, carriles para bicicletas y cualquier espacio adicional, si está disponible. Cuanto mayor sea el ancho de la zona despejada, más espacio estará disponible para que un conductor errante recuperarse antes de golpear un objeto; por lo tanto, una mayor zona despejada significa un camino más seguro. En lugares donde el derecho de vía o el ancho disponible para proporcionar áreas despejadas no es suficiente, no es práctico o factible considerar el concepto de zonas despejadas como se esperaba en general. Este tipo de ambiente es más común en áreas urbanas densamente pobladas. Teniendo en cuenta los aspectos de seguridad, un desplazamiento lateral como obstrucciones verticales (señales, postes de servicios públicos, etc.) para evitar choques. En la presente investigación afirma lo que se expresa líneas arriba porque en el presente estudio se requiere brindar accesibilidad y desarrollo a estos centros poblados. Asimismo, recalcan que la municipalidad local no tiene un proyecto en estudio sobre la infraestructura vial de su carretera, generando mayor interés por los ciudadanos y autoridades locales para la ejecución del presente estudio definitivo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para el diseño de infraestructura vial en la tesis de investigación concluye con diseño de 7+751.41 km de longitud de carretera; el estudio topográfico cuenta con 207 puntos levantados, y nos ha permitido clasificar a la carretera como una trocha carrozable, de tipo accidentada.
2. El reporte del análisis del tráfico, se ha consignado un IMD 126 veh/ día menor a 200 veh / día, y por lo tanto se considera a la vía, como una carretera de trocha carrozable, por lo que se considerará una velocidad de diseño para el presente estudio de 30 (km/h).
3. La ejecución del presente proyecto será de beneficio socioeconómico, no solo a los moradores de la zona circundante sino también a la población del camino vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca, puesto que se vislumbra una descentralización comercial y por ende un crecimiento en su población.
4. En el estudio hidrológico es desarrollada mediante la estación pluviométrica Chugur con una precipitación máxima en 24 horas (mm) de 604.7, asimismo el cálculo de sus precipitaciones según el modelo Gumbel cumple con la constancia de datos.
5. Finalmente, concluye en su diseño geométrico con un IMDa de 126 veh/día, una longitud 7+754.41 km, el tipo de carretera es una trocha carrozable, su orografía es accidentada de tipo 3, su tipo de superficie de rodadura es afirmado de espesor de 0.25 (m), una pendiente máxima de 7.94%, una calzada de 4.00m y un bombeo transversal de 3.0%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Para la elaboración del diseño geométrico en la fase de diseño de una infraestructura vial se recomienda la utilización norma peruana “Manual de carreteras DG – 2018”, elaborada por el ministerio de transportes y comunicaciones.
- En la fase de ejecución de proyecto se recomienda que se desarrolle en épocas de verano, pues teniendo en cuenta los estudios hidrológicos realizados, estos indican que hay meses en los que las precipitaciones pluviales son intensas, lo que originaría paralizaciones en la obra y malestar en la comunidad.
- Cumplir adecuadamente las actividades del proceso constructivo del proyecto acorde a los lineamientos establecidos en la presentación de sus planos de diseño.
- Aplicar efectivamente los informes técnicos de estudios básicos y específicos de ingeniería proporcionados como fuente válida y confiable de consulta; ya que obedecen a un punto de partida en las actividades constructivas.

## REFERENCIAS

- AguilaApolinario y otros. (2020). Aplicación de las buenas prácticas de dirección de proyectos. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Castro. (2019). *Construcción de una infraestructura vial y transitabilidad en las vías Asociación de vivienda “Las Américas” distrito de Vegueta – Huaura – Lima, 2019.* 1–81. <https://n9.cl/p6ht>
- Cercado & Zurita. (2019). *Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo km 0+000 – 2+741, cruce del río Chancay – cruce Caserío la Raya, distrito de Túcume - Lambayeque – Lambayeque - 2020.*
- Eugenia. (2017). CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD (CVRS). *Hacia La Promoción de La Salud*, 12(1), 11–24. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-75772007000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772007000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Leonardo Apaza. (2020). *Estudio de tráfico vehicular en el D-4 de la ciudad de El Alto.* 1(1), 7–13.
- Lucrecia Moreno. (2019). Caracterización Mecánica De Suelos Del Perfil Costero Entre Ancón Y Anconcito. *Ciencia Unemi*, 12(31), 40–53. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss31.2019pp40-53p>
- Manual de Carreteras DG 2018. (2018). *Manual de Carreteras DG 2018.*
- Manual de diseño de pavimento de concreto. (2018). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.*
- Marroquín, R. (2020). Metodología de la investigación. *Universidad Nacional De Educación Enrique Guzmán Y Valle*, 4, 1–26. [http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf)
- Meesmann y otros. (2018). *¿Nos preocupa la seguridad vial?*
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.* 15. [www.ministeriodetransportes.com.pe](http://www.ministeriodetransportes.com.pe)
- Montenegro & Vizconde. (2020). “Diseño de infraestructura vial para transitabilidad

del tramo la vega – Cabra Chica, Pucara, Jaén, Cajamarca-2018” TESIS. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 12–26.

Mora, A., & Argüelles, C. (2015). Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Gongora, municipio de Honda - Tolima. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Municipalidad Provincial de Cajamarca. (2017). *Municipalidad Provincial de Cajamarca. 061*.

Municipalidad provincial de Chota. (2018). Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de marcación territorial de la provincia de Chota. *Gobierno Regional de Cajamarca*, 1–166. [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3124/INFORME\\_FINAL\\_DE\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3124/INFORME_FINAL_DE_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ricardo Miranda. (2019). *Deterioros en pavimentos flexibles y rigidos*. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38405574/deterioros\\_en\\_pavimentos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1632016863&Signature=YHs3ZQha--9fWNh94iWoGcrW4okc74C3ldxFhz1H2mq9w47Mp4NPI1mSsqvUehxZSLt cF1DUAM0RdVGjwFu8tP3JU9uqbEkcUNprh3T29ra2a~8omIKfglthQPuejlGKePs](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38405574/deterioros_en_pavimentos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1632016863&Signature=YHs3ZQha--9fWNh94iWoGcrW4okc74C3ldxFhz1H2mq9w47Mp4NPI1mSsqvUehxZSLt cF1DUAM0RdVGjwFu8tP3JU9uqbEkcUNprh3T29ra2a~8omIKfglthQPuejlGKePs)

Robalino. (2016). “LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL SECTOR TELIGOTE SAN FRANCISCO MAZABACHO DE LA PARROQUIA BENÍTEZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO LOCAL” AUTOR:

Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2018). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: Tendencias, alcances y limitaciones. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 17(2), 41–65. <https://doi.org/10.18359/rcin.1074>

Victor Fernández. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. *Espí-ritu Emprendedor TES*, 4(3), 65–76. <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>

- Humberto y Mestanza, Ever. 2018. *Diseño de la infraestructura vial urbana para mejorar la transitabilidad de las calles principales de la ciudad de Tabalosos, San Martín*. San Martín, Perú : Universidad César Vallejo, 2018.
- Banco de Desarrollo de América Latina. 2017. avances en la seguridad vial en américa latina. [En línea] Banco de Desarrollo de América Latina - CAF , 07 de junio de 2017. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/06/avances-en-la-seguridad-vial-en-america-latina/>.
- Banco de Desarrollo de América Latina. 2011. *La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina*. Colombia : Banco de Desarrollo de América Latina - CAF, 2011.
- Banco Mundial BIRF-AIF. 2013. América Latina: hora de poner freno a muertes en carreteras. [En línea] Banco Mundial BIRF-AIF, 10 de mayo de 2013. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/05/10/accidentes-trafico-carreteras-america-latina>.
- Colegio de Ingenieros del Perú. 2019. Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú. [En línea] 2019. [http://www.cdlima.org.pe/docs/Codi\\_Deontologico.pdf](http://www.cdlima.org.pe/docs/Codi_Deontologico.pdf).
- De la Peña, Elena, y otros. 2016. *Experiencia de éxito factor infraestructura*. EE.UU. : Banco Interamericano de Desarrollo, 2016.
- Dirección General de Presupuesto Público . 2019. El Sistema Nacional de Presupuesto. [En línea] 2019. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publico/capacita/guia\\_sistema\\_nacional\\_presupuesto.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publico/capacita/guia_sistema_nacional_presupuesto.pdf).
- Foro América Latina. 2016. Vialidad y Transporte Latinoamericano. [En línea] Foro América Latina, julio de 2016. <http://www.institutoivia.org/vcisev/revista%20completa%20VIALIDAD%20Y%20TRANSPORTE.pdf>.
- Gallardo, Diego. 2017. *Diseño de la Vía Urbana y el Mejoramiento Hidráulico de Obras de Arte en el Malecón Los Incas, Urbanización de Paucarbamba, Distrito de Amarilis, Huánuco*. Lima, Perú : Universidad César Vallejo, 2017.

- GoogleMaps. 2019. Ubicación de la localidad de Santa Rosa, El Dorado, San Martín. [En línea] julio de 2019.
- GoogleMaps. 2019. Ubicación del C.P. Santa Elena, Santa Rosa, El Dorado, San Martín. [En línea] julio de 2019.
- Hernández, Roberto. 2019. *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : McGRAW-HILL, 2019.
- Lampadia. 2018. El tráfico de Lima: un gran problema y ninguna solución. *¿Hacemos algo al respecto?* [En línea] Lampadia, 28 de setiembre de 2018. <https://www.lampadia.com/analisis/social/el-trafico-de-lima-un-gran-problema-y-ninguna-solucion/>.
- Lampadia. 2017. Transporte público, tránsito urbano y Seguridad Vial. [En línea] Lampadia, agosto de 2017. <https://www.lampadia.com/analisis/infraestructuras/transporte-publico-transito-urbano-y-seguridad-vial>.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2019. Caminos y Ferrocarriles. [En línea] Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, junio de 2019. <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/index.html>.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018. Carreteras: Manual de Diseño Geométrico DG-2018. [En línea] 2018. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2019. Manuales de Carreteras. [En línea] Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2019. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html).
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2019. Reglamento Nacional de Edificaciones. [En línea] MVCS, septiembre de 2019. <http://www.construccion.org>.
- Municipalidad de Santa Rosa. 2019. Municipalidad Distrital de Santa Rosa. [En línea] septiembre de 2019.

- Perú21. 2012. Mal diseño de calles genera caos vehicular. [En línea] Perú21, 30 de abril de 2012. <https://peru21.pe/lima/mal-diseno-calles-genera-caos-vehicular-26285>.
- Road Experts. 2016. La construcción vial en América Latina: retos y oportunidades. [En línea] Road Experts, 02 de setiembre de 2016. <https://www.roadexpertsla.com/es/noticias/detalhes/la-construccion-vial-en-america-latina-retos-y-oportunidades>.
- Superintendencia Nacional de educación Universitaria. 2014. Ley Universitaria N. 30220. [En línea] 03 de julio de 2014. <https://www.sunedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-universitaria-30220.pdf>.
- Trujillo, Edmer. 2018. *Visión de desarrollo de la Infraestructura Vial*. Lima, Perú : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.
- Vicerrectorado de Investigación. 2019. Código de Ética en Investigación. [En línea] Universidad César Vallejo, 2019. <https://www.ucv.edu.pe/paginas/ucv/investigacion#top>.

# ANEXOS

## Anexo 1: “Matriz de operacionalización de variables”

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Método de análisis de datos	Escala		
Independiente (Diseño de infraestructura vial urbana)	Diseño de una vía o conjunto de vías terrestres (Avenidas, Calles, Jirones, Pasajes) que permite la transitabilidad en el interior de una zona urbana (vehicular y peatonal) concretizando y fortaleciendo los medios de comunicación terrestre y el desarrollo socioeconómico de su población. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)	En cumplimiento con las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)	Realidad situacional	Accesibilidad	Observación	Ms Excel	Intervalo		
				Población beneficiada	Cuestionarios cerrados	Ms Excel	Cuantitativa		
			Estudios básicos	Tráfico, Impacto e Inventario Vial	Pruebas estandarizadas	Topografía	Ms Excel	Civil 3D	Razón
						Geología, EMS, canteras, DME y fuentes de agua		Certificados de Laboratorio	
						Hidrología y Drenaje		Hcanales	
						Afectaciones Prediales		Ms Excel	
						Impacto Ambiental		Matriz Leopold	
						Seguridad Vial, Vulnerabilidad y Riesgo		IPER	
						Diseño de Infraestructura Vial urbana		Diseño Geométrico	
			Diseño de Pavimento	Ms Excel					
			Diseño de Drenaje	Ms Excel / AutoCAD					
			Especificaciones Técnicas	Ms. Word					
			Planos de diseño	AutoCAD					
Metrados, costos y presupuesto	S10 presupuesto								
Programación	Ms Project								

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: “Matriz de consistencia”

### Anexo 2: Matriz de consistencia

Titulo	Realidad problemática	Objetivos	Población y muestra
<p>“Diseño de Infraestructura Vial, camino vecinal, Centros Poblados Coyunde Palma - Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”</p>	<p>Los caminos de herradura se encuentran en mal estado, de acceso a los de Centros Poblados Coyunde Palma - Sexi Palma, con una longitud aproximada de 58 km., con características geométricas inapropiadas (tramos angostos, cubiertos por arbustos, pendientes pronunciadas, con fuerte sinuosidad). (Municipalidad provincial de Chota, 2018)</p>	<p>. Elaborar el diseño de infraestructura vial urbana PROPUESTA para los Centros Poblados Coyunde Palma - Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”</p>	<p>Centros Poblados Coyunde Palma - Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca, en el mejoramiento de la transitabilidad (vehicular y peatonal), teniendo en cuenta que presenta un adecuado sistema de saneamiento de agua potable y alcantarillado, electrificación, permitiendo así con la adecuadas y correctas actividades para la elaboración del presente expediente técnico, de acuerdo a las normativas nacionales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, bajo el enfoque de habilitación urbana.(Marroquín, 2020)</p>
	<p><b>Formulación del problema</b> ¿Qué diseño resulta adecuado para la Infraestructura Vial, camino vecinal, Centros Poblados Coyunde Palma - Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, ¿Cajamarca?, <b>Justificación del estudio</b> Científica: Construir un correcto diseño de carretera, sostenido en ordenamientos y nivel de estudio categórico, empleando estándares de calidad, en el diseño total vial para generar accesibilidad. (Victor Fernández, 2020)  Técnica: Esta elaborado bajo los criterios legales y normativos de construcción civil y las normas de calidad. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2016)</p>	<p><b>Diseño de Investigación</b>  <b>No experimental – Cuantitativa (Hernández, 2019)</b>  <b>Variables</b> V. Dependiente (problema) *** No presenta **** V. Independiente (Solución): Diseño de infraestructura vial</p>	<p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b>  Mediante pruebas estandarizadas, datos estadísticos, instrumentos de campo y la observación y el análisis crítico y sustentable en cada disciplina. (Hernández, 2019)  <b>Aspectos Éticos</b> Para el cumplimiento del presente proyecto de estudio se realiza efectuando las líneas investigación, que son explícitos por la misma Universidad Cesar Vallejo, cumpliendo con las medidas fundadas y por ende el perfeccionamiento de esta tesis sea ética y nueva, este estudio se basa en compendiar investigación de autores, quienes se les muestra sus ideas, citando cada párrafo para conservar la probidad del mismo logrando el óptimo desarrollo de la presente investigación.</p>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Anexo 3: “INFORME TOPOGRÁFICO”

TESIS: “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP  
COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA  
CRUZ, CAJAMARCA”



**Elaborado por:**

Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel

Vásquez Quiróz, Giancarlo

# CONTENIDO

## ESTUDIO TOPOGRAFICO

### 1.- GENERALIDADES

### 2.- UBICACIÓN

### 3.- RECONOCIMIENTO DE LA ZONA

### 4.- METODOLOGIA DEL TRABAJO

Personal

Equipos

Materiales

### 5.- PROCEDIMIENTO

Levantamiento topográfico de la zona:

Puntos de georreferenciación

Puntos de estación

Toma de detalles

Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

### 6.-TRABAJO DE GABINETE

Procesamiento de datos

Importación de puntos

Superficie

Trazo de poligonal

Perfil longitudinal

Secciones transversales

### 7.- CONCLUSIONES

### 8.- RECOMENDACIONES

### 9.- ANEXOS

## 1. GENERALIDADES

El estudio topográfico es fundamental para el planeamiento y el diseño de cualquier proyecto de infraestructura vial, nos permite ver cómo está formado el terreno del área de influencia donde se realizará la investigación. En este estudio se realizará el trazo de la carretera a estudiar el cual nos dará los detalles mínimos para dicho estudio, como: casas, vías, quebradas, cruces de caminos, canales y desvíos que estén cerca o alrededor de la carretera para ser tomados en nuestro diseño.

Este estudio además nos permite mostrar las pendientes transversales y longitudinales, para poder realizar el diseño de la carretera, considerando básicamente los parámetros de la normativa DG-2018.

## 2. UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en la zona 17 M (sistema de coordenadas UTM, WGS84 Datum):

### **Punto inicial (COYUNDE PALMA)**

Progresiva : Km 0 + 000

Coordenadas : (Este: 747568 y Norte: 9267450)

Elevación : 2590 metros

### **Punto final (SEXI PALMA)**

Progresiva : Km 7 + 754.41

Coordenadas : (Este: 744847 y Norte: 9266789)

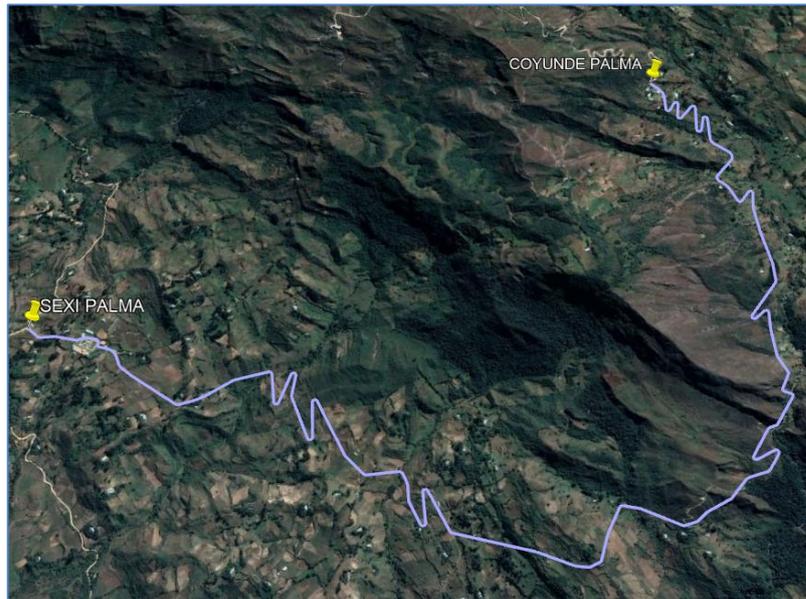
Elevación : 2202 metros

## 3. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA

Este trabajo tuvo inicio el día 02 de mayo de 2022, como punto de inicio en el CP de COYUNDE PALMA con una duración de 3 días de trabajo, finalizando dicho trabajo el día 7 de mayo del mismo año en la zona de SEXI PALMA. En esta actividad se observó que en el diseño se tomarán en cuenta algunas obras de arte para el normal paso del agua que circula de algunas quebradas y ríos.

## Figura 1

*Vista satelital de la carretera en estudio*



Fuente: Google Earth

## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### Personal:

Fue realizado por:

- Tesistas (02).

### Equipos:

- 01 estación Total Leica TS06 plus y trípode metálico.
- 02 prismas.
- Un GPS.
- Eclímetro

### Materiales:

- Wincha de 50m.
- Libreta topográfica.
- Cámara fotográfica.
- Pintura y plumones.
- Estacas.

## **5. PROCEDIMIENTO**

### **Levantamiento topográfico de la zona:**

Primero se realizó el trazo del eje de la carretera, una vez teniendo nuestro eje definido se procedió a realizar el levantamiento topográfico mediante el método de la poligonal abierta, partiendo con dos puntos de coordenadas. También se colocó los BMs en puntos claves al inicio y al final de la carretera. Para el diseño Geométrico de la carretera se realizó en gabinete, para poderlo estudiarlo con mejor facilidad y hacer mejoras o algunas modificaciones del trazo existente.

### **Puntos de georreferenciación**

Se tomaron como referencia 2 puntos BMs (inicio y final) y 14 BMs auxiliares, para ser tomados en algún replanteo que sea necesario.

Coyunde Palma: Coordenadas Este: 747568 y Norte: 9267450

Sexi Palma: Coordenadas Este: 744847 y Norte: 9266789

### **Puntos de estación**

Se tomaron de acuerdo a la posición y mejor vista para la toma de puntos en la carretera a intervenir.

### **Toma de detalles**

Se tuvieron en cuenta los siguientes detalles:

Viviendas, caminos y desvíos de trochas, los cuales son de suma importancia al momento de diseñar la carretera.

### **Códigos utilizados en el levantamiento topográfico**

✓ TN : Terreno natural

## **6. TRABAJO DE GABINETE**

### **Procesamiento de datos**

Se realizó el procesamiento de los datos topográficos obtenidos con la estación total al software de ingeniería AutoCAD Civil 3D.

- ❖ Una vez insertada los puntos del levantamiento topográfico se procedió a crear la superficie del terreno con curvas de nivel cada 2 m las menores y 10 m las mayores.
- ❖ Luego se procedió hacer el trazado del eje de la carretera mediante una polilínea bajo la aplicación de la normativa DG-2018.
- ❖ Posteriormente se procedió a elaborar el alineamiento y el perfil longitudinal, para luego poder hacer el diseño de la carretera.
- ❖ Luego se creó las secciones transversales y se pudo obtener la tabla de diseño geométrico, tabla de volúmenes (corte y relleno), y las tablas de material a utilizar.

### **Importación de puntos**

Se exportó al Microsoft Excel y al importar los puntos al AutoCAD Civil 3D se eligió el estilo de importación “PNEZD” (Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción).

### **Superficie**

Con las cotas y triangulación obtenida nos permitió ver la correcta superficie del terreno, que nos permitirá obtener el modelamiento de la geografía del terreno.

### **Trazo de poligonal**

Se traza una poligonal abierta, el cual determina los puntos de intersección (PI'S) así como sus ángulos y azimuts.

### **Perfil longitudinal**

Permite establecer el relieve del terreno y realizar el trazo de la subrasante de la carretera, verificar todas las pendientes y hacer el cálculo de las curvas verticales.

### **Secciones transversales**

Nos permitió estimar los volúmenes de movimientos de tierras.

### **Plano topográfico**

Nos permitió elaborar el plano de ubicación, localización y plano topográfico, el cual nos facilitará realizar el diseño geométrico de la carretera.

## **7. CONCLUSIONES**

- a) La vía proyectada consta de 7 + 754.41 km.
- b) Según sus pendientes y de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG- 2018, la superficie del terreno es accidentada, con pendientes 12 %.
- c) Los puntos obtenidos en campo fueron procesados en el formato (punto, este, norte, elevación y descripción).
- d) Se ha monumentado los puntos de control establecidos en el plano topográfico levantado.

## **8. RECOMENDACIONES**

- a) Para los parámetros de diseño de la carretera se debe tomar en cuenta la clasificación tipo accidentado de la carretera.
- b) Se debe considerar el respaldo de la marcación y ubicación de los puntos de control ya que pueden ser útiles en un posterior replanteo si es necesario.
- c) Se recomienda un estricto control en el procesamiento de datos obtenidos en campo en el uso de los softwares de ingeniería para la obtención de un buen diseño de la carretera de cualquier investigación.

## 9. ANEXOS

### 9.1. Panel fotográfico

**Figura 1**

*Tesistas y equipo utilizado para levantamiento topográfico.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2-3**

*Levantamiento topográfico de vía existente.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4**

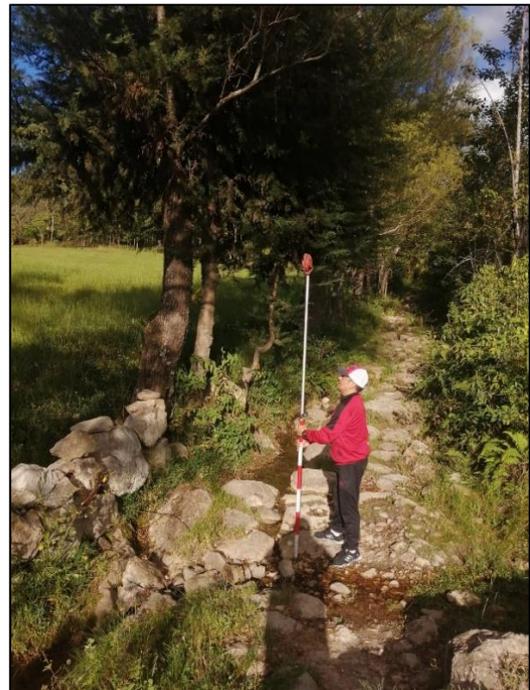
*Levantamiento topográfico de viviendas existentes.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-6**

*Toma de puntos de vía existente.*



Fuente: Elaboración propia.

## 9.2. Libreta topográfica.

**Tabla 1**

*Coordenadas BM's*

<b>PUNTOS</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ELEVACIÓN</b>
1	747543.520	9267565.717	2599.93
2	747554.609	9267550.292	2594.08
3	747568.833	9267530.324	2587.95
4	747576.575	9267513.902	2583.28
5	747581.894	9267489.501	2581.85
6	747581.775	9267478.169	2580.97
7	747578.833	9267458.577	2580.92
8	747572.530	9267434.968	2581.08
9	747567.572	9267408.328	2579.55
10	747565.105	9267398.780	2578.36
11	747568.073	9267391.182	2577.23
12	747575.150	9267389.875	2575.51
13	747581.714	9267391.610	2573.78
14	747592.495	9267403.274	2572.30
15	747610.510	9267424.787	2570.36
16	747617.127	9267429.225	2568.80
17	747623.936	9267429.896	2566.89
18	747627.090	9267426.613	2565.79
19	747629.673	9267421.741	2564.33
20	747627.825	9267413.702	2563.24
21	747618.697	9267387.494	2562.51
22	747608.324	9267361.736	2561.37
23	747602.649	9267346.451	2561.31
24	747603.573	9267342.158	2560.99
25	747606.627	9267337.562	2559.65
26	747614.126	9267335.894	2556.45
27	747651.601	9267362.815	2549.20
28	747685.196	9267390.337	2544.21
29	747692.110	9267390.252	2543.97
30	747698.478	9267384.605	2540.21
31	747697.435	9267374.192	2539.43
32	747678.356	9267311.999	2535.75
33	747672.109	9267289.208	2535.74
34	747661.588	9267251.851	2534.32
35	747665.783	9267244.318	2532.25
36	747673.347	9267242.019	2531.54
37	747679.510	9267244.440	2529.24
38	747685.029	9267252.809	2529.33

39	747697.235	9267278.009	2528.04
40	747713.943	9267313.331	2527.92
41	747718.977	9267318.802	2526.54
42	747727.307	9267316.313	2524.67
43	747731.692	9267310.466	2523.81
44	747728.212	9267294.265	2523.24
45	747715.230	9267240.959	2522.90
46	747703.960	9267188.021	2522.73
47	747703.239	9267176.883	2522.77
48	747708.387	9267162.305	2520.06
49	747749.269	9267111.624	2509.23
50	747762.241	9267093.475	2506.57
51	747765.948	9267080.511	2505.53
52	747762.708	9267067.631	2505.68
53	747754.231	9267055.707	2506.92
54	747735.056	9267039.699	2508.45
55	747728.568	9267033.222	2508.11
56	747701.975	9267014.551	2510.73
57	747661.843	9266981.892	2511.85
58	747656.579	9266972.142	2511.47
59	747659.693	9266957.574	2507.01
60	747683.328	9266924.796	2499.21
61	747693.664	9266888.327	2493.54
62	747704.310	9266833.837	2482.02
63	747707.264	9266828.331	2480.09
64	747716.700	9266827.951	2477.35
65	747769.730	9266873.579	2472.57
66	747779.911	9266871.078	2471.86
67	747782.963	9266862.848	2470.71
68	747755.074	9266786.010	2459.66
69	747751.398	9266759.235	2459.97
70	747743.901	9266696.358	2461.19
71	747737.134	9266621.812	2462.37
72	747735.994	9266585.181	2461.66
73	747733.713	9266554.890	2457.15
74	747730.692	9266494.750	2449.76
75	747720.929	9266439.577	2444.49
76	747711.029	9266402.620	2440.36
77	747703.732	9266393.815	2441.68
78	747660.877	9266357.896	2443.68
79	747608.733	9266313.938	2450.73
80	747553.130	9266266.987	2464.58
81	747553.754	9266258.754	2463.46
82	747559.652	9266250.298	2457.25
83	747576.949	9266257.887	2449.48

84	747618.633	9266279.285	2440.95
85	747626.507	9266275.553	2436.08
86	747628.914	9266267.637	2434.51
87	747621.317	9266243.700	2432.46
88	747609.860	9266197.613	2429.78
89	747589.265	9266092.166	2422.24
90	747585.942	9266064.424	2420.20
91	747596.516	9266010.299	2414.19
92	747602.485	9265983.850	2413.46
93	747600.804	9265977.462	2414.94
94	747552.436	9265919.982	2419.32
95	747552.177	9265912.771	2418.29
96	747558.962	9265905.056	2413.02
97	747579.826	9265890.031	2409.74
98	747581.823	9265882.034	2408.11
99	747572.482	9265871.917	2405.45
100	747535.657	9265834.193	2413.16
101	747521.171	9265821.338	2414.56
102	747477.183	9265778.708	2400.08
103	747473.262	9265775.494	2397.32
104	747437.081	9265769.136	2402.02
105	747365.764	9265698.044	2386.04
106	747335.448	9265667.143	2377.17
107	747335.190	9265660.811	2375.55
108	747340.198	9265654.257	2372.92
109	747432.879	9265675.094	2370.69
110	747437.151	9265669.655	2367.99
111	747436.854	9265660.963	2365.92
112	747376.758	9265601.492	2351.53
113	747364.354	9265597.880	2351.36
114	747300.492	9265591.957	2354.48
115	747281.383	9265588.897	2356.86
116	747271.513	9265583.540	2357.66
117	747239.443	9265558.388	2356.60
118	747193.496	9265524.305	2352.46
119	747150.489	9265511.371	2351.58
120	747085.170	9265492.825	2346.16
121	747042.796	9265468.618	2334.11
122	747031.843	9265466.051	2333.68
123	746985.999	9265462.969	2322.24
124	746976.966	9265468.181	2321.91
125	746931.491	9265502.029	2317.49
126	746846.921	9265565.687	2325.85
127	746784.121	9265592.533	2336.23
128	746776.017	9265588.515	2336.27

129	746734.567	9265537.315	2333.97
130	746690.095	9265477.407	2346.40
131	746645.998	9265400.523	2355.76
132	746638.136	9265396.728	2355.96
133	746597.646	9265388.650	2349.61
134	746546.349	9265406.218	2353.78
135	746425.870	9265489.880	2362.74
136	746356.017	9265523.680	2358.35
137	746324.314	9265539.294	2352.27
138	746228.534	9265588.684	2339.28
139	746197.130	9265603.804	2338.98
140	746137.751	9265634.565	2329.54
141	746116.720	9265719.201	2333.33
142	746089.631	9265821.988	2321.47
143	746080.071	9265824.179	2317.11
144	746074.666	9265821.472	2315.11
145	746071.867	9265807.024	2314.61
146	746064.333	9265763.721	2313.70
147	746058.785	9265713.723	2308.47
148	746054.356	9265688.433	2305.02
149	746048.602	9265684.049	2302.11
150	746041.625	9265684.761	2299.67
151	746036.245	9265689.733	2297.11
152	746029.297	9265718.796	2295.84
153	746013.049	9265787.621	2291.37
154	746013.062	9265797.566	2291.74
155	746022.036	9265866.545	2296.56
156	746011.678	9265912.355	2299.60
157	746002.959	9265918.112	2299.74
158	745978.967	9265921.063	2298.19
159	745873.757	9265935.750	2293.36
160	745866.147	9265943.059	2293.50
161	745813.284	9266033.039	2283.44
162	745790.661	9266131.768	2280.10
163	745769.001	9266218.421	2275.67
164	745751.386	9266292.064	2271.59
165	745742.302	9266295.538	2268.67
166	745735.264	9266291.215	2264.29
167	745721.343	9266214.688	2256.65
168	745706.336	9266131.613	2256.17
169	745699.330	9266127.130	2254.92
170	745692.514	9266129.153	2252.47
171	745688.719	9266135.927	2251.90
172	745684.587	9266159.353	2248.02
173	745678.985	9266195.483	2243.63

174	745658.453	9266330.137	2236.40
175	745662.786	9266343.349	2237.64
176	745691.806	9266424.377	2248.65
177	745687.471	9266432.616	2245.92
178	745678.785	9266433.516	2241.30
179	745671.262	9266427.381	2238.21
180	745600.467	9266311.827	2210.51
181	745591.736	9266311.557	2206.71
182	745585.308	9266317.324	2204.39
183	745599.919	9266452.694	2216.59
184	745596.548	9266459.655	2217.68
185	745586.311	9266461.430	2216.53
186	745446.857	9266454.588	2211.79
187	745385.635	9266433.888	2211.12
188	745293.505	9266402.091	2216.15
189	745219.654	9266396.575	2211.04
190	745208.473	9266402.241	2211.52
191	745149.439	9266465.213	2210.12
192	745073.285	9266548.430	2207.44
193	745013.586	9266620.329	2202.35
194	744999.986	9266685.565	2201.20
195	744985.127	9266705.235	2199.17
196	744939.945	9266733.227	2196.85
197	744936.911	9266742.052	2196.38
198	744939.444	9266762.885	2198.68
199	744932.568	9266770.379	2198.79
200	744891.902	9266787.861	2195.76
201	744856.244	9266784.295	2193.68
202	744772.231	9266821.128	2198.63
203	744708.649	9266831.326	2196.48
204	744701.213	9266837.801	2196.78
205	744667.554	9266886.586	2197.47
206	744666.242	9266886.368	2197.66
207	744666.056	9266885.565	2197.72

---

Fuente: Elaboración Propia

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Fecha de Inspección:** 2022-02-24  
**Próxima calibración:** 2022-08-24  
**No. de Certificado** 213-621916aa6caa2  
**Emitido por:** Servicio Técnico Autorizado  
Geonet Solutions S.A.C.  
Calle Los Mercaderes 368 Ofic. 301  
**Teléfono:** 016064021  
**Cliente:** CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS IERL  
**DNI:** 20604019606

Product : Estacion total

Marca : TOPCON

Modelo : OS-205

No. de Serie : SA000956



Precisión Angular:  $\pm 5''$   
Lectura mínima :  $1.0''$   
Precisión de distancia : Prisma:  $1.5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$  Sin Prisma:  $2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$   
Alcance a diana reflectante (60 mm x 60 mm) : 500 m  
Alcance : 6 km m.c/01 prisma - No prisma: 1.0 km  
Lectura mínima : 1mm

Para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original South con telescopio de 36x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de  $1''$  que es patronado periódicamente por una Estación total Leica modelo Ts09 precisión al 1 segundo con el método de lectura Directa-Inversa y refrendado con un colimador original Leica de modelo DNA.

El procedimiento de calibración para las medidas longitudinales se sujeta al uso del patrón del dispositivo DISTO D1 con Número de Serie 2072801619 cuyo certificado de calibración fué otorgado a nuestra empresa por la entidad INACAL con fecha 14 de Octubre del 2021 y con numero de documento LGD - 018 - 2021.

TEMPERATURA DE LABORATORIO    HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO    PRES. ATM

18°C

2%

38mmHg

MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIF
ANG. HZ: $00^{\circ}00'00'' / 180^{\circ}00'00''$	$00^{\circ}00'00'' / 180^{\circ}00'00''$	00''
ANG. V: $90^{\circ}00'00'' / 270^{\circ}00'00''$	$90^{\circ}00'00'' / 270^{\circ}00'00''$	00''
INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 02'' Distancias +/- 02mm		



José Melendez



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Fecha de Inspección:** 2022-02-24  
**Próxima calibración:** 2022-08-24  
**No. de Certificado** 212-62191736dc188  
**Emitido por:** Servicio Técnico Autorizado  
Geonet Solutions S.A.C.  
Calle Los Mercaderes 368 Ofic. 301  
**Teléfono:** 016064021  
**Cliente:** CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS IERL  
**DNI:** 20604019606

Product : Nivel Automático

Marca : TOPCON

Modelo : AT-B4A

No. de Serie : WP121384



Precisión :  $\pm 2$  mm  
Apertura del  
objetivo : 40 mm  
Campo  
Visual : 2.6 m  
Telescopio : Directa

Para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original South con telescopio de 36x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de  $1''$  que es patronado periódicamente por una Estación total Leica modelo Ts09 precisión al 1 segundo con el método de lectura Directa-Inversa y refrendado con un colimador original Leica de modelo DNA.

El procedimiento de calibración para las medidas longitudinales se sujeta al uso del patrón del dispositivo DISTO D1 con Número de Serie 2072801619 cuyo certificado de calibración fué otorgado a nuestra empresa por la entidad INACAL con fecha 14 de Octubre del 2021 y con numero de documento LGD - 018 - 2021.

TEMPERATURA DE LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO	PRES. ATM
18°C	2%	38mmHg

Distancia Lectura de Instrumento Patrón	Distancia Instrumento contrastado	Diferencia
Retículos enfocados al infinito:	$\pm 1.4$ de grosor de trazo (aprox. $0.4''$ )	$\pm 1.4$ de grosor de trazo ( $0.4''$ )
Porcentaje de Error: $\pm 0.001$ %	$\pm 1.5$ del grosor de trazo del retículo enfocado al infinito	



José Melendez





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Anexo 4: “INFORME DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUENTES DE AGUA”

TESIS: “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA”



**Elaborado por:**

Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel

Vásquez Quiróz, Giancarlo

## **CONTENIDO**

### **INFORME DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUENTES DE AGUA**

1. MECANICA DE SUELOS
  - 1.1. GENERALIDADES
  - 1.2. OBJETIVOS
  - 1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO
  - 1.4. TRABAJOS DE CAMPO
  - 1.5. TRABAJOS DE LABORATORIO.
    - 1.5.1. Ensayos realizados
  - 1.6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS
    - 1.6.1. Propiedades físico – mecánicas del suelo.
    - 1.6.2. Clasificación de los suelos por SUCS y AASHTO
    - 1.6.3. Ensayos de próctor modificado y CBR.
2. UBICACION DE FUENTES DE AGUA
3. CONCLUSIONES
4. RECOMENDACIONES
5. ANEXOS
  - 5.1.1. Panel fotográfico

#### **1. MECANICA DE SUELOS**

##### **1.1. GENERALIDADES**

La ejecución de este estudio nos permite saber cuáles son las características del terreno, en este caso de la carretera con la finalidad de garantizar un buen diseño de infraestructura vial.

Este estudio se realizó los días 3, 4 y 5 de mayo, y las muestras obtenidas fueron enviadas a un laboratorio de suelos en la ciudad de Chiclayo para los ensayos necesarios para nuestro diseño.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. General**

Realizar el estudio de mecánica de suelos de la carretera en estudio.

### **1.2.2. Específicos**

- a) Identificar el tipo de suelo predominante que existe en la carretera.
- b) Determinar la máxima densidad seca del suelo y el porcentaje de contenido de humedad respectiva.
- c) Establecer el CBR de diseño de nuestra carretera.

## **1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **1.3.1. Ubicación**

Se encuentra ubicado en la zona 17 M (sistema de coordenadas UTM, WGS84 Datum):

#### **Punto inicial (COYUNDE PALMA)**

Progresiva : Km 0 + 000

Coordenadas : (Este: 747568 y Norte: 9267450)

Elevación : 2590 metros

#### **Punto final (SEXI PALMA)**

Progresiva : Km 7 + 754.41

Coordenadas : (Este: 744847 y Norte: 9266789)

Elevación : 2202 metros

### **1.3.2. Relieve de la zona.**

La zona que involucra el estudio de investigación presenta una topografía accidentada con pendientes superiores a 6%, también lo constituyen quebradas y peñascos.

### **1.3.3. Meteorología**

#### **Clima**

Las temperaturas oscilan entre 3° y 14° grados centígrados en Coyunde Palma, mientras que en Sexi Palma entre 13° y 24.2° grados centígrados.

#### **Lluvias**

Se presentan en mayor cantidad la época de lluvia, a partir del mes de diciembre a mayo, acompañado mayormente de neblina los cuales dificulta la visibilidad.

#### 1.3.4. Vías de acceso

Para llegar al área del proyecto desde la ciudad de Chota, que es una vía pavimentada en buen estado de conservación en un recorrido de 108.49 Km aproximadamente, poco más de dos (5) horas de viaje llegamos al tramo de la carretera que se está evaluando.

### 1.4. TRABAJOS DE CAMPO

#### 1.4.1. Exploración en el terreno de fundación

Se trazó y se hizo la excavación de 8 calicatas con dimensiones 1.0 m por lado y a una profundidad de 1.50 m. realizando 1 calicata por Km. (No se encontró napa freática).

**Tabla 1**

*Número de calicatas para exploración de suelos.*

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (m)	NUMERO DE CALICATAS	OBSERVACIÓN
Autopista de primera clase: IMDA mayor a 6 000 veh/día.	1.50 m respecto al subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calzada 2 carriles por sentido</li> <li>4 calicatas x km x sentido</li> <li>• calzada 3 carriles por sentido</li> <li>4 calicatas x km x sentido</li> <li>• calzada 4 carriles por sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y de forma alternada

		6 calicatas x km x sentido	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>calzada 2 carriles por sentido</li> </ul>	
		4 calicatas x km x sentido	
Autopista de segunda clase: IMDA entre 6 000 y 4 001 veh/día	1.50 m respecto al subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>calzada 3 carriles por sentido</li> </ul>	
		4 calicatas x km x sentido	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>calzada 4 carriles por sentido</li> </ul>	
		6 calicatas x km x sentido	
Carretera de primera clase: IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día	1.50 m respecto al subrasante del proyecto	4 calicatas x km	
Carretera de segunda clase: IMDA entre 2 000 y 400 veh/día	1.50 m respecto al subrasante del proyecto	3 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y de forma alternada
Carretera de tercera clase: IMDA entre 400 y 201 veh/día	1.50 m respecto al subrasante del proyecto	2 calicatas x km	
Trocha carrozable: IMDA menor a 200 veh/día	1.50 m respecto al subrasante del proyecto	1 calicata x km	

Fuente. Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018

#### 1.4.2. Toma de muestras

Se tomaron las muestras por cada calicata, con la finalidad de establecer las características físicas y mecánicas del suelo al cual pertenece.

Las muestras obtenidas consistieron en:

- Muestras: Entre 3.0 a 5.0 kg para ensayos de análisis granulométrico.
- Muestras: Entre 30 a 50 kg para ensayos de compactación y proctor.

#### Tabla 2

*Ubicación de calicatas con coordenadas UTM.*

<b>CALICATA</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTITUD (m.s.n.m)</b>
C – 01	747560.769	9267541.282	2575.87
C – 02	747748.56	9267049.599	2493.44
C – 03	747555.744	9266268.67	2417.76
C – 04	747338.31	9265594.459	2342.11
C – 05	746487.79	9265445.877	2346.02
C – 06	746032.413	9265701.965	2294.86
C – 07	745672.561	9266234.133	2236.31
C – 08	745032.983	9266594.778	2201.35

Fuente. Elaboración propia.

### 1.4.3. Identificación de muestras

**Tabla 3**

*Identificación y clasificación de las muestras por cada estrato.*

<b>CALICATA</b>	<b>ESTRATO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
C - 01	E1	0.00 m – 1.50 m	Estrato 01
C – 02	E1	0.00 m – 1.50 m	Estrato 01
C – 03	E1	0.00 m – 1.00 m	Estrato 01
	E2	1.00 m – 1.50 m	Estrato 02
C – 04	E1	0.00 m – 0.60 m	Estrato 01
	E2	0.60 m – 1.50 m	Estrato 02
C – 05	E1	0.00 m – 1.00 m	Estrato 01
	E2	1.00 m – 1.50 m	Estrato 02
C – 06	E1	0.00 m – 1.50 m	Estrato 01
C – 07	E1	0.00 m – 1.50 m	Estrato 01
C – 08	E1	0.00 m – 1.50 m	Estrato 01

Fuente. Elaboración propia.

## 1.5. TRABAJOS DE LABORATORIO

### 1.5.1. Ensayos realizados

Los ensayos realizados en el laboratorio fueron:

**Tabla 4***Ensayos realizados en el laboratorio.*

<b>ENSAYO REALIZADO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DATOS OBTENIDOS</b>
Contenido de humedad	6	% de humedad
Limite liquido	6	% de LL
Limite plástico	6	% de LP
Granulometría	6	Curva granulometría
Proctor modificado	03	Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad
CBR	02	% de CBR

Fuente. Elaboración propia.

**a) Contenido de humedad (NTP 339.127 – ASTM D 2216)**

Es la relación entre el peso del agua en la muestra en estado natural y el peso de la muestra secada en el horno entre 105°-110° grados. Este procedimiento nos permite determinar el comportamiento del material en estudio como: cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

**b) Limite liquido (NTP 339.129 – ASTM D 4318)**

Es el contenido de humedad del suelo en el cual cambia de estado plástico a estado líquido. Este procedimiento utiliza la copa Casagrande, que debe ser calibrada hasta un centímetro de altura de caída y solo se realiza a muestras de suelo que pasan el tamiz N°40.

**c) Limite plástico (NTP 339.129 – ASTM D 4318)**

Es el contenido de humedad que tiene el suelo cuando empieza a resquebrajarse al amasarlo en rollitos de 1/8" de diámetro.

**Procedimiento:**

- Se hacen rollitos de aproximadamente 1/8" de diámetro.
- El límite plástico se obtiene cuando los rollitos se empiezan a resquebrajar.
- Los rollitos son pesados y luego colocados en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas.

**d) Granulometría**

Es la distribución en porcentaje de los diferentes tamaños de las partículas que conforman un suelo, para determinar sus propiedades y proceder a clasificarlos. Se pueden realizar por: Tamizado, cuando las partículas son retenidas en la malla N° 200, y por Saturación, cuando el suelo presenta aglomeraciones de partículas duras o difíciles de romper.

**e) Ensayo de compactación próctor modificado (NTP 339.141 – ASTM D 1557)**

Es un proceso mecánico que busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo del suelo, a través de la reducción de vacíos; logrando que el material a compactarse alcance la mayor densidad posible **(MAXIMA DENSIDAD SECA)** con una humedad adecuada **(OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD)**.

Este método utiliza un molde con un apisonador de 10 lb (4.54 kg), que se deja caer libremente desde una altura de 18 pulgadas (45.7 cm), y que emplea cuatro procedimientos:

Método A: Molde de 4" (10.16 cm). El suelo para por el tamiz N°04 (4.75 mm).

Método B: Molde de 6" (15.24 cm). El suelo para por el tamiz N°04 (4.75 mm).

Método C: Molde de 4" (10.16 cm). El suelo para por el tamiz 3/4".

Método D: Molde de 6" (15.24 cm). El suelo para por el tamiz 3/4".

**f) Ensayo CBR (ASTM D 1883)**

Procedimiento que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, comparándolas con la resistencia de un material estandarizado.

### **Determinación de CBR**

Una vez terminado la saturación, se procede a utilizar la prensa para medir su resistencia a la penetración, utilizando un pistón de 19.35 cm<sup>2</sup> de sección circular, debidamente asentado en la superficie de la muestra con una carga inicial de 10 lb.

Se continua con la aplicación de carga, registrándolas para las penetraciones 0.64 mm, 1.27 mm, 1.91 mm, 2.54 mm, 3.18 mm, 3.81 mm, 4.45 mm, 5.08 mm, 7.62 mm, 10.16 mm, 12.70 mm. Se busca la carga que produce la deformación de 2.54 mm y 5.08 mm, en relación con la carga que produce las mismas deformaciones en el material estándar.

El CBR determinado a partir de penetraciones de 5.08 mm no debe diferir en más de 1 o 2% de las penetraciones de 2.54 mm; caso contrario el ensayo se repite, y si siempre se obtienen para 5.08 mm valores superiores de CBR, este se toma como CBR del suelo.

**Tabla 5**

*Utilización de ensayos realizados en el laboratorio.*

<b>ENSAYO</b>	<b>DATOS OBTENIDOS</b>	<b>UTILIDAD</b>	<b>PARA EL PROYECTO</b>
Contenido de humedad	% humedad	Cantidad de agua en el suelo	Tipo de suelo
Limite líquido	L. L.	Obtención del IP, clasificación SUCS.	Tipo de suelo
Limite plástico	L. P.	Obtención del IP, clasificación SUCS.	Tipo de suelo
Granulometría	Curva granulométrica	Clasificación del suelo de acuerdo a los tamaños	Tipo de suelo

Proctor modificado	Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad	Grado de compactación para capas de relleno	Sub rasante, sub base y base
CBR	CBR	Evaluar la capacidad de soporte de los suelos	Sub rasante, sub base y base

Fuente. Elaboración propia.

### 1.5.2. Características de los suelos

Las características fundamentales a tener en cuenta para su clasificación son:

#### a) Granulometría

Permite clasificar un suelo en función del tamaño de sus partículas.

**Tabla 6**

*Características del suelo según el tamaño de sus partículas.*

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE LAS PARTICULAS
Grava	75 mm – 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm – 2 mm
	Arena media: 2 mm – 0.425 mm
	Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Limo	0.075 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente. Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

#### b) Plasticidad

Es la propiedad de estabilidad de un suelo hasta un límite de contenido de humedad, determinándose a través de los límites de Atterberg, que son:

- ✓ Límite líquido (LL): cuando el suelo pasa del estado semilíquido a plástico y puede moldearse.
- ✓ Límite plástico (LP): cuando el suelo pasa del estado plástico a semisólido y se rompe.

- ✓ Limite contracción (LC): cuando el suelo pasa del estado semisólido a sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además de los límites se debe tener en cuenta el Índice de Plasticidad (IP), que permite clasificar de la mejor manera un suelo y que se calcula como la diferencia de LL y LP.

$$IP = LL - LP$$

**Tabla 7**

*Características del suelo según el tamaño de sus partículas.*

INDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERISTICAS
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente. Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

### c) Equivalente de arena (EA)

Es la porción relativa del contenido de materiales finos o arcillosos (ensayo MTC EM 114). Se caracteriza por ser un ensayo rápido que brinda resultados parecidos a los obtenidos por los límites de Atterberg.

Es un indicativo de la plasticidad del suelo y se clasifica según el siguiente cuadro:

**Tabla 8**

*Clasificación de suelos según equivalente de arena.*

EQUIVALENTE DE ARENA	CARACTERISTICAS
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente. Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

### d) Índice de grupo (IG)

Clasifica al suelo según sus características físicas, principalmente su granulometría y el grado de plasticidad, tomando los valores de sus límites líquido y plástico. Es un índice adoptado por AASHTO para la clasificación de los suelos, basado en los límites de Atterberg y calculado con la expresión:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01 (bd)$$

Donde:

a = F-35 (fracción del porcentaje que pasa la malla N° 200). Expresado por un número entero entre 1 y 40.

b = F-15 (fracción del porcentaje que pasa la malla N° 200). Expresado por un número entero entre 1 y 40.

c = LL - 40 (LL = Límite líquido). Expresado por un número entero entre 0 y 420.

d = IP - 10 (IP = Índice plástico). Expresado por un número entero entre 0 y 20 o más.

El índice de grupo es un valor entre 0 y 20 o más, además cuando el IG calculado es negativo se toma como cero.

El índice de grupo de los suelos granulares están generalmente comprendidos entre 0 y 4, los suelos limosos entre 8 y 12, y los suelos arcillosos entre 11 y 20 o más. Los valores del índice de grupo solo son utilizados para comparar suelos dentro del mismo grupo.

**Tabla 9**

*Clasificación de suelos por índice de grupo.*

INDICE DE GRUPO	SUELO DE SUB RASANTE
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

Fuente. Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

**e) Humedad natural**

Esta característica permite conocer la resistencia de los suelos de sub rasante y comparando la humedad natural con la humedad optima obtenida en los ensayos de proctor para obtener el CBR del suelo.

- Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad optima, se realiza la compactación normal del suelo con la cantidad apropiada de agua.
- Si la humedad natural es superior a la humedad optima, se propone aumentar la energía de compactación, airear el suelo o reemplazar el material saturado.

### 1.5.3. Clasificación de los suelos

Los sistemas de clasificación de los suelos son:

- Clasificación AASHTO (American Association of State Highway And Transportation Officials).
- Clasificación Unificada (SUCS).

**Tabla 10**

*Clasificación de suelos por sistema.*

CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO	CLASIFICACION DE SUELOS ASTM (SUCS)
A – 1 – a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A – 1 – b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GP, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: Elaboración propia.

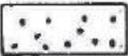
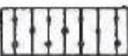
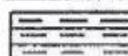
### a) Clasificación AASHTO

Es el sistema de clasificación de suelos más utilizado en carreteras, los agrupa en función de su comportamiento como capa de soporte en siete grupos (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7).

La clasificación de los suelos permite determinar la calidad del material que se utilizará en la conformación de las capas del pavimento (base, sub base), para ello utilizamos los porcentajes que pasan por los tamices N°200, 40 y 10, y los valores de límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz N° 40.

**Figura 1**

*Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO.*

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

**Tabla 11**

*Clasificación de suelos método AASHTO.*

CLASIFICACION GENERAL	MATERIALES GRANULARES							MATERIALES LIMO ARCILLOSOS			
	(Igual o menor del 35% para el tamiz N° 200)							(más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB GRUPOS	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
											A-7-6
<b>Porcentaje que pasa el tamiz:</b>											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min	36 min	36 min	36 min
<b>Características del material que pasa el tamiz N°40:</b>											
Limite Liquido (LL)				40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 min
Limite Plástico (LP)	6 máx.	6 máx.	N.P.	10 máx.	10 máx.	11 máx.	11 máx.	10 máx.	10 máx.	11 min	11 min
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de material	Fragmento de piedra		Arena	Gravas, arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
	Grava o arena		fina								
Terreno de fundación	Excelente a bueno							Regular a deficiente			

Fuente: Clasificación del suelo por método AASHTO

## **b) Clasificación Unificada de suelos (SUCS)**

Este sistema o método de clasificación también llamado clasificación modificada de Casagrande, divide a los suelos en dos grupos: granulares y finos, representándolos mediante un símbolo con dos letras.

En el primer grupo o granulares encontramos las gravas y arenas, con pequeñas cantidades de limo o arcilla. Se simbolizan de la siguiente forma:

- Gravas o suelos gravosos: GW, GC, GP, GM
- Arenas o suelos arenosos: SW, SC, SP, SM

Donde:

- G = Grava o suelo gravoso
- S = Arena o suelo arenoso
- W = Bien graduado
- C = Arcilla inorgánica
- P = Mal graduado
- M = Limo inorgánico o arena muy fina

En el segundo grupo o finos encontramos los materiales finos, limosos o arcillosos de baja o alta plasticidad. Se simbolizan de la siguiente forma:

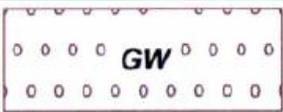
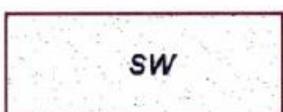
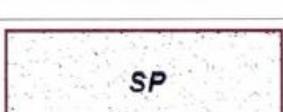
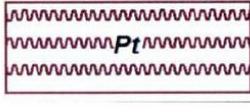
- Suelo de mediana o baja plasticidad : ML, CL, OL
- Suelos de alta plasticidad : MH, CH, OH

Donde:

- M = Limo inorgánico
- C = Arcilla
- O = Limos, arcillas y mezclas limo – arcillosas
- L = Baja o mediana plasticidad
- H = Alta plasticidad

**Figura 2**

*Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS.*

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Fuente: Cuadro 4.4 Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

#### 1.5.4. Estratigrafía del terreno

Consiste en la representación gráfica de los diferentes tipos de suelos encontrados en las calicatas, mediante la aplicación de los ensayos de laboratorio.

La sub rasante del suelo será clasificada en función al CBR representativo contenido en uno de las siguientes categorías:

**Tabla 12**

*Categorías de Sub rasante.*

<b>SUB RASANTE</b>	<b>VALOR DE CBR</b>
S 0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S 1: Sub rasante Insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S 2: Sub rasante Regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S 3: Sub rasante Buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S 4: Sub rasante Muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S 5: Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente. Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

## 1.6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

### 1.6.1. Propiedades físico – mecánicas del suelo.

Tabla 13

Cuadro resumen de los ensayos realizados.

CALICATA	ESTRATO	PROGRESIV A	Contenido de Humedad % <sub>1</sub>	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	OBS. AASHTO
				% que pasa mala #4	% que pasa mala #200	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLASTICO (LP)	INDICE DE PLASTICIDA D (IP)				
C - 1	E 1	01+0 00	2.24	76.21	64.97	28.71	18.68	10.00	CL	A-4 (6)	ARCILLA GRAVOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	REGULAR - MALO
C - 2	E 1	02+0 00	1.68	82.83	70.99	36.80	23.62	13.20	CL	A-4 (8)	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON GRAVA	MALO
C - 3	E 1	03+0 00	1.85	47.51	21.95	19.12	16.40	2.70	GM	A-1-b (0)	GRAVA LIMOSA CON ARENA	BUENO
	E 2		2.55	100.00	85.28	28.01	17.91	10.10	CL	A-6 (9)	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	MALO
C - 4	E 1	04+0 00	2.27	46.55	34.53	37	22	15	GC	A-2-6 (1)	GRAVA ARCILLOSA	REGULAR
	E 2		2.51	100.00	91.94	41.84	14.59	27.30	CL	A-7-6 (15)	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	MALO
C - 5	E 1	05+0 00	1.58	17.42	7.47	NP	NP	NP	GP - GM	A-1-a (0)	GRAVA POBREMENTE GRADUADA	BUENO
	E 2		2.66	81.54	71.95	36.80	23.62	13.20	CL	A-6 (9)	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON GRAVA	MALO
C - 6	E 1	5+50 0	2.45	74.50	60.20	30.20	22.50	11.00	CL	A-4 (6)	ARCILLA GRAVOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	REGULAR - MALO
C - 7	E 1	06+0 0	1.90	85.54	68.90	28.20	20.21	12.50	CL	A-4 (8)	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON GRAVA	MALO
C - 8	E 1	07+0 0	1.80	65.50	72.20	35.60	18.50	13.40	CL	A-1-b (0)	GRAVA LIMOSA CON ARENA	BUENO

Fuente: Elaboración propia.

### 1.6.2. Clasificación de los suelos por SUCS y AASHTO

El tipo de suelo predominantes es Limo de baja plasticidad con arena.

**Tabla 14**

*Clasificación de los suelos del proyecto.*

CALICATA	PROGRESIVA	CLASIFICACION	CLASIFICACION
		SUCS	AASHTO
C – 1	01+000	CL	A-4 (6)
C – 2	02+000	CL	A-4 (8)
C – 3	03+000	CL	A-6 (9)
C – 4	04+000	CL	A-7-6 (15)
C – 5	05+000	CL	A-6 (9)
C - 6	05+500	CL	A-4 (6)
C – 7	06+000	CL	A-4 (8)
C - 8	07+000	CL	A-1-b (0)

Fuente: Elaboración propia.

### 1.6.3. Ensayos de próctor modificado y CBR.

Los valores obtenidos de los ensayos de próctor modificado y CBR, son:

**Tabla 15**

*Resultados de ensayo de próctor modificado y CBR.*

CALICATA	MDS	O.C.H.	CBR 95%
	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)	MDS
C – 01	1.333	34.30	9.40 %
C – 03	1.936	12.10	7.50 %

Fuente: Elaboración propia.

## **2. FUENTES DE AGUA.**

### **2.1. GENERALIDADES**

En este proyecto se identifican diversos cruces naturales de agua, por ser zona de sierra mayormente se presenta el recurso agua durante todo el año que se originan de las precipitaciones.

### **2.2. OBJETIVOS**

#### **2.2.1. General**

Identificar las fuentes de agua en el estudio de investigación del proyecto “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA”

#### **2.2.2. Específicos**

- a) Identificar las fuentes de agua que serán utilizada en el desarrollo del proyecto.
- b) Determinar la distancia que existe entre la fuente de agua hacia el inicio del proyecto.

### **2.3. UBICACION DE FUENTES DE AGUA**

Se tomó como referencia los antecedentes de caudales anteriores y actuales de los ríos cercanos al estudio. Los puntos de agua recomendados para el proyecto son:

Cruces de agua en el trazo del proyecto:

Las que se originan a consecuencia de las precipitaciones pluviales y de los afluentes con caudales mínimos en épocas de verano y que las mismas aumentan su caudal en épocas de lluvias.

### Figura 3

*Agua natural proveniente de la cordillera.*



Fuente: Elaboración propia.

### 3. CONCLUSIONES

- a) En la zona del proyecto predomina la arcilla que es de baja plasticidad, clasificado como regular – malo.
- b) El CBR de diseño que se utilizará en el proyecto será de 7.75 %, el cual se clasifica como regular.
- c) La fuente de agua a utilizar en el proyecto serán los cruces naturales de agua existentes en el trazo del proyecto ya que presenta agua todo el año.

### 4. RECOMENDACIONES

- a) Aplicar en el estudio los valores obtenidos en el laboratorio, y utilizarlos para realizar los cálculos de espesores de capas.
- b) Tomar el CBR de diseño más representativo, a fin de garantizar la uniformidad en la etapa de diseño.
- c) Utilizar el recurso agua de las zonas existentes, ya que estas son que no presentan índices de contaminación de sus aguas.
- d) Evitar la mala manipulación del recurso agua para evitar la contaminación.

## 5. ANEXOS

### 5.1.1. Panel fotográfico

#### Estudio de suelos

Figura 1-2

Excavación de calicata C1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-4

Excavación de calicata C2 y C3.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-6**

*Muestreo de estratos de calicata C4-C5.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7**

*Muestreo de estratos de calicata C8.*



Fuente: Elaboración propia.

## Fuentes de agua

### Figura 8

*Vista de cruce natural de agua ubicada en el trazo del proyecto.*



Fuente: Elaboración propia.

### Figura 9-10

*Estado situacional de la carretera en estudio.*



Fuente: Elaboración propia.

## Trabajos de laboratorio

### Figura 11

*Muestras para los ensayos en Laboratorio.*



Fuente: Elaboración propia.

## INFORME DE MECANICA DE SUELOS

### CONTRATACION DE SERVICIO DE CONSULTORIA PARA EL PROYECTO:

**“Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde  
Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz,  
Cajamarca”**

#### SOLICITANTE:

Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel  
Vásquez Quiroz, Giancarlo



#### ESPECIALISTA DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO:

ING. MINEYER HERNANDEZ ARCA

JORGE M. LUCAN JACINTO  
LABORATORISTA

CAJAMARCA MAYO 2022

## I. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN



“Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”; por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas “A Cielo Abierto”, ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, posteriormente con labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación determinar la capacidad portante admisible, dando las recomendaciones y conclusiones para la cimentación de la infraestructura.

La empresa F & M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. Ha ejecutado las investigaciones geotécnicas para este proyecto desarrollando las etapas de trabajo que están indicadas en el respectivo alcance y que incluye la etapa de campo, ensayos de laboratorio, análisis de resultados y reporte de parámetros para el diseño de las cimentaciones en base a la Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones.

El presente documento detalla los resultados de las condiciones geotécnicas encontradas, el estudio de campo se realizó en la fecha: mayo 2020 (calicata N°01, N°02, N°03, N°04, N°05, N°06, N°07 y calicata N°08), en el cual se ha muestreado 08 calicatas.

### 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO



Para el desarrollo de esta investigación se planteó el siguiente objetivo:

El presente informe técnico tiene como finalidad determinar las características geotécnicas del área del proyecto (suelo, niveles freáticos, etc.) y los valores de los parámetros geotécnicos requeridos para el diseño de la cimentación de la estructura, el cual será dada a conocer al solicitante: Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel, Vásquez Quiroz, Giancarlo, que será utilizada para elaboración del **PROYECTO: “Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”**

### 1.3 NORMATIVIDAD

Los estudios están en concordancia con la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, y las normas ASTM para la determinación de los ensayos de Mecánica de Suelos.

### 1.4 DESCARGO DE RESPONSABILIDADES

El presente “Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca”, ha sido elaborado por el área de geotecnia de F & M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.,

exclusivamente para el solicitante para el proyecto en mención. Este estudio se ha realizado en plena concordancia con las buenas prácticas de Ingeniería, bajo normas y estándares aceptados a nivel nacional e internacional, con amplia base en datos previamente obtenidos de los ensayos de laboratorio e información alcanzada por el solicitante.

La información, conclusiones y recomendaciones son confiables en tanto estén sujetas a las condiciones que están comprendidas en este documento. Ningún tercero está permitido o autorizado a utilizar este informe sin la aprobación del solicitante o de F & M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. El uso de dicho informe por algún tercero con la información, conclusiones y recomendaciones contenidos en el presente, serán de riesgo único del mismo donde el solicitante, ni F & M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. son responsables.

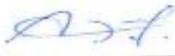
El informe elaborado es exclusivamente para la elaboración del proyecto: **"Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca"**.

#### 1.5 ALCANCE

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

En forma general los alcances del Estudio de Suelos son los siguientes:

- ✓ Reconocimiento del área del Proyecto.
- ✓ Exploraciones de subsuelo.
- ✓ Ensayos de campo.
- ✓ Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Procesamiento de la información obtenida y elaboración del Informe Final.

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAY JACINTO  
LABORATORISTA

#### 1.6 METODOLOGÍA

Con la finalidad de cumplir con el objetivo, se programó las siguientes actividades

- ✓ Ubicación de la calicata de exploración.
- ✓ Toma de muestras (05 calicatas).
- ✓ Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Determinación de perfiles estratigráficos.

**Dirección:** Mz C Lote 11 – Urb. Pueblo Libre Ruta 9 – Jaén – Cajamarca.

**Teléfono:** 949327495 – 955632082 – 941915761.

- ✓ Cálculo de la capacidad admisible del suelo.

#### 1.7 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los CP de Coyunde Palma y Sexi Palma se encuentran en las provincias de Hualgayoc y Santa Cruz respectivamente. Limita al sur con la provincia de Bambamarca, al norte con la provincia de San Miguel y Cajamarca.

**PROYECTO: "Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma – CP Sexi Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca".**

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA.  
PROVINCIA : HUALGAYOC - SANTA CRUZ  
DISTRITO : CHUGUR - UCTIYACU

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA



### 1.8 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.

Para llegar a la localidad de Coyunde se sigue la Carretera 3N, recorriendo una longitud aproximada de 7 451.41 km. El periodo de tiempo recorrido es de aproximadamente 5 horas y 30 minutos. .

### 1.9 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.

La mayor parte del territorio, es de clima templado; sin embargo, en las partes más bajas el clima templado presenta una ligera variación al templado caluroso; mientras que en las partes más altas un clima templado frío.

Las épocas de lluvias son de noviembre a abril, y su época de sequía de mayo a octubre. La temperatura promedio es de 17.8°C.

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

## 2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO.

### 2.2 GEODINAMICA

Las características geológicas que presenta el departamento de Cajamarca se encuentran relacionadas a su origen formacional y a su tectónica. El Grupo Salas es el más antiguo, y corresponde al Paleozoico, Odovícico inferior.

El Grupo Goyllarisquiza del Cretácico inferior presenta areniscas, calizas y lutitas de las formaciones Chimú, Santa Carhuaz y Farrat, las mismas que presentan fracturas. Las formaciones Inca, Chulec, Pariatambo y Yumagual, Pullucana, Quilquiñan, y Cajamarca (cretácico medio-superior) son principalmente calizas y lutitas. Los depósitos volcánicos paleógenos y neógenos se encuentran constituidos generalmente por flujos piroclásticos y de lava. Estos corresponden al Grupo Calipuy y al Volcánico Huambos.

Asimismo, existe la presencia de depósitos cuaternarios de origen aluvial, cólico, fluvial y fluvioglacial. Los de origen aluvial y fluvial se presentan inconsolidados y están conformados por gravas.

  
JORGE M. LLICAM JACINTO  
LABORATORISTA

### 2.3 SISMICIDAD.

El territorio nacional se considera dividido en 04 zonas, Cajamarca está dividido en la zona 02 y la zona 03, la cual esta basada en la distribución espacial de la sismicidad observada según las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con distancia epicentral, así como en la información geotécnica. Los estudios realizados en el sitio son estudios de microzonificación, estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre los mismos y las condiciones locales del mismo. El objetivo principal es determinar los parámetros de diseño en la zona del proyecto.

El perfil de suelo encontrado corresponde a un perfil tipo S3 donde encontramos suelos blandos, Se recomienda en los mismos que las apoyos de la estructura deberían ser diseñados con estudio propio de la cimentación (un estudio por estructura), teniendo en cuenta un el factor de seguridad de acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) aprobada mediante Decreto Supremo 011-2006 -VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA.

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 2), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De nivel VIII en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo con nueva Norma Técnica NTE E-030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo a la relación:

$$H = \frac{Z x U x S x C x P}{Rd}$$

Donde:

- Factor de zona (Zona 2) : Z = 0.25
- Factor de suelo.- (S3 Suelos Intermedios) : S = 1.40
- Periodo s : Tp = 1.0

Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser antisísmicos.

  
Minoyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA



**MAPA DE ZONIFICACION.**

### 3. EXPLORACIÓN EN CAMPO



Con la finalidad de caracterizar el terreno de fundación de la zona de estudio se realizó un programa de exploraciones de campo, las cuales citamos a continuación:

- Excavación manual a cielo abierto denominadas calicatas con obtención de muestras de los diferentes tipos de suelo, basados en la Norma ASTM D420.
- Inspección e identificación visual y manual de suelos, según lo estipulado en la Norma ASTM D248.

JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

#### 3.1 CALICATAS A CIELO ABIERTO

La exploración de campo consistió en la excavación de 08 calicatas ubicadas pertinentemente en el área de la estructura proyectada. Procediendo a definir el perfil estratigráfico de la zona mediante la identificación visual y manual de suelos, a lo largo de la excavación se tomó muestras representativas, las cuales fueron identificadas convenientemente y trasladadas al laboratorio de la empresa Kaolyn Ingenieros S.A.C.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las calicatas ejecutadas:

**Dirección:** Mz C Lote 11 - Urb. Pueblo Libre Ruta 9 - Jaén - Cajamarca.  
**Teléfono:** 949327495 - 955632082 - 941915761.

TABLA N°01: RESUMEN DE EXCAVACIONES DE CALICATAS				
CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION	NIVEL FREÁTICO
C - 01	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 02	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 03	E1	0.00 m - 1.00 m	Estrato 01	NO PRESENTA
	E2	0.00 m - 1.50 m	Estrato 02	NO PRESENTA
C - 04	E1	0.00 m - 0.60 m	Estrato 01	NO PRESENTA
	E2	0.00 m - 1.50 m	Estrato 02	NO PRESENTA
C - 05	E1	0.00 m - 1.00 m	Estrato 01	NO PRESENTA
	E2	0.00 m - 1.50 m	Estrato 02	NO PRESENTA
C - 06	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 07	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 08	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA

Observaciones:

- En las calicatas no se encontró napa freática.

### 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

De las muestras extraídas se han realizado ensayos estándar para clasificación de suelos y la determinación de las propiedades tanto físicas como mecánicas del suelo de fundación.

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas ASTM (American Society For Testing and Materials). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D422
- ✓ Contenido de humedad ASTM D2216
- ✓ Densidad Natural ASTM D2937
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D2487
- ✓ Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos: ASTM D4318

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (S.U.C.S), bajo la Norma A.S.T.M.D. 2487

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

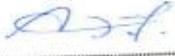
  
JORGE M. LUCAS JACINTO  
LABORATORISTA

TABLA N° 02. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ESTANDAR					
	CALICATA N°01	CALICATA N°02	CALICATA N°03	CALICATA N°04	CALICATA N°05
<b>CODIGO DEMUESTRA</b>	KISAC-EMS-1055-2022	KISAC-EMS-1056-2022	KISAC-EMS-1057-2022	KISAC-EMS-1058-2022	KISAC-EMS-1059-2022
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	16.6	18.6	16.6	19.3	19.6
<b>GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</b>	<b>OVER</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	<b>GRAVAS</b>	6.70%	0.00%	4.40%	0.00%
	<b>ARENAS</b>	13.50%	17.80%	24.10%	13.60%
	<b>FINOS</b>	79.80%	82.20%	71.50%	86.40%
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	ML	CL	CL	MH	CL
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	<b>LL</b>	32.8	32	30.7	51.3
	<b>LP</b>	23.8	17.8	18.2	47.5
	<b>IP</b>	9	14	13	4

#### 1.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se han definido los siguientes perfiles estratigráficos en la zona del Proyecto:

Según la prospección efectuada en las calicatas se realizó a 1.50 m de profundidad, y el análisis de la muestra extraída, el suelo de fundación está constituido por un estrato distribuidos según especifica los perfiles estratigráficos (VER ANEXO).

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

##### CALICATA 01

El estudio de campo se realizó el 3 mayo del 2022. Según la prospección efectuada en la calicata de 1.50 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por dos estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato I: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate material orgánico con un espesor de 0.40 mts.

Estrato II: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate es Limo de baja plasticidad con arena. El color que presenta es pardo oscuro. Acorde con la clasificación SUCS corresponde (ML). Presenta un 6.7% de grava, 13.5% de arena y 79.8% de finos, con un espesor de 2.60 mts. El contenido de humedad es de 16.6%.

  
JORGE M. LUCAN JACINTO  
LABORATORISTA

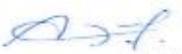
##### CALICATA 02

El estudio de campo se realizó el 3 mayo del 2022. Según la prospección efectuada en la calicata de 3.00 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por dos estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato I: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate material orgánico con un espesor de 0.30 mts.

Estrato II: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate es arcilla de baja plasticidad con arena. El color que presenta es pardo olivo claro. Acorde con la clasificación SUCS corresponde a (CL). Presenta un 0.00% de grava, 17.8% de arena y 82.2% de finos, con un espesor de 2.70 mts. El contenido de humedad es de 18.6%.

#### CALICATA 03

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

El estudio de campo se realizó el 4 de mayo del 2022. Según la prospección efectuada en la calicata de 3.00 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por dos estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato I: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate material orgánico con un espesor de 0.65 mts.

Estrato II: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate es arcilla de baja plasticidad con arena. El color que presenta es pardo rojizo oscuro. Acorde con la clasificación SUCS corresponde a (CL). Presenta un 4.4% de grava, 24.1% de arena y 71.5% de finos, con un espesor de 2.35 mts. El contenido de humedad es de 16.6%.

#### CALICATA 04

  
JORGE M. LLICAY JACINTO  
LABORATORISTA

El estudio de campo se realizó el 4 de mayo del 2022. Según la prospección efectuada en la calicata de 3.00 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por dos estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato I: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate material orgánico con un espesor de 0.20 mts.

Estrato II: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate es Limo de alta plasticidad. El color que presenta es olivo oscuro grisáceo. Acorde con la clasificación SUCS corresponde a (MH). Presenta un 0% de grava, 13.6% de arena y 86.4% de finos, con un espesor de 2.80 mts. El contenido de humedad es de 19.3%.

#### CALICATA 05

El estudio de campo se realizó el 5 de mayo del 2022. Según la prospección efectuada en la calicata de 3.00 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por dos estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato I: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominate material orgánico con un espesor de 0.30 mts.

Estrato II: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominante es Arcilla de baja plasticidad con arena. El color que presenta es pardo fuerte. Acorde con la clasificación SUCS corresponde a (CL). Presenta un 7.4% de grava, 18.5% de arena y 74.1% de finos, con un espesor de 2.70 mts. El contenido de humedad es de 19.6%.

#### 4. ANÁLISIS DE CIMENTACION

##### 4.1. PROFUNDIDAD Y DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES

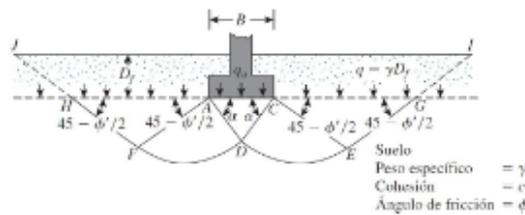
Tomando en cuenta los resultados de los análisis de suelos, se proyecta la cimentación mínima con las siguientes dimensiones:

Descripción	CALICA TA N° 01	CALICA TA N° 02	CALICA TA N° 03	CALICA TA N° 04	CALICA TA N° 05	CALICA TA N° 06	CALICA TA N° 07	CALICA TA N° 08
Fecha de muestra	May-22							
Código de muestra	KISAC- EMS- 1055-	KISAC- EMS- 1056-	KISAC- EMS- 1057-	KISAC- EMS- 1058-	KISAC- EMS- 1059-	KISAC- EMS- 1060-	KISAC- EMS- 1061-	KISAC- EMS- 1062-
Prof. Min.	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ancho de zapata mínima	1.00 m							
Tipo de suelo	ML	CL	CL	MH	CL	ML	CL	CL
Ángulo de fricción interna	28.1	25.4	29.6	26.1	27.4	28.3	23.6	28.7
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.12	0.36	0.29	0.21	0.19	0.13	0.32	0.27
Capacidad de carga de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	0.59	0.54	0.75	0.5	0.57	0.56	0.52	0.74

##### 4.2. CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN SUELOS

Se realizará los cálculos de la capacidad admisible del terreno para una cimentación superficial.

##### TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



*Mineyer*  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

*Jacinto*  
JORGE M. LUCAS JACINTO  
LABORATORISTA

La ecuación última de carga es la siguiente

**Dirección:** Mz C Lote 11 - Urb. Pueblo Libre Ruta 9 - Jaén - Cajamarca.  
**Teléfono:** 949327495 - 955632082 - 941915761.

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_r \quad (\text{cimentación continua o corrida})$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_r \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

#### 4.2.1 CAPACIDAD ADMISIBLE POR RESISTENCIA

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973).

$$q_u = S_c C N_c + S_q \frac{1}{2} \gamma B N_r + S_d \gamma D_f N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

$q_u$  = Capacidad última de carga

$q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga

FS = Factor de Seguridad = 3

$\gamma$  = Peso Unitario del Suelo

B = Ancho de cimentación

L = Longitud de Cimentación

C = Cohesión

Df = Profundidad de cimentación

$N_c, N_q, N_r$  = Parámetros de capacidad portante en función de  $\phi, Sc, S_q, S_r$  = Factores de forma

$\phi$  = Angulo de fricción

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

Considerando los datos obtenidos tenemos lo siguiente:

Descripción	CALICA IA N° 01	CALICA IA N° 02	CALICA IA N° 03	CALICA IA N° 04	CALICA IA N° 05	CALICA IA N° 06	CALICA IA N° 07	CALICA IA N° 08
Fecha de muestra	May-22							
Código de muestra	KISAC-EMS-1055-	KISAC-EMS-1056-	KISAC-EMS-1057-	KISAC-EMS-1058-	KISAC-EMS-1059-	KISAC-EMS-1060-	KISAC-EMS-1061-	KISAC-EMS-1062-
Prof. Mín.	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ancho de zapata mínima	1.00 m							
Tipo de suelo	ML	CL	CL	MH	CL	ML	CL	CL
Ángulo de fricción interna	28.1	25.4	29.6	26.1	27.4	28.3	23.6	28.7
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.12	0.36	0.29	0.21	0.19	0.13	0.32	0.27
Capacidad de carga de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	0.59	0.54	0.75	0.5	0.57	0.56	0.52	0.74

Factores de seguridad: Para el cálculo de la capacidad de carga admisible, mediante métodos estáticos, a partir de la carga última, se utilizarán los factores de seguridad estipulados

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

Para el cálculo mediante métodos dinámicos, se utilizará el factor de seguridad correspondiente a la fórmula utilizada. En ningún caso el factor de seguridad en los métodos dinámicos será menor de 2.

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

## 5. CONCLUSIONES

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe establecemos las siguientes conclusiones:

- La zona de estudio se encuentra en las provincias de Hualgayoc y Santa Cruz del departamento de Cajamarca.
- La profundidad mínima de cimentación es de 1.50 metros del nivel de terreno muestreado.
- SE ESTABLECIO LOS PERFILES ESTRATIGRAFICOS DE LA CALICATA.
- Los resúmenes de profundidades mínimas son:

  
Minayer  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION	NIVEL FREÁTICO
C - 01	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 02	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 03	E1	0.00 m - 1.00 m	Estrato 01	NO PRESENTA
	E2	0.00 m - 1.50 m	Estrato 02	NO PRESENTA
C - 04	E1	0.00 m - 0.60 m	Estrato 01	NO PRESENTA
	E2	0.00 m - 1.50 m	Estrato 02	NO PRESENTA
C - 05	E1	0.00 m - 1.00 m	Estrato 01	NO PRESENTA
	E2	0.00 m - 1.50 m	Estrato 02	NO PRESENTA
C - 06	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 07	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA
C - 08	E1	0.00 m - 1.50 m	Estrato 01	NO PRESENTA

  
JORGE M. LLICAM JACINTO  
LABORATORISTA

- Se estableció los perfiles estratigráficos de la calicata.
- Resumen de clasificación de las muestras ensayadas son:

CALICATAS		C - 01	C - 02	C - 03	C - 04	C - 05	C - 06	C - 07	C - 08
CONTENIDO DE HUMEDAD		16.6	18.6	16.6	19.3	19.6	16.3	18.3	19.3
Granulometría por tamizado	OVER	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	GRAVAS	6.70%	0.00%	4.40%	0.00%	7.40%	6.70%	0.00%	0.00%
	ARENAS	13.50%	17.80%	19.10%	13.60%	18.50%	13.50%	17.80%	14.50%
	FINOS	79.80%	82.20%	71.50%	86.40%	74.10%	72.30%	83.40%	79.30%
CLASIFICACIÓN SUCS		ML	CL	CL	MH	CL	ML	CL	MH
Límites de Atterberg	LL - Límite líquido	32.8	32	30.7	51.3	31.6	29.55	31	50.2
	LP - Límite plástico	23.8	17.8	18.2	47.5	17	21.9	16.9	42.3
	IP - Índice de plasticidad	9	7	10	4	10	8	7	5

- Las dimensiones mínimas para cimentación son las siguientes:

**Dirección:** Mz C Lote 11 - Urb. Pueblo Libre Ruta 9 - Jaén - Cajamarca.  
**Teléfono:** 949327495 - 955632082 - 941915761.

Descripción	CALICAT A N° 01	CALICAT A N° 02	CALICAT A N° 03	CALICAT A N° 04	CALICAT A N° 05	CALICAT A N° 06	CALICAT A N° 07	CALICAT A N° 08
Fecha de muestra	May-22							
Código de muestra	KISAC- EMS- 1055-	KISAC- EMS- 1056-	KISAC- EMS- 1057-	KISAC- EMS- 1058-	KISAC- EMS- 1059-	KISAC- EMS- 1060-	KISAC- EMS- 1061-	KISAC- EMS- 1062-
Prof. Min.	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ancho de zapata mínima	1.00 m							
Tipo de suelo	ML	CL	CL	MH	CL	ML	CL	CL
Ángulo de fricción interna	28.1	25.4	29.6	26.1	27.4	28.3	23.6	28.7
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.12	0.36	0.29	0.21	0.19	0.13	0.32	0.27
Capacidad de carga de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	0.59	0.54	0.75	0.5	0.57	0.56	0.52	0.74

  
 Minoyer Hernández Arca  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 152285

  
 JORGE M. LLICÁN JACINTO  
 LABORATORISTA

## 6. RECOMENDACIONES

- La cimentación no deberá realizarse sobre suelos blandos o en presencia de materiales de letreros o rellenos sanitarios.
- “Pre Humectación” del Suelo: la teoría de “pre humectar” el suelo antes de la construcción está basada en el hecho de que si al suelo se le permite que se expanda antes de la construcción y si luego la humedad del suelo es mantenida, no es de esperar cambios volumétricos y por lo tanto no es esperable daños sobre la estructura.
- En caso de encontrar suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.
- Se recomienda los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material. El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:
  - a. Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
  - b. Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- Elegir el tipo de cimentación más adecuada y los métodos constructivos
- Fijar el nivel de apoyo de los cimientos o las condiciones para establecerlos con precisión durante el transcurso de las obras.
- Se recomienda la eliminación del material orgánico en su totalidad y debe ser reemplazado por afirmado o material de relleno.
- No se recomienda usar terrenos arcillosos como rellenos de material propio.
- El ingeniero estructurista estará a cargo de determinar las dimensiones de la cimentación, acorde a la capacidad portante del terreno de fundación compatible con las cargas transmitidas y la norma E-060.
- Tener en cuenta el nivel de desplante, este, será calculado a nivel de terreno muestreado.
- Se recomienda la eliminación del material orgánico y realizar un mejoramiento de 0.40m.

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

ANEXO A:  
**ENSAYOS DE LABORATORIO DE  
MECÁNICA DE SUELOS**

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

**SOLICITADO :** Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel. Vásquez Quiroz, Giancarlo.  
**PROYECTO :** Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma - CP Sexi Palma,  
Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.  
**LUGAR :** Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

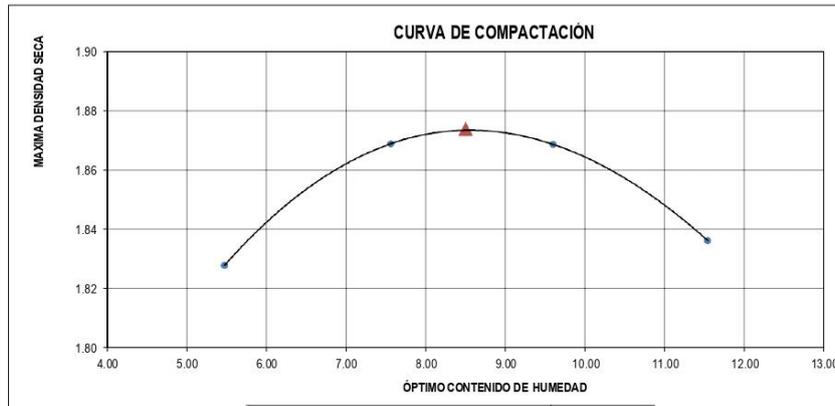
**FECHA:** : ABRIL 2022

**CALICATA :** C - 1

**ESTRATO :** E - 01

Molde Nº	S - 124
Peso del Molde gr.	5875
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2119

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	9960.00	10135.00	10215.00	10215.00		
Peso de Molde (gr.)	5875.00	5875.00	5875.00	5875.00		
Peso de Suelo Húmedo (gr.)	4085.00	4260.00	4340.00	4340.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.01	2.05	2.05		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	98.36	95.63	96.74	95.33		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	93.78	89.62	89.16	86.52		
Peso de Agua (gr)	4.58	6.01	7.58	8.81		
Peso de Cápsula (gr.)	9.98	10.14	10.17	10.16		
Peso de Suelo Seco (gr.)	83.80	79.48	78.99	76.36		
% de Humedad	5.47	7.56	9.60	11.54		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.87	1.87	1.84		



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

**SOLICITADO :** Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel. Vásquez Quiroz, Giancarlo.

**PROYECTO :** Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma - CP Sexi Palma,  
Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

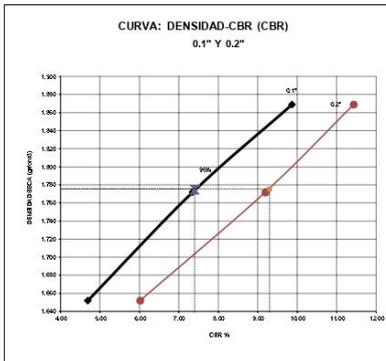
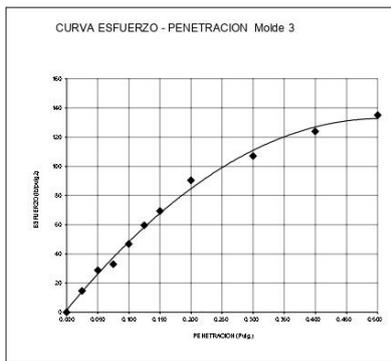
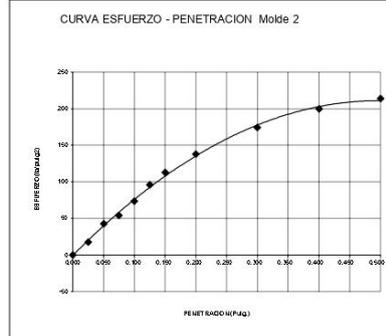
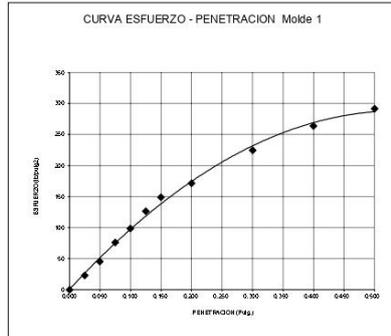
**LUGAR :** Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

**FECHA:** : ABRIL 2022

ENSAYO DE COMPACTACION CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10920	11071	12065	12263	11840	10786
Peso de Molde (gr.)	6595	6595	7960	7960	8015	8015
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4325	4476	4105	4303	3825	2771
Volumen de Molde (cm3)	2119	2119	2119	2119	2119	2119
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.041	2.112	1.937	2.031	1.805	1.308
CÁPSULA Nº	J-8	J-3	J-3	J-9	J-9	J-9
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	91.28	101.28	90.74	76.41	92.14	83.74
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	84.46	92.26	83.02	68.68	85.17	74.54
Peso de Agua (gr)	6.82	9.02	6.82	7.73	6.97	9.20
Peso de Cápsula (gr.)	10.14	12.63	10.80	11.54	10.16	12.30
Peso de Suelo Seco (gr.)	74.32	79.63	73.12	57.14	75.01	62.24
% de Humedad	9.18	11.33	9.33	13.53	9.29	14.78
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.869	1.897	1.772	1.789	1.652	1.139

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.250	1.250	0.984	1.120	1.120	0.882	0.980	0.980	0.772
48 hrs	1.320	1.320	1.039	1.180	1.180	0.929	1.060	1.060	0.835
72 hrs	1.330	1.330	1.047	1.190	1.190	0.937	1.070	1.070	0.843
96 hrs	1.340	1.340	1.055	1.200	1.200	0.945	1.080	1.080	0.850

ENSAYO DE CARGA PENETRACION											
PENETRACION		LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES	
pulg.	tiempo	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	0'30"	5	69.6	23.2	3	52.8	17.6	2	44.4	14.8	
0.050	1'00"	13	136.7	45.6	12	128.3	42.8	7	86.4	28.8	
0.075	1'30"	24	229.0	76.3	16	161.9	54.0	9	98.9	33.0	
0.100	2'00"	32	296.1	98.7	23	220.6	73.5	14	140.9	47.0	
0.125	2'30"	42	380.1	126.7	31	287.7	95.9	18	178.6	59.5	
0.150	3'00"	50	447.3	149.1	37	338.1	112.7	22	208.0	69.3	
0.200	4'00"	58	514.5	171.5	46	413.7	137.9	29	270.9	90.3	
0.300	6'00"	77	674.2	224.7	59	522.9	174.3	35	321.3	107.1	
0.400	8'00"	91	792.0	264.0	68	598.6	199.5	41	371.7	123.9	
0.500	10'00"	101	876.1	292.0	73	640.6	213.5	45	405.3	135.1	



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	98.7	1000	9.87	1.869
2	0.1	73.5	1000	7.35	1.772
3	0.1	47.0	1000	4.70	1.652

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	171.5	1500	11.43	1.869
2	0.2	137.9	1500	9.19	1.772
3	0.2	90.3	1500	6.02	1.652

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.869
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.776
OPTIMO Contenido de Humedad	8.50%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.87%	0.2"	11.43%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.40%	0.2"	9.30%

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

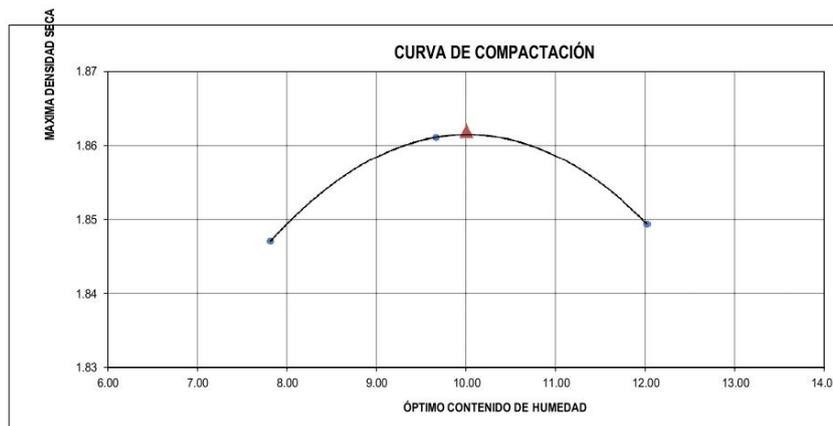
**SOLICITADO** : Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel. Vásquez Quiroz, Giancarlo.  
**PROYECTO** : Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma - CP Sexi Palma,  
Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.  
**LUGAR** : Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.  
**FECHA** : ABRIL 2022

CALICATA : C-3

ESTRATO : E-01

Molde Nº	S-124
Peso del Molde gr.	6240
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2119

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10460	10565	10630			
Peso de Molde (gr.)	6240	6240	6240			
Peso de Suelo Húmedo (gr.)	4220	4325	4390			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.04	2.07			
CAPSULA Nº	1-01	1-02	1-03		1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	79.92	75.45	85.29			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	74.91	69.69	77.36			
Peso de Agua (gr.)	5.01	5.76	7.93			
Peso de Cápsula (gr.)	10.82	10.08	11.39			
Peso de Suelo Seco (gr.)	64.09	59.61	65.97			
% de Humedad	7.82	9.66	12.02			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.86	1.85			



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MÉTODO C**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**SOLICITADO :** Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel. Vásquez Quiroz, Giancarlo.

**PROYECTO :** Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma - CP Sexi Palma,  
Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

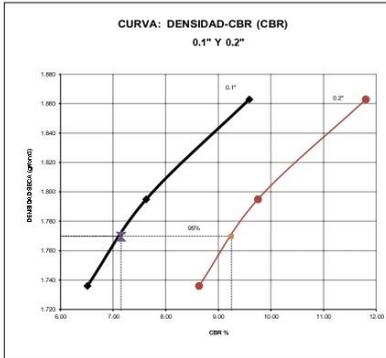
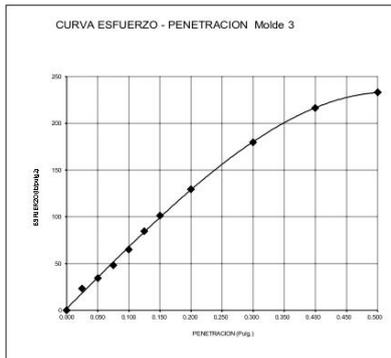
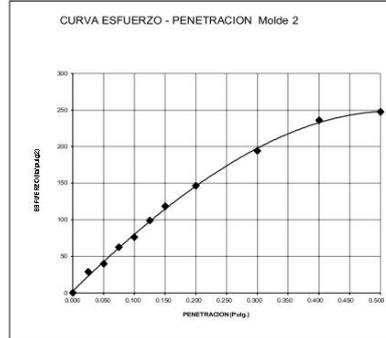
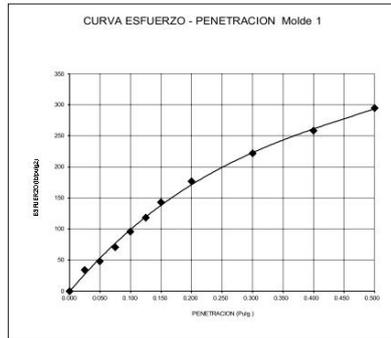
**LUGAR :** Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

**FECHA:** : ABRIL 2022

CALICATA :		C-3		ESTRATO :		E-01		
ENSAYO DE COMPACTACION CBR								
ESTADO MOLDE	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	10920	11150	12180	12390	12120	12280		
Peso de Molde (gr.)	6525	6525	7960	7960	8015	8015		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4395	4625	4220	4430	4105	4245		
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2137	2137	2137	2137	2137	2137		
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.057	2.164	1.975	2.073	1.921	1.986		
<b>CAPSULA Nº</b>	J-8		J-3		J-9			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	102.58	110.45	99.68	98.74	105.23	99.63		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	93.86	99.30	91.59	87.93	96.07	89.41		
Peso de Agua (gr)	8.72	11.15	8.09	10.81	9.16	10.22		
Peso de Cápsula (gr.)	10.16	12.44	10.82	10.25	10.18	10.34		
Peso de Suelo Seco (gr.)	83.70	86.89	80.77	77.68	85.89	79.07		
% de Humedad	10.42	12.83	10.02	13.92	10.66	12.93		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.918	1.795	1.820	1.736	1.759		

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT DIAL	EXPANSION		LECT DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.350	1.350	1.063	1.230	1.230	0.969	1.120	1.120	0.882
48 hrs	1.410	1.410	1.110	1.270	1.270	1.000	1.160	1.160	0.913
72 hrs	1.420	1.420	1.118	1.280	1.280	1.008	1.170	1.170	0.921
96 hrs	1.420	1.420	1.118	1.280	1.280	1.008	1.170	1.170	0.921

ENSAYO DE CARGA PENETRACION												
PENETRACION		LECTURA DIAL	MOLDE 1	56 GOLPES		LECTURA DIAL	MOLDE 2	25 GOLPES		LECTURA DIAL	MOLDE 3	12 GOLPES
pulg	tiempo			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>			
0.000	000*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	030*	9	103.1	34.4	7	86.4	28.8	5	69.6	23.2		
0.050	100*	14	145.1	48.4	11	119.9	40.0	9	103.1	34.4		
0.075	130*	22	212.2	70.7	19	187.0	62.3	14	145.1	48.4		
0.100	200*	31	287.7	93.9	24	229.0	76.3	20	195.4	65.1		
0.125	250*	39	354.9	118.3	32	296.1	98.7	27	254.2	84.7		
0.150	300*	48	430.5	143.5	39	354.9	118.3	33	304.5	101.5		
0.200	400*	60	531.3	177.1	49	438.9	146.3	43	388.5	129.5		
0.300	600*	76	665.8	221.9	66	581.7	193.9	61	539.7	179.9		
0.400	800*	89	775.2	258.4	81	707.9	256.0	74	649.0	216.3		
0.500	1000*	102	884.6	294.9	85	741.5	247.2	80	699.5	233.2		



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	95.9	1000	9.59	1.863
2	0.1	76.3	1000	7.63	1.795
3	0.1	65.1	1000	6.51	1.736

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	177.1	1500	11.81	1.863
2	0.2	146.3	1500	9.75	1.795
3	0.2	129.5	1500	8.63	1.736

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.863
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.770
OPTIMO Contenido de Humedad	10.00%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.59%	0.2"	11.81%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.15%	0.2"	9.25%

*Minsyer*  
Minsyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

*Jacinto*  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

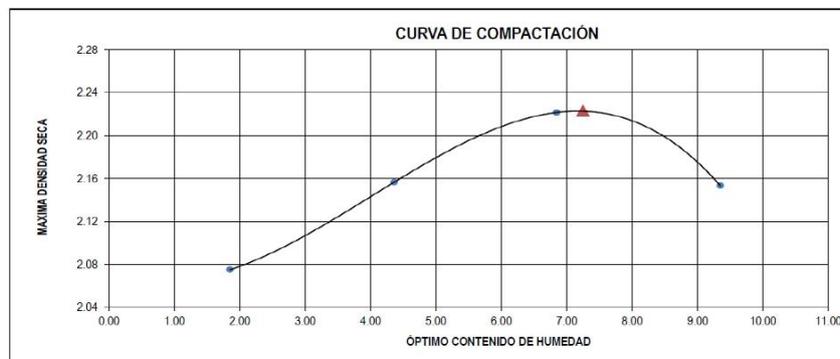
**SOLICITADO :** Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel. Vásquez Quiroz, Giancarlo.  
**PROYECTO :** Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma - CP Sexi  
**Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.**  
**LUGAR :** Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

**FECHA:** : ABRIL 2022

<b>CANTERA :</b>	EL ORO
<b>MUESTRA :</b>	AFIRMADO

<b>Molde N°</b>	S - 124
<b>Peso del Molde gr.</b>	2650
<b>Volumen del Molde cm<sup>3</sup>.</b>	2115

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	7120.00	7410.00	7670.00	7630.00		
Peso de Molde (gr.)	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4470.00	4760.00	5020.00	4980.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.25	2.37	2.35		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	195.16	192.39	194.08	205.18		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	192.16	185.40	182.90	189.83		
Peso de Agua (gr.)	3.00	6.99	11.18	15.35		
Peso de Cápsula (gr.)	30.02	25.14	19.63	25.71		
Peso de Suelo Seco (gr.)	162.14	160.26	163.27	164.12		
% de Humedad	1.85	4.36	6.85	9.35		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.16	2.22	2.15		



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE**

**SUELOS**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MÉTODO C**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**SOLICITADO :** Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel. Vásquez Quiroz, Giancarlo.

**PROYECTO :** Diseño De Infraestructura Vial, Camino Vecinal CP Coyunde Palma - CP Sexi

**Palma, Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.**

**LUGAR :** Distritos Hualgayoc - Santa Cruz, Cajamarca.

**FECHA:** : ABRIL 2022

CANTERA	EL ORD	MATERIAL	AFIRMADO			
<b>ENSAYO DE COMPACTACION CBR</b>						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10236	10422	9967	10364	9843	10083
Peso de Molde (gr.)	5234	5234	4982	4982	5036	5036
Peso de suelo húmedo (gr.)	5102	5188	4985	5102	4807	5047
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095	1095	1095	1095	1095	1095
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.381	2.421	2.326	2.381	2.243	2.355
CAPSULA Nº	J-6	J-9	J-9	J-20	J-20	J-20
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	254.02	256.45	260.40	263.05	241.85	274.65
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	238.48	247.54	243.52	241.66	226.63	247.10
Peso de Agua (gr.)	15.54	18.91	16.88	21.39	15.22	27.55
Peso de Capsula (gr.)	24.12	26.58	23.47	21.58	18.96	20.17
Peso de Suelo Seco (gr.)	214.36	220.96	220.05	220.08	207.67	226.93
% de Humedad	7.25	8.54	7.67	9.72	7.33	12.14
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.220	2.230	2.160	2.170	2.090	2.100

**NO REGISTRA**

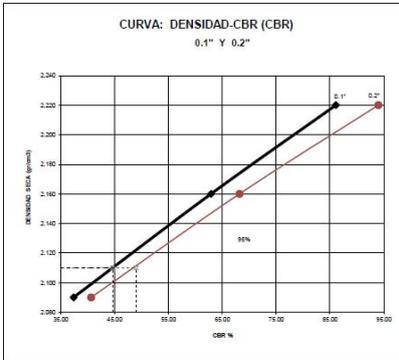
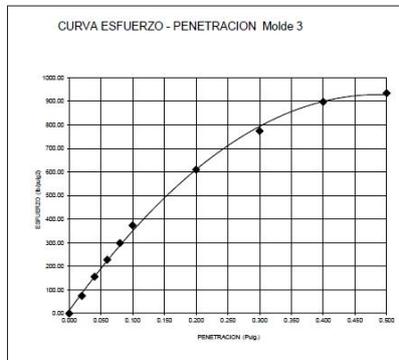
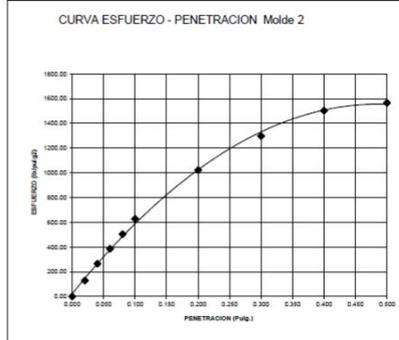
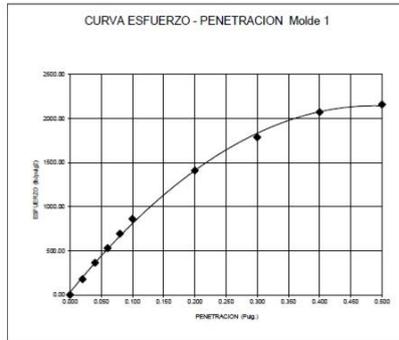
ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00			0.000			0.000		
24 hrs	3.100	3.100	2.665	5.521	4.200	3.611	4.050	4.050	3.482
48 hrs	6.300	6.300	5.417	5.834	5.300	4.557	6.370	6.370	5.477
72 hrs	15.200	15.200	13.070	6.127	12.400	10.662	11.980	11.980	10.301

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION psig	CARGA	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	56 GOLPES lbs./pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	25 GOLPES lbs./pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	12 GOLPES lbs./pulg <sup>2</sup>
0.020	45.30	529.7	176.6	33.00	385.9	139.5	19.20	224.5	74.8	
0.040	93.70	1089.8	363.3	67.60	790.4	284.4	40.80	457.7	155.9	
0.060	137.80	1587.9	529.3	98.60	1152.9	385.2	58.50	684.0	228.0	
0.080	177.80	2079.0	693.0	129.10	1509.6	504.1	76.70	896.9	299.0	
0.100	1090	226.90	2183.0	861.0	161.20	1884.9	639.2	95.90	1121.4	373.8
0.200	1590	361.70	4128.4	1409.8	262.20	3065.9	1022.9	156.40	609.6	
0.300		458.80	5164.7	1788.2	332.70	3890.3	1297.7	198.50	2321.1	773.7
0.400		531.90	6119.5	2073.2	383.50	4507.7	1503.5	230.50	2692.9	897.6
0.500		554.20	6480.3	2160.1	401.70	4697.1	1566.6	239.70	2802.8	934.3

  
Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 192285

  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	861.0	1000	86.10	2.220
2	0.1	629.2	1000	62.92	2.160
3	0.1	373.8	1000	37.38	2.090

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	1409.8	1500	93.99	2.220
2	0.2	1022.9	1500	68.19	2.160
3	0.2	609.6	1500	40.64	2.090

*Milroyer Hernández Arca*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 152285

*Jordi*  
JORGE M. LLICAN JACINTO  
LABORATORISTA

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.22
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.11
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.25%
VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %	
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 86.10% 0.2" 93.99%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 44.70% 0.2" 49.00%



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **Anexo 5: “INFORME DE ESTUDIO DE TRÁFICO”**

**TESIS: “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP  
COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA  
CRUZ, CAJAMARCA”**



**Elaborado por:**

Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel

Vásquez Quiróz, Giancarlo

# CONTENIDO

## INFORME DE ESTUDIO DE TRAFICO

1. GENERALIDADES
  - 1.1. OBJETIVOS
    - 1.1.1. General
    - 1.1.2. Especificos
2. UBICACION
3. METODOLOGIA DE APLICACIÓN
4. ESTUDIO VOLUMETRICO
  - 4.1. Tramos homogéneos
  - 4.2. Estaciones de conteo vehicular
  - 4.3. Resultado del conteo vehicular
  - 4.4. Índice medio diario semanal (IMDS)
  - 4.5. Factor de corrección estacional (FCE)
5. DETERMINACION DE INDICE MEDIO DIARIO ANUAL
  - 5.1. Variación diaria
  - 5.2. Variación horaria
  - 5.3. Índice medio diario Anual (IMDA)
6. PROYECCIONES DE TRAFICO
  - 6.1. Trafico normal
  - 6.2. Trafico desviado
  - 6.3. Tráfico generado
7. CONCLUSIONES
8. RECOMENDACIONES
9. ANEXOS
  - 9.1. Panel fotográfico

## 1. GENERALIDADES

Este estudio es importante para la realización de nuestro diseño de carretera y para realizar el análisis de los componentes que conforman una vía, además de establecer las cargas y la frecuencia de la vía a utilizar. Este estudio se realizó los días 9 de mayo al 15 del mismo mes.

### 1.1. OBJETIVOS

#### 1.1.1. General

Realizar el estudio vehicular de la carretera en investigación.

#### 1.1.2. Específicos

- d) Determinar los tramos homogéneos existentes en la carretera.
- e) Establecer la cantidad y ubicación estratégica de las estaciones de conteo.
- f) Calcular el Índice Medio Diario Semanal (IMDS).
- g) Verificar los factores de corrección necesarios para el cálculo del IMDA.
- h) Determinar el IMDA actual y el proyectado al año 2042.
- i) Calcular el tráfico generado al año 2042.

## 2. UBICACION

Este proyecto de investigación nos permitirá la articulación entre los Centros Poblados de Coyunde Palma y Sexi Palma, pertenecientes al departamento de Cajamarca.

Este: y Norte:

**Tabla 1**

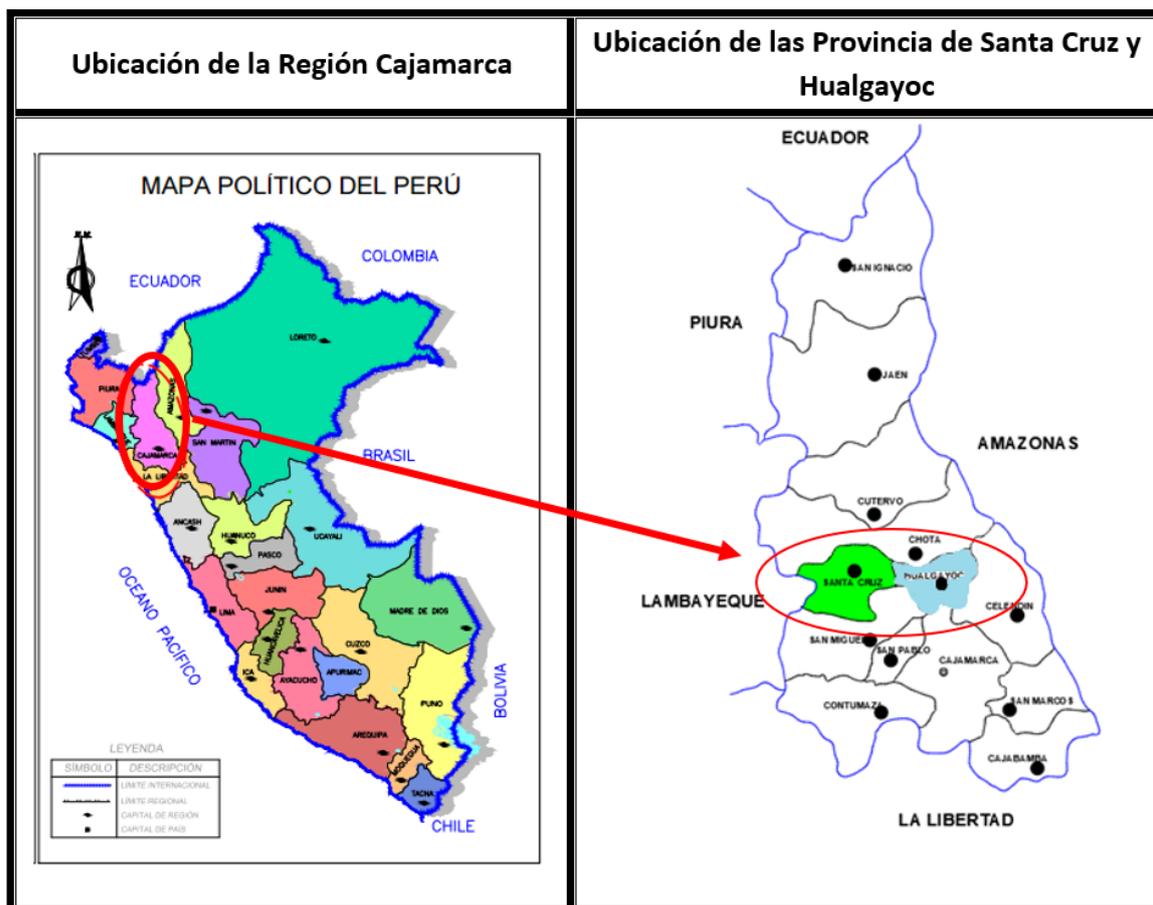
*Coordenadas del proyecto.*

COORDENADAS GEOGRAFICAS			
PUNTO	PROGRESIVA	ESTE (E)	NORTE (N)
INICIO	0+000	747568	9267450
FINAL	7+754.51	744847	9266789

Fuente. Elaboración propia

**Figura 1**

*Ubicación geográfica del proyecto.*



Fuente. Elaboración propia.

### 3. METODOLOGIA DE APLICACIÓN

#### 3.1. Alcances

Se consideraron los siguientes puntos:

- Identificación de tramos homogéneos en la carretera.
- Se estableció una estación en un punto estratégico para el control vehicular en el CP Coyunde Palma y se realizaron conteos volumétricos durante 7 días consecutivos, en 24 horas diarias, clasificándolos por su tipo, según la hora de conteo.
- El Índice Medio Diario Anual (IMDA) será calculado teniendo en cuenta los factores de corrección estacional del peaje Desvío Olmos.
- Se realizarán proyecciones de tráfico, tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional anual y la tasa de crecimiento anual del PBI.
- El periodo de diseño del proyecto será de 20 años.

### 3.2. Metodología

**Fuentes referenciales.** - Datos del Ministerio de Transportes y comunicaciones.

**Fuentes directas.** - Conteos de tráfico realizado en las estaciones de control.

El cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA), será utilizando la fórmula:

$$IMDA = IMDs \times FC \ m ; \quad IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDA = Índice Medio Diario Anual

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la muestra

FC = Factor de corrección estacional

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

## 4. ESTUDIO VOLUMETRICO

### 4.1. Tramos homogéneos

En este proyecto de investigación se consideró un solo tramo homogéneo.

**Tabla 2.**

*Tramos homogéneos del proyecto.*

TRAMO HOMOGENEO	INICIO	PROGRESIVA	FINAL	PROGRESIVA
Coyunde Palma – Sexi Palma	Coyunde Palma	0+000	Sexi Palma	7+754.41

Fuente. Elaboración propia.

### 4.2. Estaciones de conteo vehicular

Son puntos estratégicos dentro de un tramo homogéneo de carretera, en el cual se registra el paso de los vehículos, clasificándolos por su tipo (vehículos ligeros o pesados), sentido de viaje (derecha o izquierda) y el horario en que transcurren durante el día.

**Tabla 3.***Ubicación de estación de conteo.*

TRAMO HOMOGENEEO	ESTACION	PROGRESIVA	CODIGO
Coyunde Palma – Sexi Palma	Coyunde Palma	0+120	E - 1

Fuente: Elaboración propia.

**4.3. Resultado del conteo vehicular**

Permitió establecer los volúmenes de tráfico del tramo homogéneo de la carretera. La clasificación por día, tipo de vehículo y por sentido, se registró en la siguiente tabla:

**Tabla 4***Conteo de tráfico (mayo 2022)*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total/ semana
Station	0	0	0	1	2	1	2	6
Wagon	0	0	0	1	2	1	2	6
Pick up	2	0	1	3	3	3	3	15
Panel	0	0	0	0	3	2	3	8
Rural Combi	2	0	0	0	3	3	3	11
Camión 2E	2	2	2	2	4	2	3	17
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia.

**4.4. Índice medio diario semanal (IMDS)**

Es el promedio del volumen diario registrado en el conteo vehicular, se calcula con la siguiente fórmula:

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la muestra

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

**Tabla 5***Índice medio diario semanal del proyecto.*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total, semana	IMD <sub>S=</sub> Suma/7
Station	0	0	0	1	2	1	2	6	1
Wagon	2	0	1	3	3	3	3	15	2
Pick up	0	0	0	0	3	2	3	8	1
Panel	2	0	0	0	3	3	3	11	2
Rural	2	2	2	2	4	2	3	17	2
Combi	2	2	2	2	4	2	3	17	2
Camión 2E	6	2	3	6	15	11	14	57	8
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>57</b>	<b>8</b>

Fuente: Elaboración propia.

**4.5. Factor de corrección estacional (FCE)**

Es la variable que se utiliza para eliminar las variaciones horarias y diarias del volumen de tráfico, producidos durante todo un año, estas variaciones son registradas por las estaciones de peaje.

**Tabla 6**

*Factores de corrección de vehículos ligeros y pesados por unidad de PEAJE CUCULÍ – mayo 2022*

TRAMO HOMOGENEO	PEAJE	RUTA	VEHICULOS	FCE
Coyunde Palma – Sexi	Ciudad	R – 008	Ligeros	1.01028042
Palma	de Dios		Pesados	1.10645586

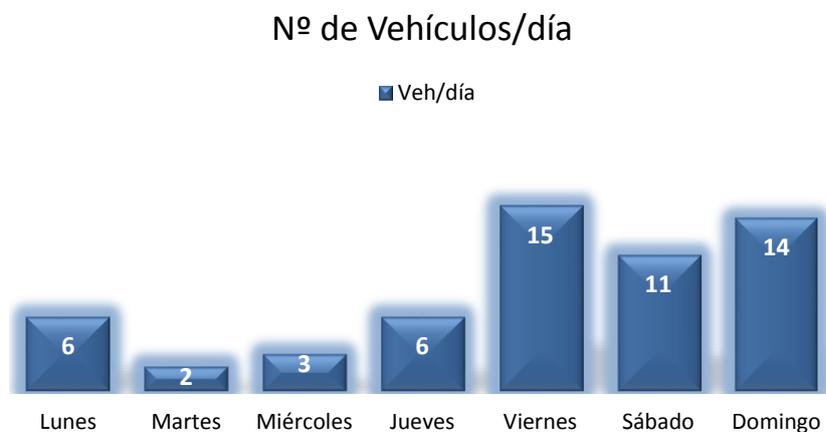
Fuente: Aplicativo de la guía simplificada caminos vecinales.

**5. DETERMINACION DE INDICE MEDIO DIARIO ANUAL****5.1. Variación diaria**

Se registraron variaciones de tránsito, donde entre los días lunes a jueves hay menor volumen de tráfico en comparación con los fines de semana en donde en el cual estos valores aumentan.

**Figura 1**

*Nº de vehículos/día*



Fuente. Elaboración propia.

El mayor porcentaje vehicular lo conforman los vehículos tipo Auto con 36 unidades por semana, mientras que los vehículos tipo Camión 3E en minoría con 2 unidades por semana del tráfico vehicular.

### **5.2. Variación horaria**

En el proyecto se han determinado variaciones entre 6:00 am – 9:00 am, 16:00 pm – 18:00 pm.

### **5.3. Índice medio diario Anual (IMDA)**

El índice medio diario anual se obtiene multiplicando el promedio semanal de tráfico con el factor de corrección para vehículos ligeros (autos, pick up, panel, rural combi) y vehículos pesados (camiones 2E y camiones 3E) respectivamente.

**Tabla 7**

*Conteo vehicular por día en estación E-1.*

TIPO DE VEHICULO	IMDs	FC	IMDA
Station Wagon	1	1.01028042	1
Pick up	2	1.01028042	2
Panel	1	1.01028042	1

Rural Combi	2	1.01028042	2
Camión 2E	2	1.10645586	3
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>		<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Demanda actual**

Del IMDA encontramos que el tipo de vehículos con mayor presencia en la carretera son el de Automóvil.

**Tabla 8**

*IMDA por tipo de vehículo en porcentajes.*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMD</b>	<b>Distribución (%)=IMDa*100/Total IMDa</b>
Station	6	10.53%
Wagon	6	10.53%
Pick up	15	26.32%
Panel	8	14.04%
Rural Combi	11	19.30%
Camión 2E	17	29.82%
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **6. PROYECCIONES DE TRAFICO**

La proyección del tráfico está compuesta por: el tráfico normal, tráfico derivado y el tráfico inducido por el mejoramiento de la vía.

### **6.1. Trafico normal**

Es el tráfico utilizado actualmente en la carretera, cuyo crecimiento estará influenciado por el desarrollo de las actividades socioeconómicas del área de influencia del proyecto.

Para la proyección del tráfico normal hasta el periodo de diseño del proyecto (20 años desde el 2022 - 2042), se utilizan indicadores macro – económicos de la zona del proyecto.

## Variables Macroeconómicas

Los indicadores macro – económicos utilizados son: Tasa de crecimiento poblacional de la región Cajamarca y Tasa anual departamental de PBI 2017; para vehículos ligeros y pesados respectivamente. Los valores adoptados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*IMDA por tipo de vehículo en porcentajes.*

INDICADORES	TIPO DE VEHICULO	VALOR ADOPTADO
Tasa de crecimiento anual de la población (Cajamarca)	Vehículos livianos	0.90 %
Tasa de crecimiento anual de PBI (Cajamarca)	Vehículos pesados	7.10 %

Fuente: INEI censo nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Para el cálculo del tráfico normal hasta el 2032, se utilizará la siguiente formula:

$$Pf = Po (1 + Tc)^n$$

Donde:

- P f = Transito proyectado al año “n” en veh/día
- P o = Transito actual (año base) en veh/día
- n = Años del periodo de diseño a estimarse
- T c = Tasa anual de crecimiento del tránsito por tipo de vehículo

**Tabla 10.** Proyección de tráfico normal hasta 20 años.

Tipo de Vehículo / Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Tráfico Normal</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	
Station Wagon	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Pick up	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Rural Combi	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
Camión 2E	17	17	18	19	21	22	24	26	27	29	32	34	36	38	41	44	48	51	55	58	63	63

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2. Tráfico desviado

En el proyecto se ha considerado un solo tramo homogéneo comprendido entre las progresivas 0+000 (Coyunde Palma) y la progresiva 5+842 (Sexi Palma), ya que no existen variaciones significativas que afecten el tráfico de la carretera, por lo tanto, no se ha considerado el tráfico desviado.

## 6.3. Tráfico generado

Es el tráfico producido como consecuencia del mejoramiento o rehabilitación de la carretera. La guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad interurbana a nivel de perfil, establece parámetros por tipo de intervención.

**Tabla 11**

*IMDA por tipo de vehículo en porcentajes.*

TIPO DE INTERVENCION	% DE TRAFICO NORMAL
Proyecto de recuperación	5 %
Proyecto de asfaltados en costa y sierra	10 – 15 %
Proyecto de asfaltados en selva	15 – 20 %

Fuente: Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad interurbana a nivel de perfil.

Para el cálculo del tráfico generado se utilizará el 15 % del tráfico normal, cuyos resultados se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 12**

*Proyección de tráfico futuro hasta 20 años.*

<b>Tipo de Vehículo / Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	
<b>Tráfico Normal</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	
Station Wagon	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Pick up	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Rural Combi	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13
Camión 2E	17	17	18	19	21	22	24	26	27	29	32	34	36	38	41	44	48	51	55	58	63	
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	
Station Wagon	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pick up	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panel	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rural Combi	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 2E	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	
<b>IMD TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	<b>93</b>	<b>96</b>	<b>99</b>	<b>103</b>	<b>108</b>	<b>112</b>	<b>116</b>	<b>121</b>	<b>126</b>	

Fuente. Elaboración propia.

## **7. CONCLUSIONES**

- a) En el proyecto existen solo tramo homogéneo, el cual se inicia en Coyunde Palma en el km. 0+000 y termina Sexi Palma km 7+754.41.
- b) Se estableció dos estaciones de conteo, ubicada en Coyunde Palma y en Sexi Palma, que sirvió para realizar el conteo vehicular del 9 al 15 de mayo del presente año.
- c) El IMDS del proyecto es de 126 vehículos, destacando los vehículos ligeros tipo automóviles, pick up y Station Wagon.
- d) De la estación de peaje Ciudad de Dios, se utilizaron los factores de corrección 1.01028042 y 1.10645586; para vehículos ligeros y pesados respectivamente.

## **8. RECOMENDACIONES**

- a) Se debe respetar los valores obtenidos de la estación de conteo, ya que muestran el volumen de tránsito que ingresa y sale de la vía.
- b) Para estos estudios de conteo vehicular debe ser necesario contar con estación donde se verifique el mayor movimiento de vehículos, tomando también las horas punta para un mejor estudio vehicular.
- c) El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) calculado de la estación de conteo, es fundamental para calcular el IMDA actual.

## 9. ANEXOS

### 9.1. Panel fotográfico

**Figura 1**

*Estación de conteo E-1 (Coyunde Palma).*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2**

*Estación de conteo E-1 (Coyunde Palma).*



Fuente: Elaboración propia.

### Figura 3

*Tránsito de vehículo por la carretera en estudio.*



Fuente: Elaboración propia.

### Figura 4

*Toma de datos del volumen de tránsito.*



Fuente: Elaboración propia.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **Anexo 6: “INFORME DE ESTUDIO HIDROLÓGICO”**

**TESIS: “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP  
COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA  
CRUZ, CAJAMARCA”**



**Elaborado por:**

Sandoval Idrogo, Rolando Gabriel

Vásquez Quiróz, Giancarlo

## CONTENIDO

### INFORME DE ESTUDIO HIDROLOGICO Y DRENAJE

1. GENERALIDADES
2. OBJETIVOS
  - 2.1. General
  - 2.2. Específicos.
3. DESCRIPCION DE LA ZONA DEL PROYECTO.
  - 3.1. Parámetros Meteorológicos
  - 3.2. Cuencas hidrográficas.
  - 3.3. Vías de acceso
  - 3.4. Métodos Estadísticos
4. ANALISIS HIDROLOGICO.
  - 4.1. Información básica.
5. HIDROLOGIA ESTADISTICA.
  - 5.1. Precipitación máxima en 24 horas.
  - 5.2. Método Smirnov Kolmogorov ( $\Delta S-K$ ).
  - 5.3. Periodo de retorno.
  - 5.4. Análisis de precipitación externa.
  - 5.5. Tiempo de concentración ( $T_c$ ).
  - 5.6. Precipitación e intensidad de lluvia.
6. OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS.
  - 6.2. CUNETAS.
7. CONCLUSIONES
8. RECOMENDACIONES
9. ANEXOS
  - 9.1. Panel fotográfico

## **1. GENERALIDADES**

En el estudio hidrológico del proyecto “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA”, se describen las principales cuencas y sub cuencas que existen el área de estudio, así mismo se detallan las estructuras necesarias para la evacuación pluvial de las precipitaciones como cunetas y alcantarillas.

Las fuentes de información utilizadas son:

- ✓ Registros meteorológicos de la estación Chugur - SENAMHI.
- ✓ Información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Realizar el estudio hidrológico del proyecto “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA – CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA”

### **2.2. Específicos.**

- a) Determinar las características de las cuencas que pertenecen a la zona del proyecto.
- b) La evaluación y análisis de la precipitación máxima en un periodo de 24 horas en la zona de estudio.
- c) Determinar el periodo de retorno para el diseño de las estructuras que conforman la carretera.
- d) Estimar los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno.

## **3. DESCRIPCION DE LA ZONA DEL PROYECTO.**

### **3.1. Parámetros Meteorológicos**

#### **a) Clima**

Presenta un clima típico de las regiones altas de sierra con temperaturas frías que oscilan entre 4° y 14° grados centígrados.

### **Lluvias**

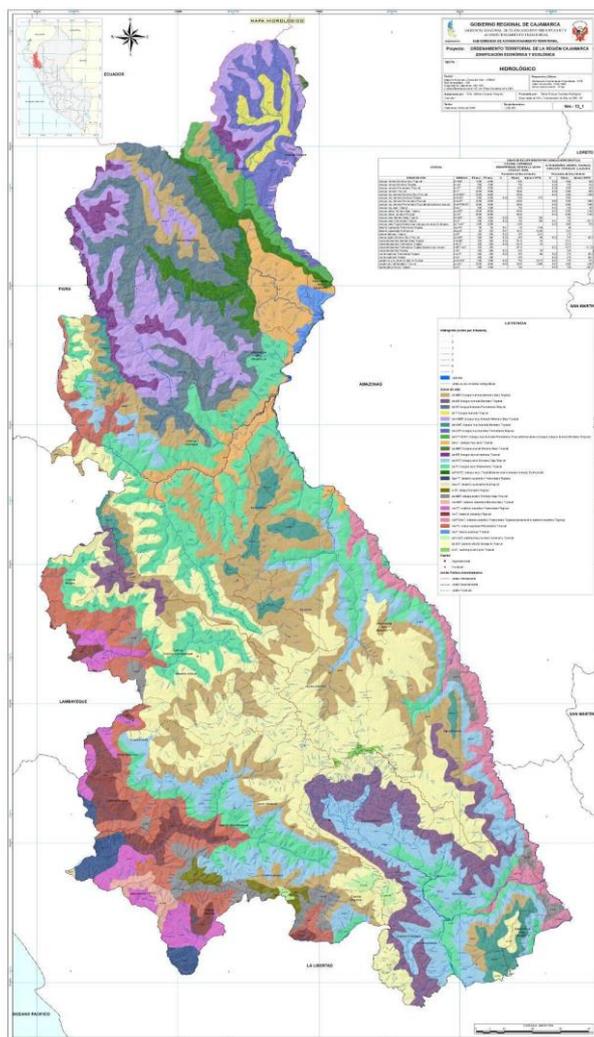
La estación más lluviosa se presenta entre los meses de noviembre a mayo, así mismo esta estación se caracteriza por estar acompañada de una espesa neblina y que en algunos momentos dificulta la visibilidad.

### **3.2. Cuencas hidrográficas.**

En el año 1993 INRENA, elaboró el estudio hidrológico de toda la región Cajamarca, en la actualidad la Autoridad Nacional del agua (ANA), se encuentran realizando estudios hidrológicos específicamente como son Irrigación de Chota, Conchán, Cochabamba, Jaén, etc. Cajamarca cuenta con 4 cuencas principales, 5 Inter cuencas en la vertiente del atlántico (Marañón), 06 cuencas en la vertiente del Pacífico y 1 Inter cuenca, y que mantienen escurrimiento permanente durante todo el año; y las que albergan al mayor número de la población de la región. que albergan al mayor número de la población de la región; las mismas que a continuación se indican:

**Figura 1**

*Mapa hidrológico de la Región Cajamarca*



Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.1 VERTIENTE DEL PACIFICO:**

Ríos que desembocan directamente en el Océano Pacífico

- Cuenca Chicama
- Inter cuenca 13773
- Cuenca Zaña
- Cuenca Chaman
- Cuenca Motupe
- Cuenca Chancay-Lambayeque
- Cuenca Jequetepeque

### **3.2.2 VERTIENTE DEL ATLANTICO**

Ríos que desembocan en el río Marañón

- Cuenca Chinchipe
- Cuenca Crisnejas
- Cuenca Chamaya
- Cuenca Cenepa
- Inter cuenca Alto Marañón I
- Inter cuenca Alto Marañón II
- Inter cuenca Alto Marañón III
- Inter cuenca Alto Marañón IV
- Inter cuenca Alto Marañón V

### **3.3. Vías de acceso**

Para llegar al área del proyecto desde la ciudad de Chota, que es una vía pavimentada en buen estado de conservación en un recorrido de 108.49 Km aproximadamente, poco más de dos (5) horas de viaje llegamos al tramo de la carretera que se está evaluando.

### **3.4. Métodos Estadísticos**

Los métodos estadísticos, se basan en considerar que la Precipitación Máxima en 24 horas, es una variable aleatoria que tiene una cierta distribución. Para utilizarlos se requiere tener como datos, el registro de Precipitaciones Máximas en 24 horas, cuanto mayor sea el tamaño del registro, mayor será también la aproximación del cálculo de la Precipitación de Diseño, la cual se calcula para un determinado Periodo de Retorno.

## **4. ANALISIS HIDROLOGICO.**

### **4.1. Información básica.**

#### **a) Información topográfica.**

Se han considerado los pasos de agua presentes en el proyecto, así mismo los tramos con pendientes necesarias para la proyección de cunetas y alcantarillas, etc.

**b) Información pluviométrica**

✓ **Estación Chugur**

Departamento : Cajamarca

Provincia : Hualgayoc

Altitud : 2748 m.s.n.m

Distrito : Chugur

Latitud : 6° 40' 7.48" Sur

Periodo : 2022 – 2022

Longitud : 78° 44' 16.77" Oeste

Fuente : SENAMHI - Departamento

: Cajamarca

**Tabla 1***Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) de estación Chugur.*

<b>AÑO / MES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2002</b>	134.8	310.8	280.2	238.5	72.1	5.4	16.8	17.6	80.7	S/D	171.6	206.6
<b>2003</b>	178.7	255.8	184.8	128.4	47.7	69.8	25.2	48.9	138.6	92.7	159.0	115.9
<b>2004</b>	132.0	136.0	121.4	115.4	95.2	5.8	74.3	7.1	95.0	190.7	212.8	118.4
<b>2005</b>	109.1	257.5	455.9	59.7	36.9	11.1	S/D	5.2	55.9	303.3	115.0	177.8
<b>2006</b>	189.3	317.5	500.0	124.1	53.6	78.7	39.4	32.3	136.0	86.8	199.8	292.9
<b>2007</b>	161.2	96.2	302.2	234.6	93.4	0.6	59.1	39.6	33.0	242.6	240.3	79.5
<b>2008</b>	254.7	481.1	325.4	236.7	104.1	28.6	41.4	19.4	292.5	250.3	126.1	43.5
<b>2009</b>	354.9	198.5	436.9	164.3	157.3	76.4	33.2	15.1	66.5	171.2	212.2	173.0
<b>2010</b>	68.9	237.0	378.2	253.5	113.9	44.9	24.3	16.7	47.1	118.6	80.1	148.6
<b>2011</b>	137.3	240.3	207.8	322.9	20.5	18.2	60.4	13.1	111.8	166.3	85.4	287.5
<b>2012</b>	490.2	380.5	164.0	213.2	83.3	13.2	0.0	21.6	20.6	185.9	232.5	88.0
<b>2013</b>	183.1	160.1	347.1	139.7	223.3	6.1	20.6	64.0	18.5	276.2	56.2	191.6
<b>2014</b>	129.4	370.7	335.6	118.4	157.8	6.2	55.7	46.3	142.4	145.3	170.3	203.3
<b>2015</b>	248.5	101.3	604.7	129.3	162.7	0.4	6.3	10.0	5.5	103.4	160.4	41.6
<b>2016</b>	246.6	252.1	281.7	231.6	43.0	46.7	3.5	62.3	111.6	164.7	51.2	179.0
<b>2017</b>	232.7	334.2	570.3	210.9	178.9	39.2	0.0	77.0	78.7	258.3	115.1	191.8
<b>2018</b>	271.5	157.1	181.9	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	68.0	164.5	271.4	78.5
<b>2019</b>	177.6	418.3	329.4	187.3	103.0	17.1	48.1	S/D	31.6	241.4	248.6	283.8
<b>2020</b>	37.8	145.7	287.4	262.7	119.0	66.9	122.5	34.5	83.7	90.1	139.4	301.2
<b>2021</b>	206.0	111.8	469.4	238.6	103.6	169.0	13.6	76.4	77.5	264.2	173.2	218.7
<b>2022</b>	153.8	273.3	539.6	79.3	98.3							

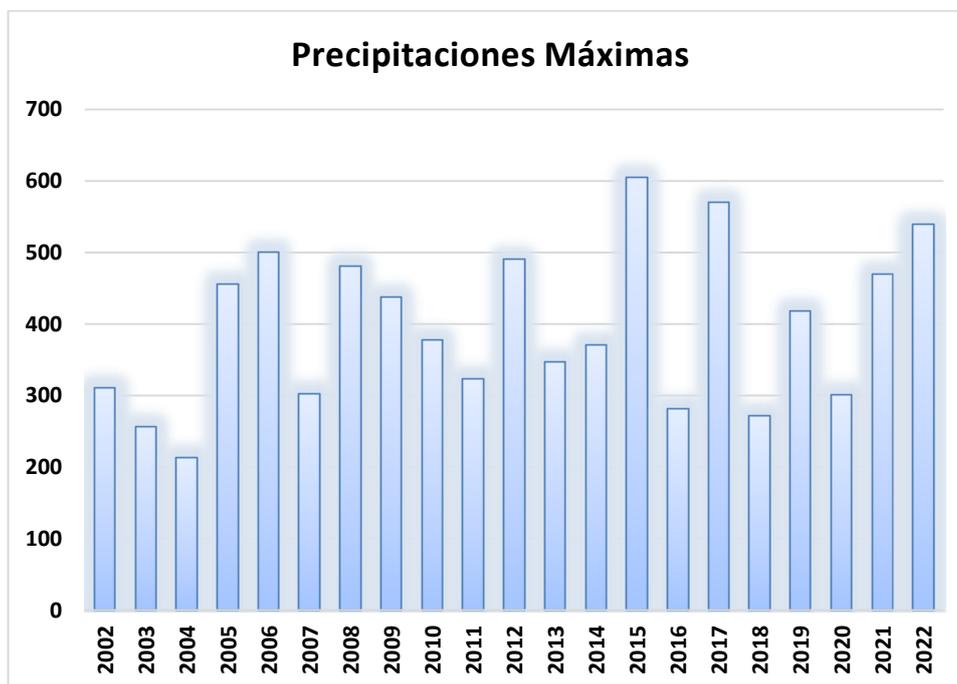
Fuente: Datos solicitados por atención al cliente a SENAMHI.

**5. HIDROLOGIA ESTADISTICA.****5.1. Precipitación máxima en 24 horas.**

Los datos proporcionados por la estación meteorología Chugur, corresponde al periodo 2002 al 2022, donde se registra que la mayor intensidad fue en marzo del 2015.

**Figura 2**

*Variación de precipitaciones por año.*



Fuente: Elaboración propia.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a los valores máximos extremos, que se han considerado en el presente proyecto son:

- Distribución Normal.
- Distribución log. Normal 2 parámetros.
- Distribución gamma de 2 parámetros.
- Distribución Gumbel.

Se utilizará los valores propuestos por Smirnov Kolmogorov, con la finalidad de determinar el método óptimo para el análisis de los datos históricos.

## **5.2. Método Smirnov Kolmogorov ( $\Delta S-K$ ).**

El método Smirnov Kolmogorov tiene la finalidad de estimar precipitaciones máximas para periodos de retorno diferentes, utilizando modelos probabilísticos discretos o continuos. Este método se determina utilizando la expresión:

$$\Delta TEORICO = \max ( ( P (x) - P_o (x) ) )$$

Donde:

$\Delta TEORICO$  = valor teórico

$P (x)$  = función de distribución de probabilidades de la muestra.

$P_o (x)$  = función de probabilidades teórica escogida.

El método establece que  $\Delta TEORICO$  sea menor que el valor tabulado  $\Delta S-K$ , para un nivel de probabilidad requerido.

Consideraciones:

- Los niveles de probabilidad varían entre 0.05 y 0.01.
- El valor  $\Delta S-K$ , está definido en función del nivel de significancia “ $\alpha$ ” y el tamaño de la muestra “n”.
- Si  $\Delta TEORICO > \Delta S-K$ , la distribución escogida debe ser rechazada.

**Tabla 2**

*Valores críticos “ $\alpha$ ” para la prueba de Smirnov Kolmogorov.*

<b>TAMAÑO DE LA</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b><math>\alpha = 0.10</math></b>	<b><math>\alpha = 0.05</math></b>	<b><math>\alpha = 0.01</math></b>
<b>(años)</b>			
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente. Manual de carreteras; Manual de hidrología e hidráulica y drenaje.

El valor  $\Delta$  S-K, utilizada en el proyecto que presenta una muestra de 20 años y un nivel de significancia del 5% es **0.29**.

**Tabla 3**

*Resultados de cálculo de precipitaciones máximas o extremas (mm).*

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN	TIEMPO DE RETORNO			PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV - KOLMOGOROV		
	10	20	50	$\Delta$ DE DATOS	$\Delta$ S-K	CONSISTENCIA DE DATOS
NORMAL	67.69	73.48	79.99	0.1374	0.2968	OK!
NUSH	119.04	112.28	103.52	0.12	0.2968	OK!
<b>GUMBEL</b>	<b>194.66</b>	<b>214.99</b>	<b>241.88</b>	<b>0.1199</b>	<b>0.2968</b>	<b>OK!</b>
LEVEDIEV	168.16	206.78	235.04	0.1039	0.2968	OK!

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.3. Periodo de retorno.

Es el tiempo en años “T años”, en el cual el máximo caudal es igualado o superado y se calcula considerando la relación entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil del proyecto y el riesgo de falla admisible.

Es riesgo de falla se determina en función del periodo de retorno y vida útil de la obra, mediante la expresión:

$$R = 1 - (1 - 1 / T)^n$$

**Tabla 4**

*Valores de periodo de retorno “T años”.*

RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
R										
0.01	100	199	299	498	995	1	2	4	9	19
						990	488	975	950	900

0.02	50	99	149	248	495	990	1 238	2 475	4 950	9 900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1 950	3 900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1 899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Fuente. Manual de carreteras; Manual de hidrología e hidráulica y drenaje.

El Manual de carreteras; Manual de hidrología e hidráulica y drenaje, recomienda utilizar como máximo los siguientes valores:

**Tabla 5**

*Valores de periodo de retorno "T años".*

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de canales	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Sub drenes	40
Defensas ribereñas	25

Fuente: Manual de carreteras; Manual de hidrología e hidráulica y drenaje.

En el presente proyecto se han determinado los valores de una vida útil  $n = 20$  años y un riesgo admisible de 30% por encontrarse pasos de agua menores en el recorrido de la carretera.

#### 5.4. Tiempo de concentración (Tc).

Es el tiempo transcurrido desde la caída de una gota de agua en el punto más alejado de una cuenca hasta que llega a la estación de aforo. Este tiempo de concentración depende de las características geográficas y topográficas de la cuenca como: su pendiente, área, tipo de cobertura vegetal, longitud de cauce mayor.

Se debe considerar como mínimo 10 minutos de tiempo de concentración, utilizando para su cálculo las expresiones:

- Para alcantarillas de paso y alivio: formula de KIRPICH.
- Para cunetas: formula de HATHAWAY.

##### a) Formula de Kirpich (1940).

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

Donde:

Tc = Tiempo de concentración, en minutos.

L = Longitud del recorrido, en metros.

H = Diferencia de elevación entre puntos extremos del cauce principal, en metros.

##### b) Formula de Hathaway.

$$T_c = \frac{0.606 (LN)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración, en horas.

L = Longitud del recorrido, en km.

N = factor adimensional por cobertura.

S = Pendiente, en m/m.

**Tabla 6**

*Valores de "N" adimensional para distintas superficies.*

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

Fuente: Libro Engineering Hydrologi Principies and Practices.

Autor: Víctor Miguel Ponce.

### **5.5. Precipitación e intensidad de lluvia.**

Las expresiones usadas para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas son:

#### **a) Formula de Hathaway.**

$$I = \frac{P^T t (60)}{T_c}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia. (mm/h)

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

$T_c$  = Tiempo de concentración.

#### **b) Modelo del US SOIL CONSERVATION.**

$$I = \frac{0.451733 \times P_{max}}{T_c^{0.4998}}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia. (mm/h)

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

$T_c$  = Tiempo de concentración, en horas.

### 5.6. Coeficiente de escorrentía “C”.

Es la fracción de la precipitación total, que llega al cauce principal y que depende de los factores topográfico, edáficos y tipo de cobertura de la cuenca.

**Tabla 7**

*Coeficientes de escorrentía para uso en el método racional.*

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DE TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50 %	> 20 %	> 5 %	> 1 %	< 1 %
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de carreteras: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

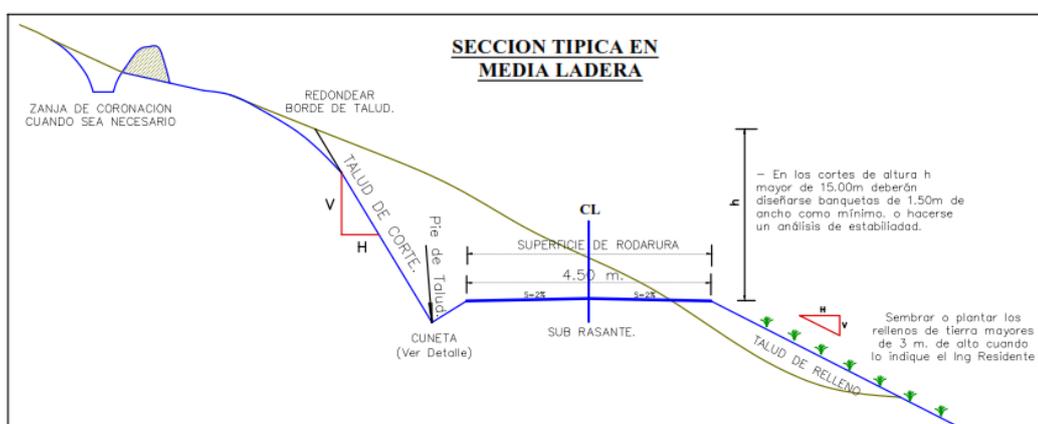
## 6. OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS.

### 6.1. CUNETAS.

Se construirán cunetas en todos los sectores de la vía considerados como inundables, diseñando la sección típica de acuerdo a las condiciones de caudal y pendiente previsible, así como a la disponibilidad de espacio en la sección transversal de la vía.

**Figura 3**

*Sección típica de cuneta triangular.*



.Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

*Valores referenciales para taludes en corte.*

CLASIFICACION DE MATERIALES DE CORTE	ROCA FIJA	ROCA SUELTA	MATERIAL		
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	Z1 < 5m	1:10	1:6 1:4	1:1 1:3	1:1 2:1
	5 < Z1 < 10 m	1:10	1:4 1:2	1:1	*
	Z1 > 10 m	1:8	1:2	*	*

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Fuente: Tabla 304.10: Manual de diseño geométrico DG-2018.

**Tabla 9***Valores referenciales en zonas de relleno.*

MATERIALES	TALUD ( V:H)		
	Z1 < 5	5 < Z1 < 10	Z1 > 10
Gravas, limo			
arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: Tabla 304.11: Manual de diseño geométrico DG-2018.

Para el diseño hidráulico de las cunetas se utilizará el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

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

Donde:

- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s).
- V = Velocidad media de flujo (m/s).
- A = Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>).
- P = Perímetro mojado (m).
- R = Radio hidráulico (m).
- S = Pendiente de fondo (m/m).
- n = Coeficiente de Manning.

**Tabla 10***Coefficiente de rugosidad de Manning.*

TIPO DE CUNETETA	COEFICIENTE "n"
Cuenta de concreto con buen acabado	0.012
Pavimento asfáltico:	
✓ Textura lisa	0.013
✓ Textura áspera	0.006
Cuneta de concreto con pavimento asfáltico:	0.013
✓ Textura lisa	0.015
✓ Textura áspera	
Pavimento de concreto	
✓ Acabado con plancha	0.014
✓ Acabado fino	0.016
✓ Acabado áspero	0.020

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018.

**a) Caudal de aporte (Q).**

Es el caudal calculado en el área de aporte longitudinal de una cuneta, se calcula con la expresión:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

Donde:

- Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.
- C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca.
- A = Área aportante en km<sup>2</sup>.
- I = Intensidad de la lluvia de diseño en mm/h.

**Tabla 11***Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica.*

REGION	PROFUNDIDAD (d)	ANCHO (a)
Seca (< 400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (de 400 a 1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (de 1600 a 3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (> 3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018.

## 7. CONCLUSIONES

- e) Los primeros meses del año son los que presentan los mayores índices de precipitaciones con 604.7 mm/h en el mes de marzo del 2015.
- f) El período de retorno es de 60 años.
- g) Las obras de arte proyectadas para el discurrir de las aguas pluviales son las cunetas con pendientes hacia los pasos de agua naturales.

## 8. RECOMENDACIONES

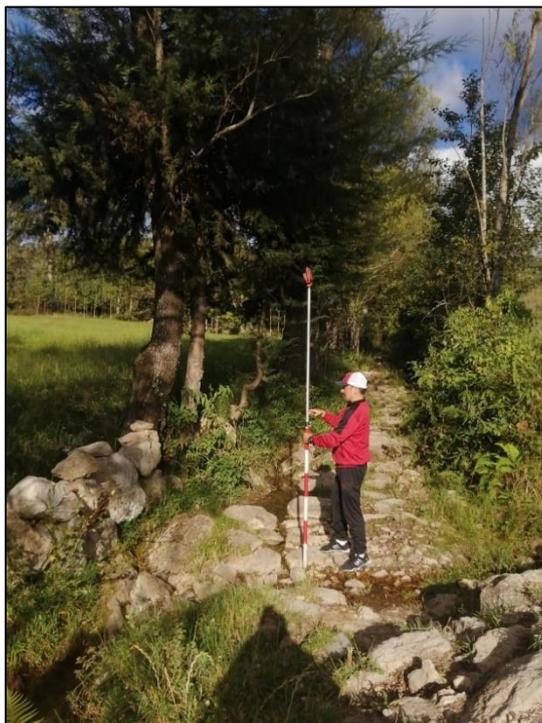
- d) Se deben iniciar los trabajos de construcción de la carretera entre los meses de mayo a diciembre, ya que presentan los menores índices de precipitaciones.
- e) Se debe diseñar las estructuras de drenaje pluvial con un período de retorno de 60 años.
- f) Se debe respetar el número de estructuras consideradas para la evacuación de aguas pluviales, a fin de garantizar el funcionamiento de la carretera.

## 9. ANEXOS

### 9.1. Panel fotográfico

**Figura 1**

*Ríos y quebradas existentes en la zona de investigación.*



Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO: MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE PUENTE

## 1.- DISEÑO DE LA LOSA (As perpendicular al trafico)

### A.- Pre-dimensionamiento de losa

Ancho de la viga

$$b = 0.0157\sqrt{S} L$$

$$b = 0.244234682 \text{ m}$$

Adoptamos:  $b = 0.30 \text{ m}$

Espesor de losa

- En tableros de concreto apoyados en elementos longitudinales:  
 $t_{\min} = 0.175 \text{ m}$  (Art. 9.7.1.1)

$$t_{\min} = 0.175 \text{ m}$$

- En voladizos de concreto que soportan barreras de concreto, el espesor mínimo de losa es:

$$t_{\min} = 0.20 \text{ m}$$
 (Art. 13.7.3.1.2)

$$t_{\min} = 0.20 \text{ m}$$

Adoptamos:

$$b = 0.20 \text{ m}$$

### B) Criterios LRFD aplicables (Tabla 3.4.1-1)

Resistencia I:  $U = n[(1.25 \text{ ó } 0.9)DC + (1.50 \text{ ó } 0.65)DW + 1.75(LL+IM)]$

Servicio I:  $U = n[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL+IM)]$

Conforme al Art. 9.5.3, no es necesario investigar el estado de fatiga en tableros de concreto en vigas múltiples.

### C) Momentos de flexión por cargas

#### C.1) Momento Negativo de Diseño

Sabiendo que la carga que determina el diseño es la carga viva (LL+IM), antes que las cargas DC y DW significativamente menores, calcularemos el momento negativo en el apoyo interior B para franjas de losa de 1 m. El cálculo del momento negativo en los apoyos externos se realizará posteriormente al calcular el volado.

#### 1. Carga Muerta (DC):

Peso propio de losa:

$$W_{\text{losa}} = 0.20 \times 1 \times 2400 = 480 \text{ Kg/m}$$

El Art. 4.6.2.1.6 especifica que para momento negativo en construcciones monolíticas de concreto se puede tomar la sección de diseño en la cara del apoyo. Tomamos entonces con respecto al apoyo B, los siguientes resultados del diagrama de momentos:

M <sub>DC1</sub>	=	-0.09	T-m	(en el eje B)
M <sub>DC1,izq</sub>	=	-0.07	T-m	(cara izq. de B)
M <sub>DC1,der</sub>	=	-0.04	T-m	(cara der. de B)

Peso de barreras:

$$P_{\text{barrera}} = 0.07 \times 1 \times 2400 = 168 \text{ Kg}$$

Tomamos del diagrama de momentos:

M <sub>DC2</sub>	=	0.04	T-m	(en el eje B)
M <sub>DC2,izq</sub>	=	0.02	T-m	(cara izq. de B)
M <sub>DC2,der</sub>	=	0.04	T-m	(cara der. de B)

**2. Carga por superficie de rodadura (DW):**

Asfalto:

$$W_{asf} = 0.05 \times 1 \times 2250 = 112.5 \text{ Kg}$$

Tomamos del diagrama de momentos:

$M_{DW} =$	-0.04	T-m	(en el eje B)
$M_{DW,izq} =$	-0.03	T-m	(cara izq. de B)
$M_{DW,der} =$	-0.03	T-m	(cara der. de B)

**3. Carga Viva y efecto de Carga Dinámica (LL+IM):**

METODO : USO DE TABLA A4-I (AASHTO LRFD)

M(-)LL+IM DE LINEA DE INFLUENCIA		
$M(-)LL+IM, izq$	$M(-)LL+IM, eje B$	$M(-)LL+IM, der$
-1.8	-2.47	-1.8

RESUMEN DE MOMENTOS NEGATIVOS POR CARGAS EN B					
CARGA	TIPO	$M(-) izq \text{ T-m}$	$M(-) eje \text{ T-m}$	$M(-) der \text{ T-m}$	$\gamma \text{ RESIST.}$
LOSA	DC1	-0.07	-0.09	-0.04	1.25
BARRERA	DC2	0.02	0.04	0.04	0.9
ASFALTO	DW	-0.03	-0.04	-0.03	1.5
C. VIVA	LL+IM	-1.80	-2.47	-1.80	1.75

Para el Diseño por Estado Límite de Resistencia I, con  $n = n_{DnRnI} = 1$ :

En el eje B:

$M_u =$	-4.46	T-m
En cara de viga izquierda:	-3.26	T-m
En cara de viga derecha:	-3.21	T-m

El acero negativo será diseñado con este último valor de momento que es el mayor de las dos caras de viga.

$M_u =$	-3.26	T-m
---------	-------	-----

**C.2) Momento Positivo de Diseño**

**1. Carga Muerta (DC):**

Del diagrama de momentos en losa por peso propio, en la sección F ( $x = 0.4L$ ):

$M_{DC1} =$	-0.17	T-m
-------------	-------	-----

Igualmente para las barreras:

$M_{DC2} =$	-0.13	T-m
-------------	-------	-----

En la mayoración de cargas para el estado límite de Resistencia I, a este último valor por ser negativo lo multiplicaremos por  $\gamma = 0.9$ , para obtener en la combinación de cargas el máximo momento positivo.

$M_{DC2} =$	-0.153	T-m
-------------	--------	-----

**2. Carga por superficie de rodadura (DW):**

Del diagrama de momentos en losa por carga de asfalto, en la sección F ( $x = 0.4L$ ):

$M_{DW} =$	0.03	T-m
------------	------	-----

### 3. Carga Viva y efecto de Carga Dinámica (LL+IM):

METODO : USO DE TABLA A4-I (AASHTO LRFD)

$$M_{(+)\text{LL+IM}} = 2.322 \text{ T-m DE LINEA DE INFLUENCIA}$$

RESUMEN DE MOMENTOS POSITIVOS POR CARGAS A 0.4L				
CARGA	TIPO	$M_{(+)\text{T-m}}$		$\gamma$ RESIST.
LOSA	DC1	-0.170		1.25
BARRERA	DC2	-0.130		0.9
ASFALTO	DW	0.030		1.5
C. VIVA	LL+IM	2.322		1.75

Para el Diseño por Estado Límite de Resistencia I, con  $n = \eta_D \eta_E \eta_I = 1$ :

$$M_u = 3.779 \text{ T-m}$$

#### D) Cálculo del Acero

##### D.1) Acero Negativo (perpendicular al tráfico)

$M_u =$	3.26	T-m
$A_s \Phi =$	1/2	Pulg.
$r =$	5	cm

$z =$	5.64	cm
$d_e =$	14.36	cm

$A(-) =$	6.25	cm <sup>2</sup>
$a =$	1.10	cm

ITERACION	
a	$A_s$
2.872	6.682
1.179	6.272
1.107	6.255
1.104	6.254
1.104	6.254
1.104	6.254
1.104	6.254

la separación será:  $s = \frac{1.29}{6.25} = 0.21 \text{ m}$

USAR 1  $\Phi$  1/2 @ 0.2 m

As máximo

Una sección no sobre reforzada cumple con:  $c/d_e \leq 0.42$

Como:  $c = a/\beta_1 = 1.299$

$$c/d_e = 0.09043 \leq 0.42 \quad \text{OK}$$

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $1.2M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

a)  $1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$

$$f_r = 2.01\sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 33.63373307 \text{ Kg/cm}^2 \quad S = bh^2/6 = 6666.67 \text{ cm}^3$$

$$1.2M_{cr} = 2.691 \text{ T-m}$$

b)  $1.33 M_u = 4.342 \text{ T-m}$

El menor valor es  $\frac{2.691 \text{ T-m}}{3.26} > 2.691 \quad \text{OK}$

**D.2) Acero Positivo (perpendicular al tráfico)**

M <sub>u</sub> =	3.78	T-m
As Φ =	1/2	Pulg.
r =	2.5	cm

z =	3.14	cm
d <sub>e</sub> =	16.86	cm

A (+) =	6.13	cm <sup>2</sup>
a =	1.08	cm

ITERACION	
a	As
3.37	6.59
1.16	6.14
1.08	6.13
1.08	6.13
1.08	6.13
1.08	6.13
1.08	6.13
1.08	6.13

la separación será:  $s = \frac{1.29}{6.13} = 0.21 \text{ m}$

USAR	1	Φ	1/2	@	0.21	m
------	---	---	-----	---	------	---

As máximo

Una sección no sobre reforzada cumple con:  $c/d_e \leq 0.42$

Como:  $c = a/\beta_1 = 1.272$

$c/d_e = 0.075 \leq 0.42$  OK

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $1.2M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

a)  $1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$

$f_r = 2.01\sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 33.634 \text{ Kg/cm}^2$      $S = bh^2/6 = 6666.67 \text{ cm}^3$

$1.2M_{cr} = 2.691 \text{ T-m}$

b)  $1.33 M_u = 5.026 \text{ T-m}$

El menor valor es  $\frac{3.78}{2.691} > 1$  OK

**D.3) As de temperatura**

$A_{s\text{temp}} = 0.0018 A_g$  [MKS, con  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ]

$A_{s\text{temp}} = 3.60 \text{ cm}^2$

En dos capas se colocará:  $\frac{3.60}{2.00} = 1.8 \text{ cm}^2/\text{capa}$

Utilizando varillas Ø 3/8, la separación será:  $s = \frac{0.71}{1.80} = 0.400$

$s_{\text{máx}} = 3t = 0.6 \text{ m}$      $s_{\text{máx}} = 0.45 \text{ m}$

USAR	1	Φ	3/8	@	0.400	m
------	---	---	-----	---	-------	---

Nota.- El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.

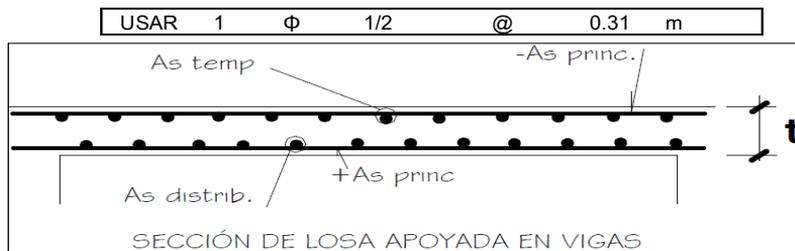
#### D.4) As de distribución

En la parte inferior de las losas se coloca armadura en la dirección secundaria en un porcentaje del acero positivo igual a:

$$\% = \frac{3840}{\sqrt{5}} \leq 67\% \quad (\text{Art. 9.7.3.2})$$

S = distancia entre cara de vigas =

$\% = 93.1337 > 67$  tomamos:  $67\%$   
 $A_{s \text{ repart}} = 4.10444 \text{ cm}^2$   
 Utilizando varillas  $\emptyset$   , la separación será:  $s = \frac{1.29}{4.10} = 0.314$



#### E) Revisión de fisuración por distribución de armadura (Art. 5.7.3.4)

##### E.1) Acero negativo

Esfuerzo máximo del acero:

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y \quad (5.7.3.4-1)$$

r	=	<input type="text" value="5"/>	cm
dc	=	<input type="text" value="5.64"/>	cm
b	=	<input type="text" value="21"/>	cm

$n_v = \text{número de varillas} = \text{input type="text" value="1.00"}$

$$A = \frac{(2d_c)b}{n_v} = \text{input type="text" value="231.8"} \text{ cm}^2$$

$Z = \text{input type="text" value="30000"} \text{ N/mm} = 30591 \text{ Kg/cm}$

Luego:

$$f_{sa} = 2799.068325 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{sa} \leq 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$f_{sa} = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

Para el Diseño por Estado Límite de Servicio I, con  $n = n_p n_e n_i = 1$ :

$$M_s = n(l \cdot OM_{DC} + l \cdot OM_{DW} + l \cdot OM_{LL+IM}) \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$M_s = 1.860 \text{ T-m/m}$  para un metro de franja.

Luego:

$M_s = 1.860 \times 0.21 = 0.38268 \text{ T-m}$

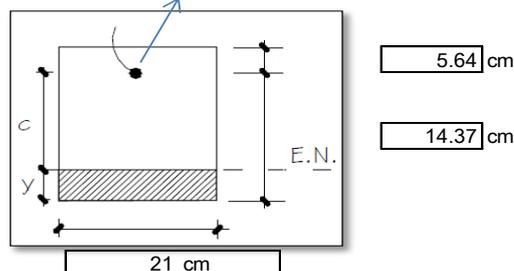
$E_s = \text{input type="text" value="200000"} \text{ MPa} = 2039400 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c = 15,344 \sqrt{f'_c} = 256754.2 \text{ Kg/cm}^2$

$n = \frac{E_s}{E_c} = 8$

Área de acero transformada:  
 $A_{st} = \text{relación modular} \times \text{área de acero}$

$A_{st} = 10.319 \text{ cm}^2$



Momentos respecto del eje neutro para determinar y:

$$10.3 \quad Y^2 \quad + \quad 10.3 \quad Y \quad + \quad -148.2 \quad = \quad 0.0$$

$$Y = 3.33 \text{ cm}$$

$$c = 11.04 \text{ cm}$$

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$$I = A_{st} c^2 + \frac{by^3}{3}$$

$$I = 1509.737 \text{ cm}^4$$

Luego:

Se debe cumplir:

$$f_s < f_{sa}$$

$$f_s = \frac{M_s c}{I} n = 2238.192381 \text{ Kg/cm}^2$$

$$2238.19 < 2520 \quad \text{OK}$$

**E.2) Acero positivo:**

Esfuerzo máximo del acero:

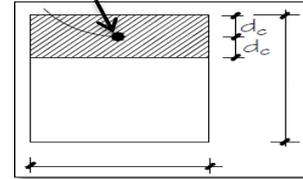
$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y \quad (5.7.3.4-1)$$

r	=	2.5	cm
dc	=	3.14	cm
b	=	21	cm

$n_v =$  número de varillas = 1.00

$$A = \frac{(2d_c)b}{n_v} = 131.7 \text{ cm}^2$$

$$1 \quad \emptyset \quad 1/2 \quad @ \quad 0.21$$



0 m

$$Z = 30000 \text{ N/mm} = 30591 \text{ Kg/cm}$$

Luego:

$$f_{sa} = 4108.694262 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{sa} \leq 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$f_{sa} = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

Para el Diseño por Estado Límite de Servicio I, con  $n = n_D n_E n_I = 1$ :

$$M_s = n(I \cdot OM_{DC} + I \cdot OM_{DW} + I \cdot OM_{LL+IM}) \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_s = 2.052 \text{ T-m/m} \quad \text{para un metro de franja.}$$

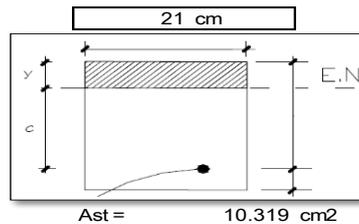
Luego:

$$M_s = 2.052 \times 0.21 = 0.43103 \text{ T-m}$$

$$E_s = 200000 \text{ MPa} = 2039400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 15,344 \sqrt{f'_c} = 256754.2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 8$$



$$16.87 \text{ cm}$$

$$3.14 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 10.319 \text{ cm}^2$$

Área de acero transformada:  
 $A_{st} =$  relación modular x área de acero

Momentos respecto del eje neutro para determinar y:

$$10.5 \quad Y^2 \quad + \quad 10.3 \quad Y \quad + \quad -174.0 \quad = \quad 0.0$$

$$Y = 3.61 \text{ cm}$$

$$c = 13.26 \text{ cm}$$

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$$I = A_{st} c^2 + \frac{by^3}{3}$$

$$I = 2142.317 \text{ cm}^4$$

Luego:

Se debe cumplir:

$$f_s < f_{sa}$$

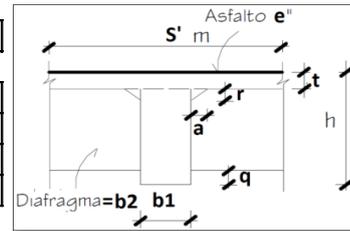
$$f_s = \frac{M_s c}{I} n = 2133.694517 \text{ Kg/cm}^2$$

$$2133.69 < 2520 \quad \text{OK}$$

## 2.- DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL INTERIOR

### A) Pre-dimensionamiento

DATOS					
a	0.000	m	t	0.200	m
r	0.000	m	S'	2.000	m
q	0.200	m	b1	0.300	m
b2	0.200	m	e"	2.000	pulg



$$h_{\min} = 0.070L \quad (\text{Tabla 2.5.2.6.3-1})$$

$$h = 0.80 \quad \text{m}$$

### B) Momentos de flexión por cargas (viga interior)

Considerando vigas diafragmas en apoyos y en el centro de luz, tenemos:

Carga muerta (DC):

Cargas distribuidas

$W_{\text{losa}}$	=	0.200	x	2.000	x	2400	=	960	Kg/m		
$W_{\text{viga}}$	=	0.600	x	0.300	x	2400	=	432	Kg/m		
$W_{\text{cartelas}}$	=	0	x	2400			=	0	Kg/m		
								$w_{DC}$	=	1392	Kg/m

$$M_{DC1} = \frac{w_{DC}L^2}{8}$$

$$M_{DC1} = 21.054 \text{ T-m}$$

Cargas puntuales

Colocando tres diafragmas a lo largo de toda la viga, dos en apoyos y uno en el centro de luz, se tiene:

$$P_{\text{diat}} = 326.400 \text{ Kg}$$

$$M_{DC2} = 0.8976 \text{ T-m}$$

$$M_{DC2} = \frac{P_{\text{diat}}L}{4}$$

$$\text{Luego } M_{DC} = M_{DC1} + M_{DC2}$$

$$M_{DC} = 21.9516 \text{ T-m}$$

Carga por superficie de rodadura (DW):

$$w_{\text{asf } 2^{\circ}} = 0.05 \times 2.000 \times 2250 = 225 \text{ Kg/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{DW}L^2}{8}$$

$$M_{DW} = 3.40313 \text{ T-m}$$

Carga viva y efecto de carga dinámica (LL+IM):

El % de momento  $g$  que se distribuye a una viga interior es:

Caso de un carril cargado:

$$g = 0.06 + \left(\frac{S}{4300}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{Lt_s^3}\right)^{0.1} \quad (\text{Tabla 4.6.2.2.2b-1})$$

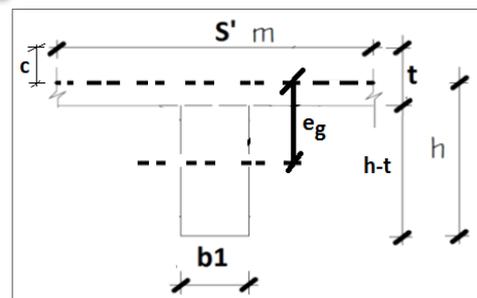
$$n = \frac{E_{\text{viga}}}{E_{\text{losa}}} = 1.0$$

$$\begin{aligned} I_{\text{viga}} &= 540000 \quad \text{cm}^4 \\ A_{\text{viga}} &= 1800 \quad \text{cm}^2 \\ e_g &= 40 \quad \text{cm} \end{aligned}$$

$$K_g = n (I_{\text{viga}} + A_{\text{viga}} e_g^2)$$

$$K_g = 3420000 \quad \text{cm}^4$$

$$\text{Cálculo de } \left(\frac{K_g}{Lt_s^3}\right)^{0.1} : 0.90982$$



$$g = 0.462$$

**Caso de dos carriles cargados:**

$$g = 0.075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_a}{L^{1.3}}\right)^{0.1} \quad (\text{Tabla 4.6.2.2b-1})$$

$$g = 0.59268 \quad \text{CRITICO} = 0.593$$

$$M_{(+)\text{LL+HM}} = 58.620 \text{ T-m} \quad \text{DE LINEA DE INFLUENCIA} \quad \text{APÉNDICE II-B,}$$

Considerando el factor de distribución:

$$M_{(+)\text{LL+HM}} = 34.743 \text{ T-m}$$

**C) Resumen de momentos flectores y criterios LRFD aplicables (Tabla 3.4.1-1)**

CARGA	M(+)-T-m	γ		
		RESISTENCIA	SERVICIO I	FATIGA
DC	21.9516	1.25	1	0
DW	3.403125	1.5	1	0
LL+HM	34.743	1.75	1	0.75

**D) Cálculo del Acero Principal (Diseño como viga T, ver APÉNDICE III-A)**

Para el Estado Límite de Resistencia I, con  $n = n_D n_R n_1 = 1$ :

$$M_u = n[1.25 M_{DC} + 1.50 M_{DW} + 1.75 M_{(LL+HM)}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_u = 93.34422 \text{ T-m}$$

Según el procedimiento de diseño para vigas T señalado en el Apéndice III-B, se tiene:

Ancho efectivo de viga T (Art. 4.6.2.6), el menor valor de:

$$\begin{cases} \sqrt{L/4} = 2.750 \text{ m} \\ \sqrt{12t_f + t_w} = 2.700 \text{ m} \\ \sqrt{S} = 2.000 \text{ m} \end{cases} \quad \text{Luego } b = 2.000 \text{ m}$$

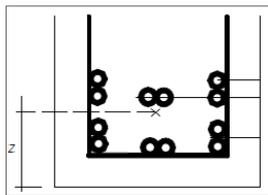
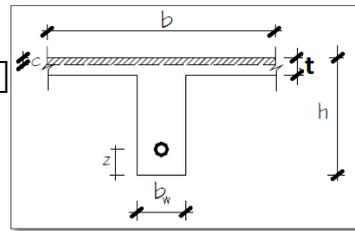
$$\text{Suponiendo } c = t = 0.200 \text{ m}$$

$$0.85 \quad \beta_1 = 0.85 \quad a = \beta_1 c = 17 \text{ cm}$$

Utilizando

$M_u =$	93.34422	T-m
$A_s \phi =$	1	pulg
$\phi$ estribo =	1/2	pulg
recubr. =	2	pulg
Z =	12.910	cm

(Tabla 5.12.3-1)



z = centroide

$$d = 67.09 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = 42.1475 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = 0.00314$$

$$c = 1.18 \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c} = 4.39 < 20 \text{ cm}$$

Se diseñará como viga rectangular

ITERACION	
a	As
13.418	40.897
3.609	37.825
3.337	37.747
3.331	37.745
3.330	37.744
3.330	37.744
3.330	37.744
3.330	37.744

As máximo

Una sección no sobre reforzada cumple con:  $c/d_e \leq 0.42$

$$\text{Como: } c = a/\beta_1 = 3.918$$

$$c/d_e = 0.0584 \leq 0.42 \quad \text{OK}$$

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $1.2M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

a)  $1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$

$f_r = 2.01\sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 33.6337 \text{ Kg/cm}^2$      $S = bh^2/6 = 213333 \text{ cm}^3$

$1.2M_{cr} = 86.102 \text{ T-m}$

b)  $1.33 M_u = 124.148 \text{ T-m}$

El menor valor es  $86.102 \text{ T-m}$   
 $93.34 > 86.102$

OK

**Armadura de contracción y temperatura en caras laterales**

En el alma de la viga T:

$A_{stemp} = 0.0018 A_g$  [MKS, con  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ]

$A_{stemp} = 3.24 \text{ cm}^2$     # Caras 2

$A_{stemp} = 1.62 \text{ cm}^2$     APROXIMADO: 2  $\text{cm}^2$

Usaremos por cara: 1  $\phi$  3/8

equivale 0.712557  $\text{cm}^2$     APROXIMADO: 1  $\text{cm}^2$

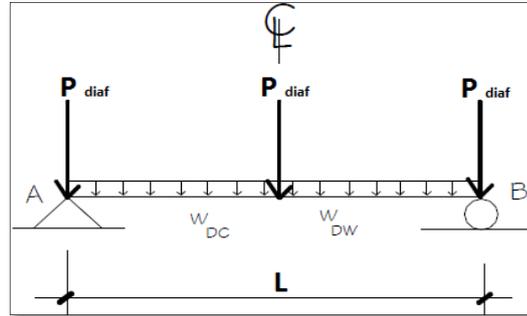
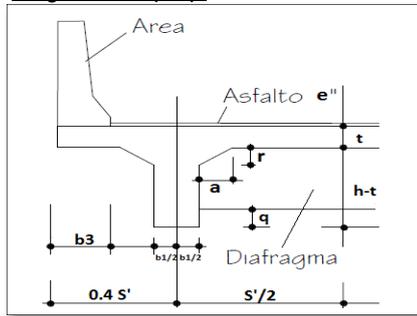
con la consideración:  $s_{m\acute{a}x} = 3t$  60  $\text{cm}$   
 $s_{m\acute{a}x} = 45 \text{ cm}$  45  $\text{cm}$

S = 30 OK

### 3.- DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL EXTERIOR

#### A) Momentos de flexión por cargas

##### Carga muerta (DC):



##### DATOS

a	0.000	m
r	0.000	m
q	0.200	m
b2	0.200	m

t	0.200	m
S'	2.000	m
b1	0.300	m
e''	2.000	pulg
L	11.000	m

h	0.800	m
AREA	0.070	m <sup>2</sup>
b3	0.100	m
0.4 S'	1.550	m

##### Cargas distribuidas

$W_{losa}$	=	0.200	x	2.550	x	2400	=	1224	Kg/m
$W_{viga}$	=	0.600	x	0.300	x	2400	=	432	Kg/m
$W_{cartelas}$	=	0	x	2400	=	0	Kg/m		
$W_{barrera}$	=	0.070	x	2400	=	168	Kg/m		
$W_{DC}$	=				=	1824	Kg/m		

*\*Nota.- Según el Art. 4.6.2.2.1, las cargas permanentes del tablero como es el caso del peso de las barreras, se pueden distribuir uniformemente entre todas las vigas; sin embargo en este caso asumiremos que las barreras son soportadas íntegramente por las vigas exteriores.*

$$M_{DC1} = \frac{w_{DC} L^2}{8}$$

$$M_{DC1} = 27.588 \text{ T-m}$$

##### Cargas puntuales

Considerando vigas diafragmas en apoyos y en el centro de luz, tenemos:

$$P_{diaf} = 0.400 \times 0.85 \times 0.200 \times 2400 = 163.2 \text{ Kg}$$

$$M_{DC2} = \frac{P_{diaf} L}{4}$$

$$M_{DC2} = 0.4488 \text{ T-m}$$

$$\text{Luego } M_{DC} = M_{DC1} + M_{DC2} \quad M_{DC} = 28.0368 \text{ T-m}$$

##### Carga por superficie de rodadura (DW):

$$w_{asf 2^{\circ}} = 0.05 \times 2.45 \times 2250 = 275.625 \text{ Kg/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{DW} L^2}{8}$$

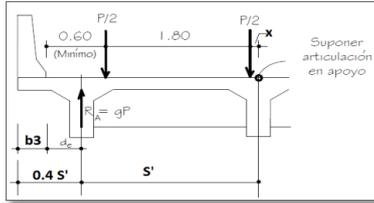
$$M_{DW} = 4.168828 \text{ T-m}$$

##### Carga viva (LL):

$$M_{LL+IM} = 58.62 \text{ T-m}$$

El % de momento g que se distribuye a una viga exterior es:

a) Tabla 4.6.2.2d-1: Ley de Momentos (regla de la palanca), caso un carril de diseño cargado



$$X = -0.10 \text{ m}$$

$$R_A = 0.400 \text{ P}$$

Luego  $g = 0.400$ , factor a ser usado en el diseño por Fatiga al no estar afectado por el factor de presencia múltiple.

Para los estados límites de Resistencia y Servicio, incluimos el factor de presencia múltiple  $m = 1.20$

$$g = 0.480$$

b) Tabla 4.6.2.2d-1: Caso dos o más carriles de diseño cargados

$g = e (g_{int})$

Donde:  
 $d_e$  = distancia desde el eje central de la viga exterior a la cara interior de la barrera = 450mm  
 $e = 0.77 + \frac{d_e}{2800}$  (Tabla 4.6.2.2d-1)

$$d_e = 0.45 \text{ m}$$

$$e = 0.93071$$

$$g_{int} = 0.59268 \text{ (ver diseño de viga interior)}$$

$$g = 0.552$$

d) De los casos a), b), y c), seleccionamos para el estado límite de resistencia el factor de distribución de momento,  $g = 0.552$

Entonces:  $M_{LL+IM} = 32.336 \text{ T-m}$

B) Momento de Diseño, Estado Límite de Resistencia I

CARGA	M(+)-T-m	$\gamma$		
		RESISTENCIA 1	SERVICIO 1	FATIGA
DC	28.0368	1.25	1	0
DW	4.16883	1.5	1	0
LL+IM	32.336	1.75	1	0.75

Para el Estado Límite de Resistencia I, con  $n = n_D n_R n_I = 1$ :

$$M_u = n [1.25 M_{DC} + 1.50 M_{DW} + 1.75 M_{(LL+IM)}] \text{ (Tabla 3.4.1-1)}$$

$$M_u = 97.8867 \text{ T-m}$$

Suponiendo  $c = t = 0.200 \text{ m}$

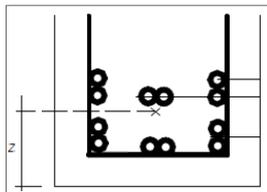
$$\beta_1 = 0.85$$

$$a = \beta_1 c = 17 \text{ cm}$$

Utilizando

$M_u =$	97.8867	T-m
$A_s \Phi =$	1	pulg
$\Phi$ estribo =	1/2	pulg
recubr. =	2	pulg
$Z =$	12.910	cm

(Tabla 5.12.3-1)



$z =$  centroide

$$d = 67.09 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 f_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$A_s = 44.1986 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = 0.00022$$

$$c = 1.18 \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c} =$$

$$0.31 < 20 \text{ cm}$$

ITERACION	
a	As
13.418	42.888
3.784	39.719
3.505	39.634
3.497	39.632
3.497	39.632
3.497	39.632
3.497	39.632
3.497	39.632

Se diseñará como viga rectangular

As máximo

Una sección no sobre reforzada cumple con:  $c/d_e \leq 0.42$

Como:  $c = a/\beta_1$                       4.114

$$c/d_e = 0.06132 \leq 0.42 \quad \text{OK}$$

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $1.2M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

a)  $1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$

$$f_r = 2.01\sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 33.63373 \text{ Kg/cm}^2 \quad S = bh^2/6 = 32000 \text{ cm}^3$$

$$1.2M_{cr} = 12.915 \text{ T-m}$$

b)  $1.33 M_u = 130.189 \text{ T-m}$

El menor valor es  $12.915 \text{ T-m}$   
 $97.89 > 12.915$

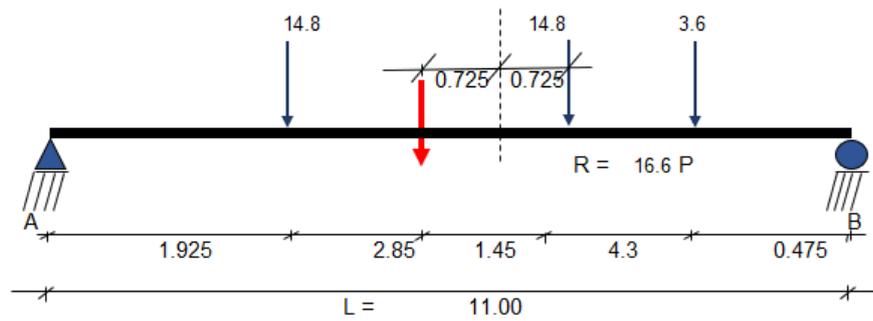
OK

## ANEXOS: MEMORIA DE CÁLCULO – DISEÑO DE PUENTE

### DISEÑO DE TREN DE CARGAS SEGÚN TIPO DE VEHICULO HS20 NORMA AASTHO

#### \* Momento por Sobrecarga Móvil

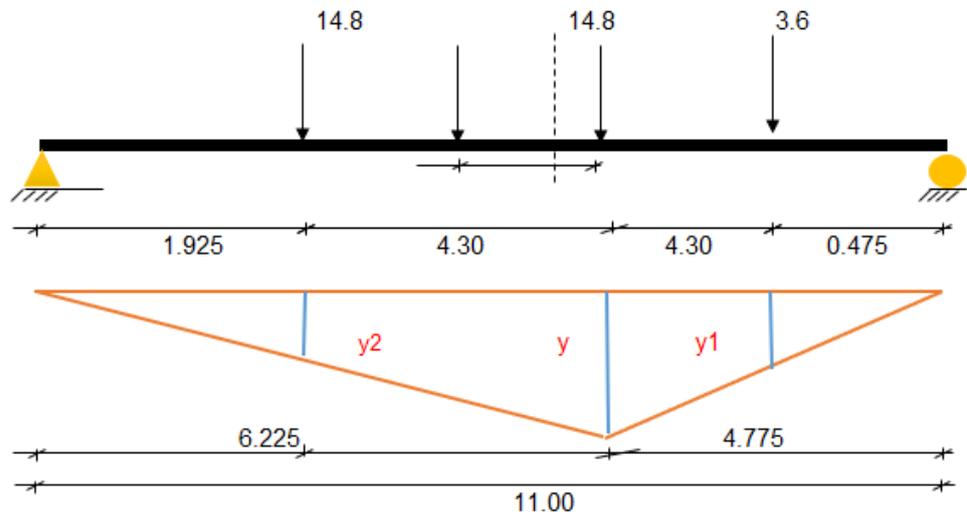
Momento máximo producido por el sistema de cargas en la viga en su posición más desfavorable:



$$\begin{aligned} M &= 94.6 \\ R &= 33.2 \\ x &= 2.85 \end{aligned}$$

Por medio de un simple análisis se determina que la carga P es la más cercana a la resultante del sistema de cargas. Por tanto se determinará la distancia "a" para calcular el momento del sistema de cargas con respecto al apoyo A.

\* **Momento Flector bajo la Carga.**



$y = 2.702$   
 $y1 = 0.269$   
 $y2 = 0.836$   
 $\Rightarrow ML = 53.33 \text{ Tn-m}$

### CARGA DE IMPACTO

$$MI = 17.598 \text{ Tn-m}$$

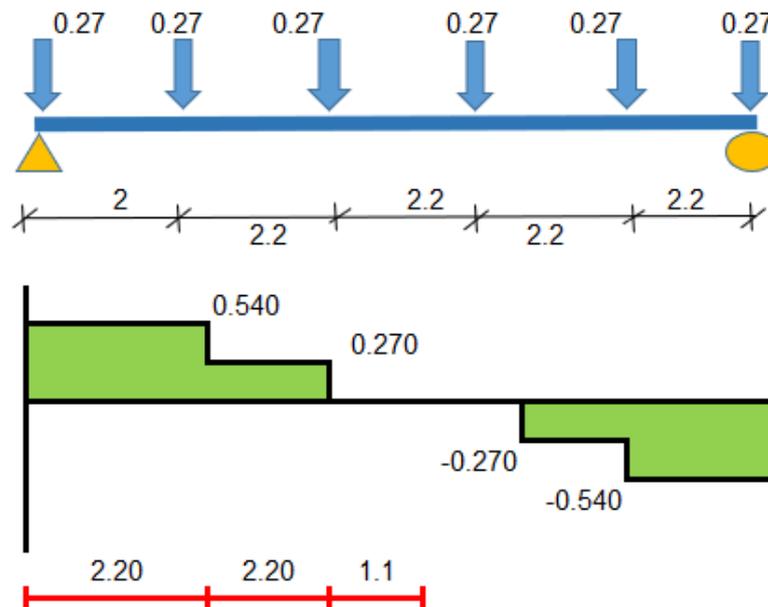
### CARGA DE CARRIL DE DISEÑO

$$MS/C1 = 14.52 \text{ Tn-m}$$

### HALLANDO MOMENTO DE LA VIGA DE ARRIOSTRE

$$W \text{ viga arriostre} = 0.27 \text{ Tn/m}$$

$$\text{SEPARACION ENTRE CARGAS} = 2.2 \text{ m}$$



$$Mo = 1.78 \text{ Tn-m}$$

### OTRA MANERA

$$\text{PESO TOTAL} = 0.15 \text{ Tn/m}$$

$$M_{\text{max}} = 2.2275 \text{ Tn-m}$$

POR LO TANTO

$$Mo = 2.23 \text{ Tn-m}$$

# MOMENTOS DE DISEÑO

## RESUMEN DE MOMENTOS

**CARGA MUERTA** = 19.51 Tn-m  
**CARGA DE RODADURA** = 3.40 Tn-m  
**MS/C** = 53.33 Tn-m  
**MS/C1** = 14.52 Tn-m  
**MI** = 17.60 Tn-m

## FACTOR DE DISTRIBUCION

**g** = ##

## MOMENTOS FINALES

**M(CLL+ CI)** = 65.55 Tn-m

## MOMENTOS PARA DISEÑO ELASTICO

**MU** = 90.70 Tn-m

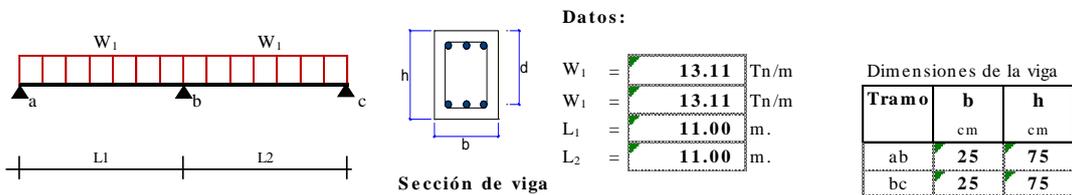
## MOMENTO ULTIMO

**MU** = 144.2 Tn-m

## DATOS PARA LOS DISEÑO

**Fc** = 112  
**Fs** = 1680  
**n** = 7.968

Calcular las Fuerzas Cortantes y Momentos de la viga de sección rectangular adjunta:



### 1. MOMENTO DE INERCIA ( I )

Tramo	b	h	I
	cm	cm	cm <sup>4</sup>
ab	25.00	75.00	878,906
bc	25.00	75.00	878,906

Momento de inercia  $I = bh^3/12$  Vigas de seccion rectangular

### 2. RIGIDEZES RELATIVAS Y MOMENTO DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

Coefficiente de Rigidez Relativa modificada (K)  $K'_{ij} = Fr \cdot K_{ij}$

Momento de empotramiento Perfecto ( $M^{\circ}ij$ )  $M^{\circ}ij = Wij \cdot L^2ij$  Cargas distribuidas

Coefficiente de Rigidez Relativa (K)  $K_{ij} = Iij/Lij$  Elementos con nudos rígidos

Factor de reducción 1  $F = 1.00$  Extremo no articulado

### CUADRO DE RIGIDEZES RELATIVAS Y MOMENTO DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

Tramo	W	L	I	$K_{ij}$	Factor	$K'_{ij}$	$M^{\circ}ij$	$M^{\circ}ji$
	Tn/m	m.	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>		cm <sup>2</sup>	Tn-m	Tn-m
ab	13.11	11.00	878,906	799.0057	<b>0.75</b>	599.2543	-132.195	132.195
bc	13.11	11.00	878,906	799.0057	<b>0.75</b>	599.2543	-132.195	132.195

### 3. FACTORES DE DISTRIBUCION

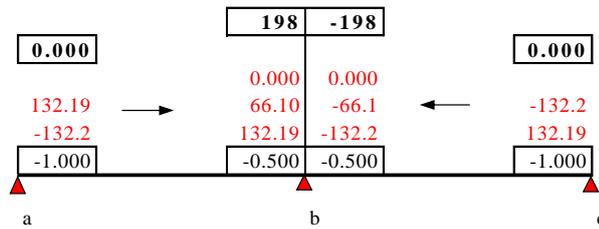
Nudo i	Tramo ij	Kij cm2	$\sum Ki$ cm2	Cij	$\sum Ci$
a	ab	599.25	599.25	-1.000	-1.00
b	ba	599.25	1198.51	-0.500	-1.000
	bc	599.25	1198.51	-0.500	
c	cb	599.25	599.25	-1.000	-1.00

Factor de distribución de un extremo "ij"  $C_{ij} = -K_{ij} / \sum K_i$

Factor de distribución de un nudo  $\sum C_i = -1.000$

Nota :Debe cumplir que la sumatoria de factores de distribución en el nudo es igual a -1.000.

### 4. DIAGRAMA DE ITERACIONES



### 5. FUERZAS CORTANTES

Fuerza cortante del nudo i al nudo j

$$V_{ij} = + V^o_{ij} - (M_{ij} + M_{ji}) / L_{ij}$$

Fuerza cortante del nudo j al nudo i

$$V_{ji} = -V^o_{ji} - (M_{ji} + M_{ij}) / L_{ji}$$

#### FUERZAS CORTANTES EN VIGAS

Tramo	W Tn/m	L m.	$V^o_{ij}$ Tn.	$V^o_{ji}$ Tn.	$M_{ij}$ Tn-m.	$M_{ji}$ Tn-m.	$V_{ij}$ Tn.	$V_{ji}$ Tn.
ab	13.11	11.00	72.106	-72.11	0.000	198	54.1	-90.1
bc	13.11	11.00	72.106	-72.11	-198	0.000	90.1	-54.1

## 6. DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES

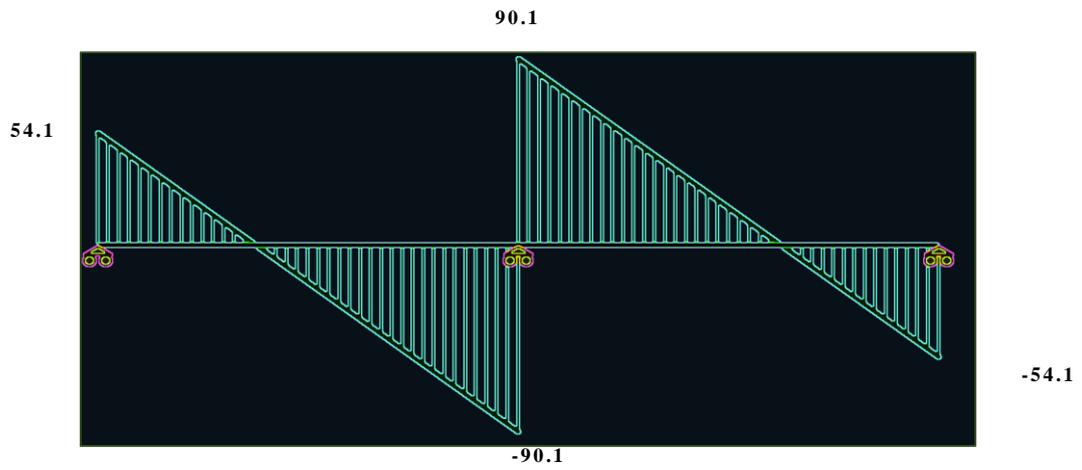


DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE

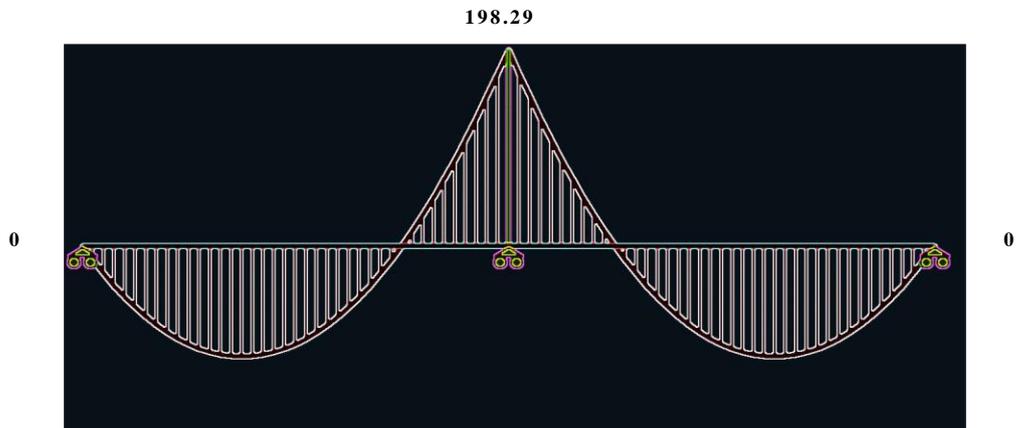


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES

## DISEÑO DE ACERO POR EL METODO ELASTICO

### AREA DE ACERO EN VIGA

$$MU = 90.70 \text{ Tn-m}$$

### VERIFICACION DE VIGA T

$$L/4 = 2.75$$

$$L \times t_{min} + Bw = 2.5$$

$$S = 2$$

$$\text{POR LO TANTO "b"} = 200 \text{ cm}$$

### VERIFICACION DE SECCION

$$As = \frac{Mu}{f_s(d - \frac{t_{min}}{2})}$$

$$As = 89.98 \text{ cm}^2$$

$$Kd = 8.60$$

$$Kdb = 24.28$$

### POR LO TANTO FUNCIONA COMO:

#### VIGA DE SECCION RECTANGULAR

### HALLANDO FACTORES PARA DISEÑO

$$K = 0.35$$

$$j = 0.88$$

### HALLANDO "d necesario"

$$d \text{ necesari} = 51.38 \text{ cm}$$

### POR LO TANTO

#### FALLA POR TRACCION OK

### HALLANDO AREA DE ACERO PARA LA PARTE INFERIOR DE LA VIGA

$$As = 87.2 \text{ cm}^2$$

ASUME UN  
DIAMETRO DE  
ACERO

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE ACERO DE 1 "

NUMERO DE VARILLAS = 18 Varillas

### HALLANDO ACERO PARA LA PARTE SUPERIOR DE LA VIGA

$$\text{ACERO MINIM} = 3.5 \text{ cm}^2$$

ASUME UN  
DIAMETRO DE  
ACERO

ASUMIENDO DIAMETRO DE ACERO DE 3/4 "

NUMERO DE VARILLAS 3 = 2 Varillas

### DISEÑO POR CORTANTE EN VIGAS

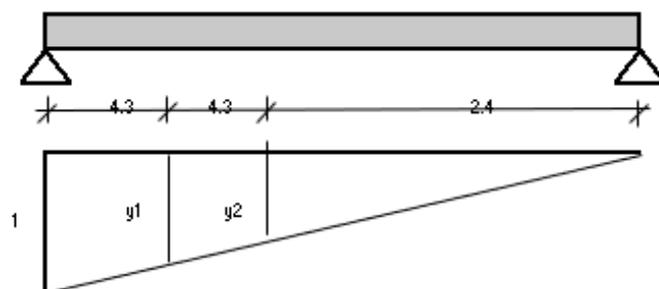
#### CORTANTE POR CARGA MUERTA

$$VDC = 7.1 \text{ Tn}$$

#### CORTANTE POR CARGA DE RODADURA

$$VDW = 1.24 \text{ Tn}$$

### CORTANTE POR SOBRECARGA

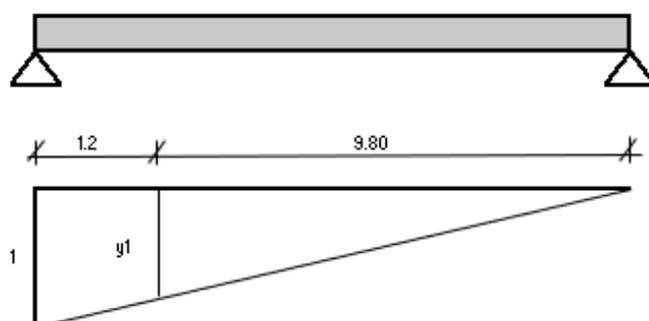


$$y_1 = 0.35$$

$$y_2 = 0.13$$

$$\text{CORTANTE} = 20.5 \text{ Tn}$$

### CORTANTE POR TANDEM



$$y_1 = 0.89$$

$$\text{CORTANTE POR TANDI} = 21.20 \text{ Tn}$$

$$\text{POR LO TANTO VS/C} = 21.20 \text{ Tn}$$

### CORTANTE DE SOBRECARGA VS/C1

$$\text{VS/C1} = 5.3 \text{ Tn}$$

### CORTANTE POR IMPACTO

$$V_I = 7 \text{ Tn}$$

### HALLANDO CORTANTE POR VIGA DE ARRIOSTRE

$$V_{\text{arriostre}} = 1.49 \text{ Tn}$$

### HALLANDO DISTRIBUCION POR VIGA INTERIOR

$$g = 0.721 \quad g = 0.2 + \frac{S}{3.6} - \left(\frac{S}{10.7}\right)^2$$

### CORTANTE DE DISEÑO

$$V_{\text{total}} = 38.8 \text{ Tn}$$

### DISEÑO DE ESTRIVOS EN LA SECCION CRITICA

$$\text{CORTANTE RESISTENTE} = V_r > \phi V_n \quad \text{Siendo } \phi = 0.9$$

$$\text{SIENDO } V_n \text{ EL MENOR DE } \begin{cases} V_n = V_c + V_s + V_p \\ V_n = 0.25 \times f'c \times b \times d + V_p \end{cases}$$

### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE

$$V_c = 15.52 \text{ Tn} \quad V_c = 0.53 \sqrt{f'c} \times b \times d$$

### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE DEL ACERO

Considerando  $\theta = 45^\circ$  y  $\alpha = 90^\circ$

UTILIZANDO ESTRIBOS  $\#2$  ESPACIADOS 25 cm

$$A_v = 2.53 \text{ cm}^2$$

$$V_s = 29.8 \text{ Tn}$$

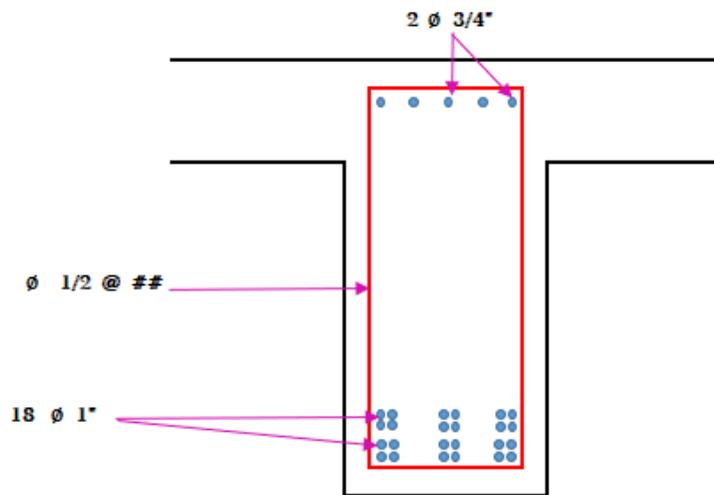
### HALLANDO COMPONENTE NOMINAL

$$\begin{cases} V_n 1 = 45.3 \text{ Tn} \\ V_n 2 = 123 \text{ Tn} \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} V_n \text{ sera el menor de ambos}$$

$$V_n \text{ Final} = 45.3 \text{ Tn}$$

NO FALLA POR CORTANTE OK

POR LO TANTO SE CONTINUA CON EL DISEÑO



## METODO DE RESISTENCIA AL LIMITE

### AREA DE ACERO EN VIGA

$$M_u = 144.2 \text{ Tn-m}$$

### VERIFICACION DE ACERO MINIMO

$$\rho_b = 0.029$$

### VERIFICACION DE CUANTIA MAXIMA

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$a_{max} = 26.45$$

### HALLANDO MOMENTO MAXIMO

$$M_{max} = 643.4 \text{ Tn-m} \quad M = \frac{WxL^2}{10}$$

### POR LO TANTO

FALLA POR TRACCION OK

### AREA DE ACERO

$$A_s = 56.52 \text{ cm}^2 \quad A_s = \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M * 10^5}{0.425x0.9xf'cx d^2xb}} \right) x \frac{0.85xf'cx dxb}{F'y}$$

### HALLANDO ACERO PARA LA PARTE INFERIOR DE LA VIGA

5.07

ASUMIENDO DIAMETRO DE ACERO DE

1"

ASUME UN  
DIAMETRO DE

NUMERO DE VARILLA = 12 Varillas

### HALLANDO ACERO PARA LA PARTE SUPERIOR DE LA VIGA

ACERO MINIMO = 3.5 cm<sup>2</sup>  $A_{s \text{ min}} = 0.002xbxd$

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE ACERO DE

3/4"

ASUME UN  
DIAMETRO DE

NUMERO DE VARILLAS 3/4 = 2 Varillas

2.85

### DISEÑO POR CORTANTE EN VIGAS

CORTANTE POR CARGA MUERTA

$$VDC = 7.1 \text{ Tn}$$

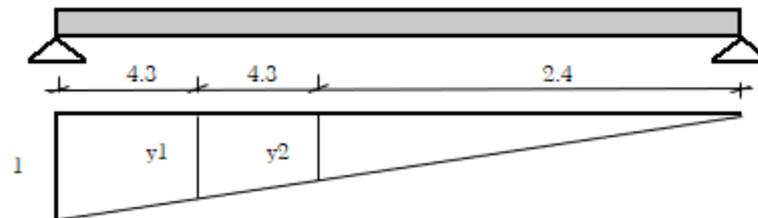
CORTANTE POR CARGA DE RODADURA

$$VDW = 1.24 \text{ Tn}$$

**CORTANTE POR CARGA DE RODADURA**

$$\mathbf{VDW = 1.24 Tn}$$

**CORTANTE POR SOBRECARGA**

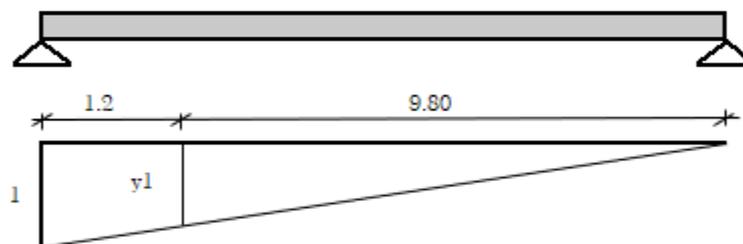


$$y1 = 0.3526$$

$$y2 = 0.1263$$

$$\mathbf{CORTANTE = 20.47 Tn}$$

**CORTANTE POR TANDEM**



$$y1 = 0.8909$$

$$\mathbf{CORTANTE POR TANDEM = 21.20 Tn}$$

$$\mathbf{POR LO TANTO VS/ = 21.20 Tn}$$

**CORTANTE DE SOBRECARGA VS/C1**

$$\mathbf{VS/C1 = 5.3 Tn}$$

**CORTANTE POR IMPACTO**

$$\mathbf{VI = 7 Tn}$$

**HALLANDO CORTANTE POR VIGA DE ARRIOSTRE**

$$\mathbf{V arriostre = 1.49 Tn}$$

### HALLANDO DISTRIBUCION POR VIGA INTERIOR

$$g = 0.721 \quad g = 0.2 + \frac{S}{3.6} - \left(\frac{S}{10.7}\right)^2$$

### CORTANTE DE DISEÑO

$$V(\text{LL+IM}) = 28.94$$

$$V_{\text{total}} = 61.4 \text{ Tn}$$

### DISEÑO DE ESTRIVOS EN LA SECCION CRITICA

$$\text{CORTANTE RESISTENTE} = V_r > \phi V_n \quad \text{Siendo } \phi = 0.9$$

$$\text{SIENDO } V_n \text{ EL MENOR DE } \begin{cases} V_n = V_c + V_s + V_p \\ V_n = 0.25 \times f'_c \times b \times d + V_p \end{cases}$$

### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE

$$V_c = 15.52 \text{ Tn} \quad V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE DEL ACERO

$$\text{Considerando } \theta = 45^\circ \text{ y } \alpha = 90^\circ$$

UTILIZANDO ESTRIBOS  $\phi$   " espaciados a  cm

$$A_v = \#\# \text{ cm}^2$$

$$V_s = 37.2 \text{ Tn}$$

### HALLANDO COMPONENTE NOMINAL

$$\left. \begin{array}{l} V_{n1} = 52.8 \text{ Tn} \\ V_{n2} = 123 \text{ Tn} \end{array} \right\} V_n \text{ sera el menor de ambos}$$

$$V_n \text{ Final es} = 52.76 \text{ Tn}$$

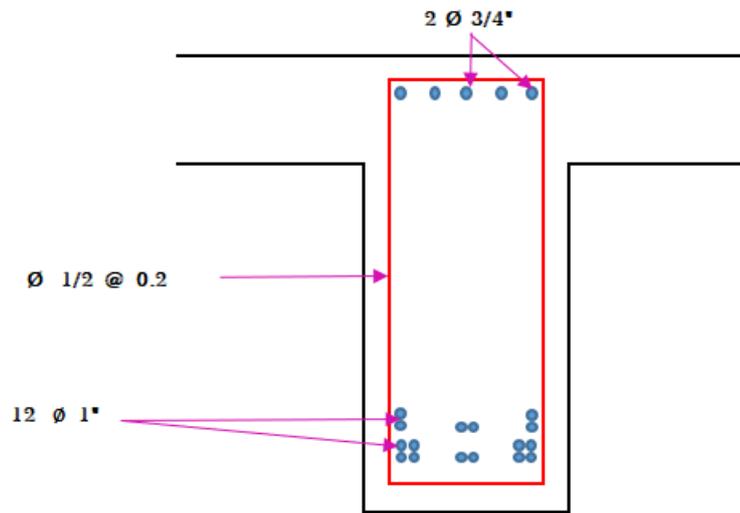
### CORTANTE RESISTENTE TOTAL

$$V_r = 47.5 \text{ Tn}$$

POR LO TANTO

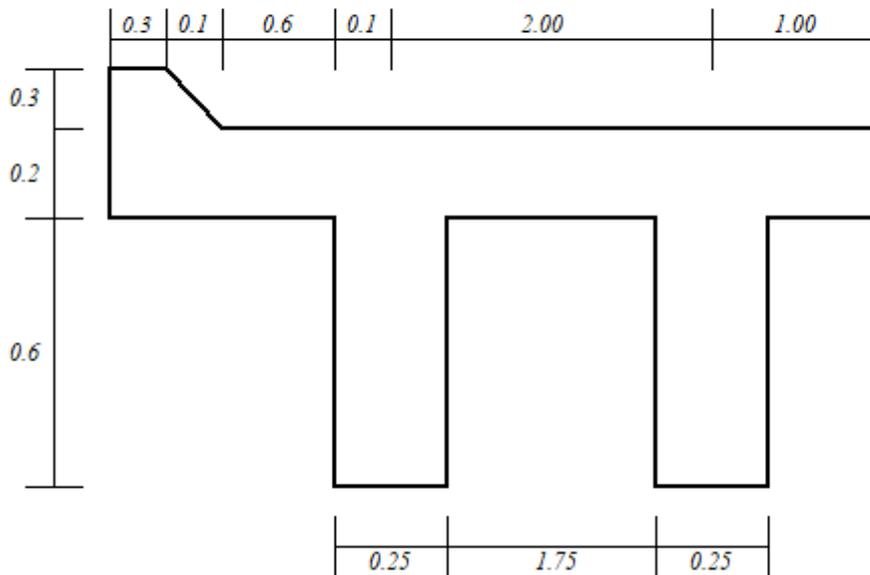
$$V_r > \phi V_n$$

**FALLA POR CORTANTE**



## DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL EXTERIOR

### *Momentos de flexion por cargas*



### *Cargas Distribuidas*

$$W_{\text{losa}} = \text{espesor} \times \text{longitud} \times \text{peso específico} = 1,932.00 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = \text{espesor} \times \text{longitud} \times \text{peso específico} = 330.00 \text{ Kg/m}$$

### *Momento ocasionado por peso de estructuras*

$$M_{DCI} = \frac{W_{DC} \times L^2}{8} = 34.21 \text{ Tn-m}$$

### *Carga por superficie de rodadura*

$$W_{\text{asfalto}} = \text{espesor} \times \text{longitud} \times \text{peso específico} = 4.191 \text{ Tn/m}$$

### *Momento*

$$M_{DW} = \frac{W_{DC} \times L^2}{8} = 63.38 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Factor de distribucion} = 0.64$$

Momentos de carga de impacto

$$M_{LL-IM} = \text{Momento de impacto} + \text{Momento de sobrecarga} = 201.4 \text{ Tn-m}$$

Momento de estado limite

$$M_U = 1.25(M_{DC}) + 1.50(M_V) + 1.75(M_{LL-IM}) = 363.21 \text{ Tn-m}$$

### AREA DE ACERO EN VIGA

$$M_u = \text{####} \text{ Tn-m}$$

### VERIFICACION DE ACERO MINIMO

$$\rho_b = 0.029$$

### VERIFICACION DE CUANTIA MAXIMA

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$A_{max} = 26.45$$

### HALLANDO MOMENTO MAXIMO

$$M_{max} = 643.4 \text{ Tn-m} \quad M = \frac{W_x L^2}{10}$$

Herramienta Recortes

### POR LO TANTO

FALLA POR TRACCION OK

### AREA DE ACERO

$$A_s = 56.52 \text{ cm}^2 \quad A_s = \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M * 10^5}{0.425 * 0.9 * f'c * x * d^2 * x * b}} \right) * \frac{0.85 * f'c * x * d * x * b}{F'y}$$

### HALLANDO ACERO PARA LA PARTE INFERIOR DE LA VIGA

ASUMIENDO DIAMETRO DE ACERO DE

1

ASUME UN DIAMETRO DE ACERO

NUMERO DE VARILLA # = 12 Varillas

### HALLANDO ACERO PARA LA PARTE SUPERIOR DE LA VIGA

ACERO MINIMC = 3.5 cm<sup>2</sup>  $A_s \text{ min} = 0.002 * x * b * x * d$

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE ACERO DE

3/4

ASUME UN DIAMETRO DE

NUMERO DE VARILLAS 3/4 = 2 Varillas

## DISEÑO POR CORTANTE EN VIGAS

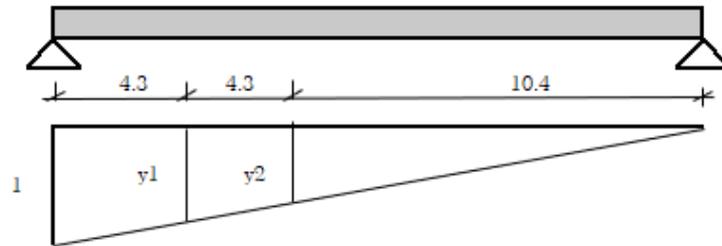
### CORTANTE POR CARGA MUERTA

$$\mathbf{VDC = 20.9 Tn}$$

### CORTANTE POR CARGA DE RODADURA

$$\mathbf{VDW = 39.81 Tn}$$

### CORTANTE POR SOBRECARGA

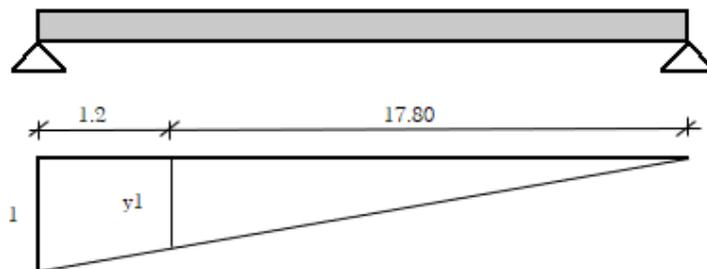


$$y_1 = 0.7737$$

$$y_2 = 0.5474$$

$$\mathbf{CORTANTE = 28.22 Tn}$$

### CORTANTE POR TANDEM



$$y_1 = 0.9368$$

$$\mathbf{CORTANTE POR TANDEM = 21.71 Tn}$$

$$\mathbf{POR LO TANTO VS/ = 28.22 Tn}$$

### CORTANTE DE SOBRECARGA VS/C1

$$\mathbf{VS/C1 = 9.1 Tn}$$

**HALLANDO CORTANTE POR VIGA DE ARRIOSTRE**

$V_{arriostre} = 8.72 \text{ Tn}$

**HALLANDO DISTRIBUCION POR VIGA INTERIOR**

$g = 0.720 \quad g = 0.2 + \frac{S}{3.6} - \left(\frac{S}{10.7}\right)^2$

**CORTANTE DE DISEÑO**

$V_{(LL+IM)} = 40.31$

$V_{total} = 156.4 \text{ Tn}$

**DISEÑO DE ESTRIVOS EN LA SECCION CRITICA**

**CORTANTE RESISTENTE** =  $V_r > \phi V_n$       Siendo  $\phi = 0.9$

**SIENDO  $V_n$  EL MENOR DE**  $\left\{ \begin{array}{l} V_n = V_c + V_s + V_p \\ V_n = 0.25 \times F'_c \times b \times d + V_p \end{array} \right.$

**CORTANTE NOMINAL RESISTENTE  $\beta = 2$**

$V_c = 51.88 \text{ Tn} \quad V_c = 0.53 \sqrt{F'_c} \times b \times d$

**CORTANTE NOMINAL RESISTENTE DEL ACERO**

Considerando  $\theta = 45^\circ$  y  $\alpha = 90^\circ$

**UTILIZANDO ESTRIBOS**  $\frac{5}{8}$  \* espaciados a  $18$  cm

$A_v = \#\# \text{ cm}^2$

$V_s = 66.5 \text{ Tn}$

ASUME UNA SEPARACION PARA LOS ESTRIBOS

ASUME UNA DIMENSION DE

**HALLANDO COMPONENTE NOMINAL**

$\left. \begin{array}{l} V_{n1} = 118.4 \text{ Tn} \\ V_{n2} = 410 \text{ Tn} \end{array} \right\} V_n \text{ sera el menor de ambos}$

**$V_n$  Final es = 118.4 Tn**

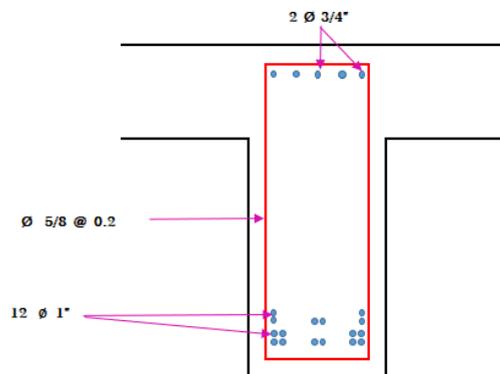
**CORTANTE RESISTENTE TOTAL**

$V_r = 106.5 \text{ Tn}$

POR LO TANTO

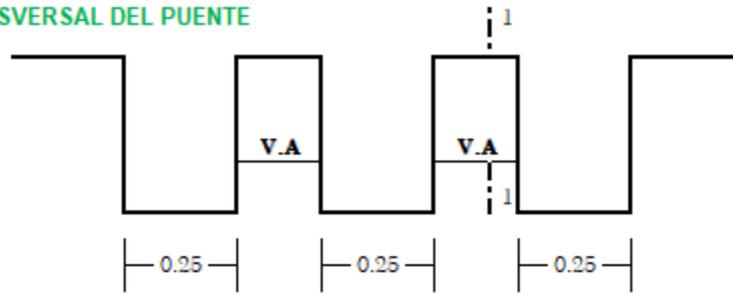
$V_r > \phi V_n$

**FALLA POR CORTANTE**

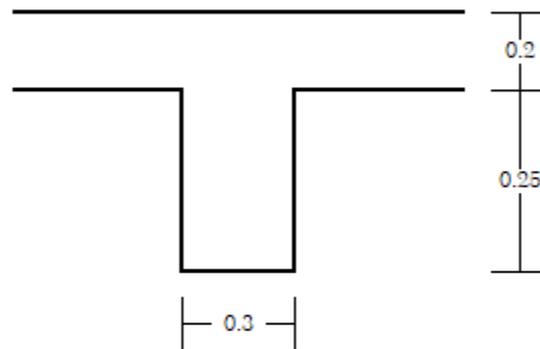


## DISEÑO DE VIGA DE ARRIOSTRE

### CORTE TRANSVERSAL DEL PUENTE

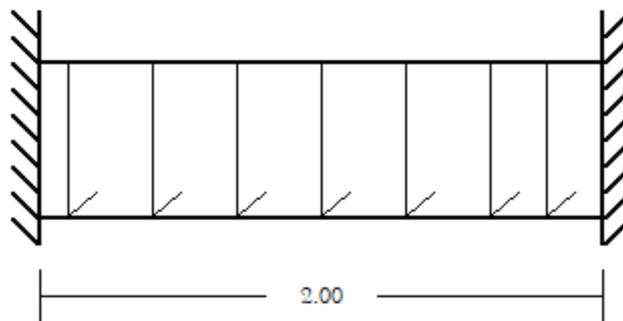


### DETALLE DE CORTE 1-1



### METRADO DE CARGAS

**W viga arriostre = 0.18 Tn/m**



### HALLANDO MOMENTO

$$\mathbf{M = 0.158 \quad Tn-m} \quad \mathbf{M = \frac{WxL^2}{8}}$$

HALLANDO MOMENTO

$$M = 0.158 \text{ Tn-m} \quad M = \frac{WxL^2}{8}$$

AREA DE ACERO

$$As = 3.86 \text{ cm}^2 \quad As = \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M \cdot 10^5}{0.425 \cdot 0.9 \cdot F'c \cdot x d^2 \cdot x b}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot F'c \cdot x d \cdot x b}{F'y}$$

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE ACERO PARTE INFERIOR 1"

Utilizar = 1 Vanillas

ASUME UN DIÁMETRO DE

ACERO MINIMO

$$As \text{ min} = 2.4 \text{ cm}^2 \quad As \text{ min} = 0.002 \cdot x b \cdot x d$$

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE ACERO PARTE SUPERIOR 3/4"

Utilizar = 1 Vanillas

ASUME UN DIÁMETRO DE

CORTANTE DE DISEÑO

$$V \text{ total} = 0.2 \text{ Tn}$$

DISEÑO DE ESTRIVOS EN LA SECCION CRITICA

$$CORTANTE RESISTENTE = Vr > \phi Vn \quad \text{Siendo } \phi = 0.9$$

$$\text{SIENDO } Vn \text{ EL MENOR DE } \begin{cases} Vn = Vc + Vs + Vp \\ Vn = 0.25 \cdot F'c \cdot x b \cdot x d + Vp \end{cases}$$

CORTANTE NOMINAL RESISTENTE

$$Vc = 15.52 \text{ Tn} \quad Vc = 0.53 \sqrt{F'c} \cdot x b \cdot x d$$

CORTANTE NOMINAL RESISTENTE DEL ACERO

Considerando  $\theta = 45^\circ$  y  $\alpha = 90^\circ$

UTILIZANDO ESTRIBOS 3/8" espaciados a 25 cm

$$Av = \#\# \text{ cm}^2$$

$$Vs = 16.8 \text{ Tn}$$

ASUME UNA SEPARACION PARA LOS

ASUME UN DIÁMETRO DE

HALLANDO COMPONENTE NOMINAL

$$\left. \begin{matrix} Vn1 = 32.3 \text{ Tn} \\ Vn2 = 123 \text{ Tn} \end{matrix} \right\} Vn \text{ sera el menor de ambos}$$

$$Vn \text{ Final es} = 32.28 \text{ Tn}$$

POR LO TANTO

$$Vr > \phi Vn$$

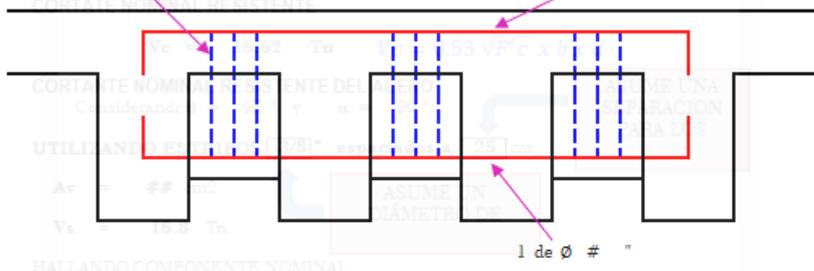
NO FALLA POR CORTANTE OK

POR LO TANTO QUEDA

$$\phi \text{ 3/8 @ 0.3}$$

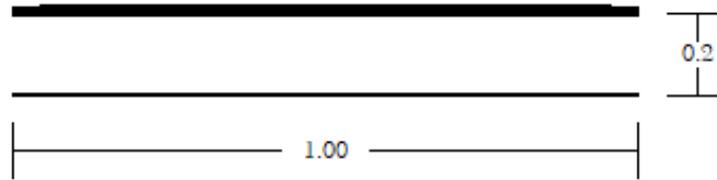
$$Vn = Vc + Vs + Vp$$

$$Vn = 0.25 \cdot F'c \cdot x b \cdot x d + Vp \quad \text{1 de } \phi \text{ 3/4"}$$



## DISEÑO DE LOSA

### SECCION TRANVERSAL DE UN METRO DE LOSA



### CALCULO DE PESO PROPIO

$$W_{\text{losa}} = 0.48 \text{ Tn/m}$$

### HALLANDO MOMENTO

$$M = 0.192 \text{ Tn-m}$$

### CALCULO DE PESO DEL ASFALTO

$$W_{\text{asfalto}} = 1.125 \text{ Tn/m}$$

### MOMENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA

$$M = 0.45 \text{ Tn-m}$$

### HALLANDO EL MOMENTO DE SOBRECARGA

$$M_{\text{S/C}} = 2.14 \text{ Tn-m}$$

### CARGA DE IMPACTO

$$M_{\text{I}} = 0.707 \text{ Tn-m}$$

### DISEÑO DE AREA DE ACERO

$$M_t = 3.668$$

### COMPROBANDO ALTURA DE PERALTE DE LA LOSA

$$K = 0.347$$

$$J = 0.884$$

### HALLANDO "d necesario"

$$d_{\text{necesario}} = 14.61 \text{ cm}$$

POR LO TANTO

**FALLA POR TRACCION OK**

AREA DEL ACERO

$$A_s = 15 \text{ cm}^2$$

ASUMIENDO DIAMETRO DE VARILLAS DE

$\frac{3}{4}$ "

ASUME UNA  
DIMENSION DE

UTILIZAR = 6 Varillas

SEPARACION = 15 cm

POR LO TANTO QUEDARIA

6  $\emptyset$  3/4 @ 0.2

ACERO DE REPARTICIONES

$$\% = 67 \quad \% < 67$$

$$A_{sr} = 9.7 \text{ cm}^2$$

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE VARILLAS

$\frac{5}{8}$ "

ASUME UNA  
DIMENSION DE

UTILIZAR = 5 varillas

DISTRIBUCION = 20 cm

5  $\emptyset$  5/8" @ 0.20

ACERO DE TEMPERATURA

$$A_{s \text{ temp}} = 3.4 \text{ cm}^2$$

ASUMIENDO UN DIAMETRO DE ACEROS DE

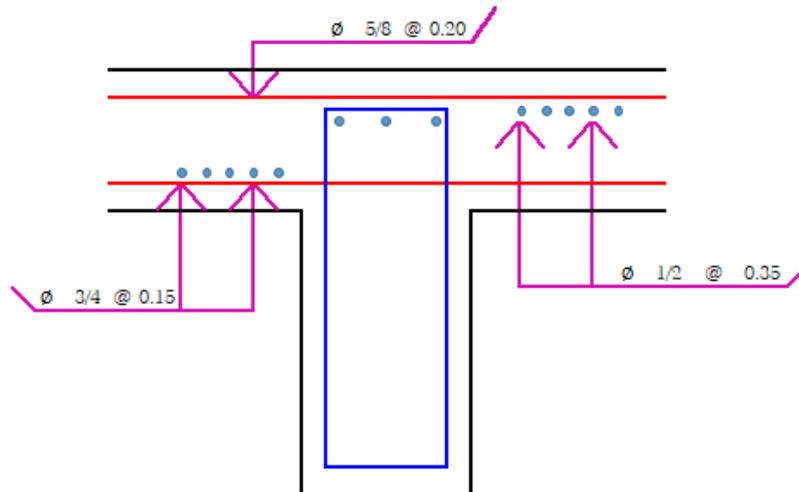
$\frac{1}{2}$ "

ASUME UNA  
DIMENSION DE

UTILIZAR = 3 Varillas

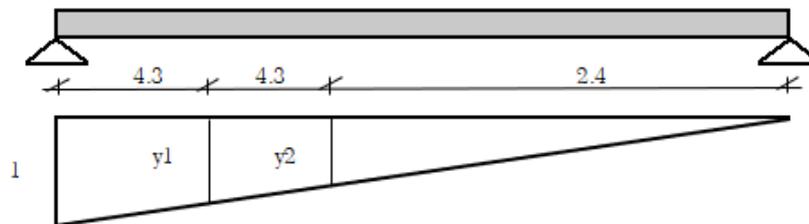
DISTRIBUCION = 35 cm

$\emptyset$  1/2" @ 0.4



## DISEÑO POR CORTANTE

### DISEÑO DE CORTANTE POR SOBRECARGA

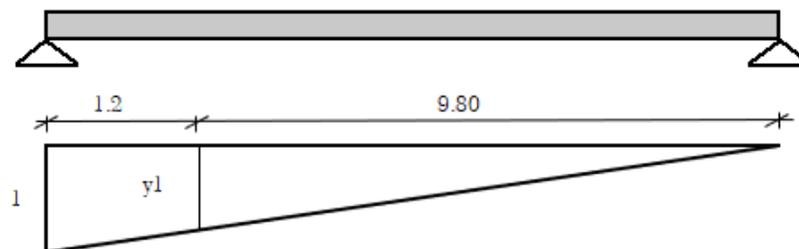


$$y1 = 0.3526$$

$$y2 = 0.1263$$

$$\text{CORTANTE} = 20.47 \text{ Tn}$$

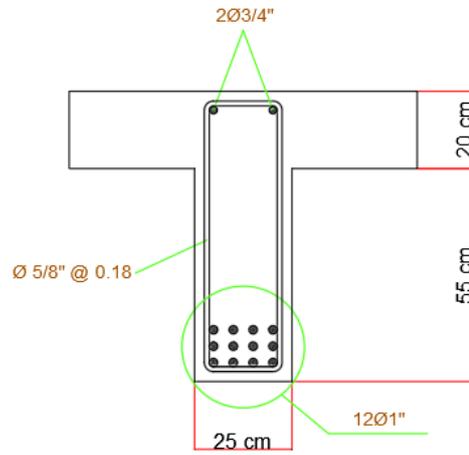
### CORTANTE POR TANDEM



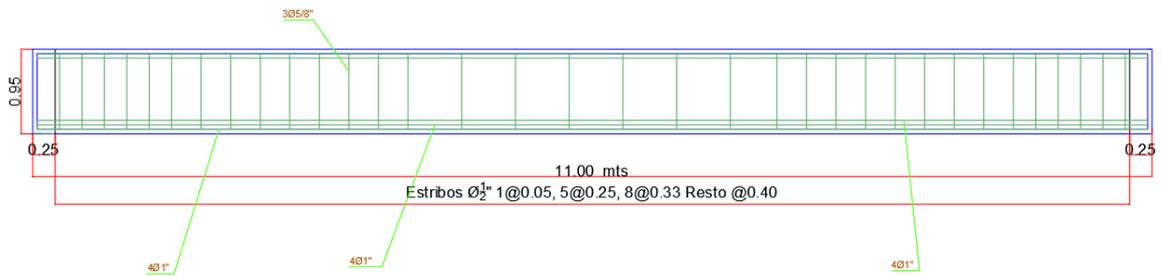
$$y1 = 0.8909$$

$$\text{CORTANTE POR TANDEM} = 21.20 \text{ Tn}$$

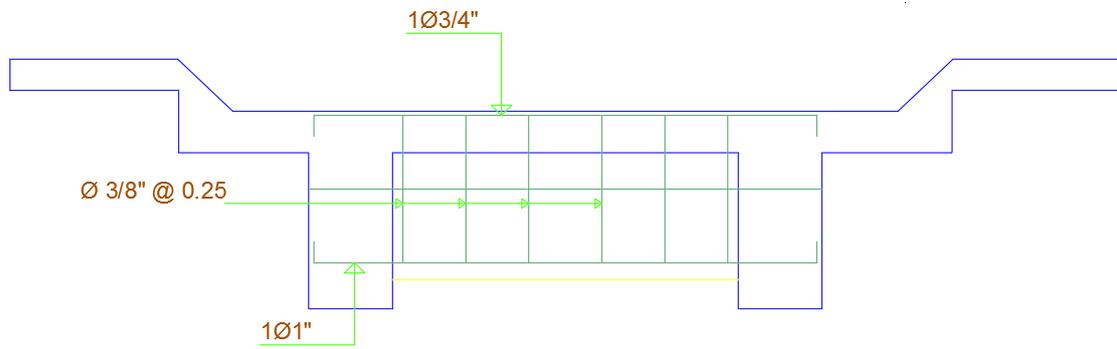
## DETALLE DE VIGA PRINCIPAL EXTERIOR



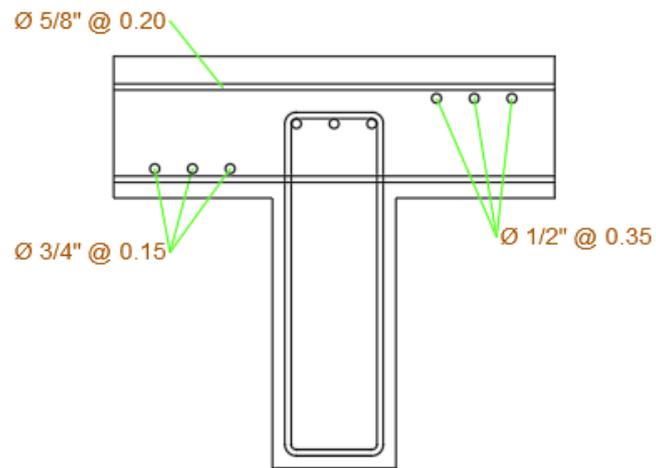
## SECCION LONGITUDINAL DE VIGA PRINCIPAL

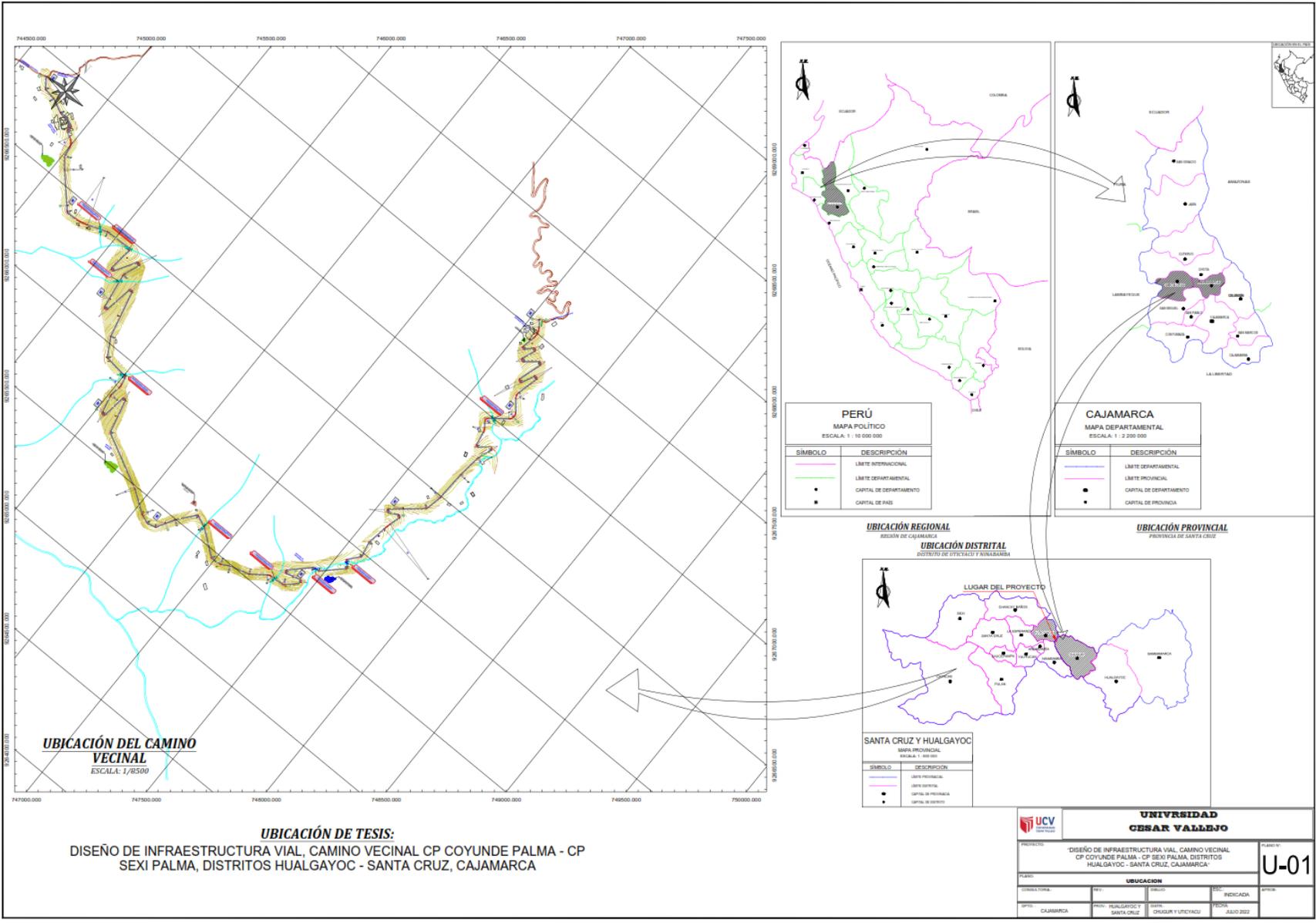


## DETALLE DE VIGA ARRIOSTRE



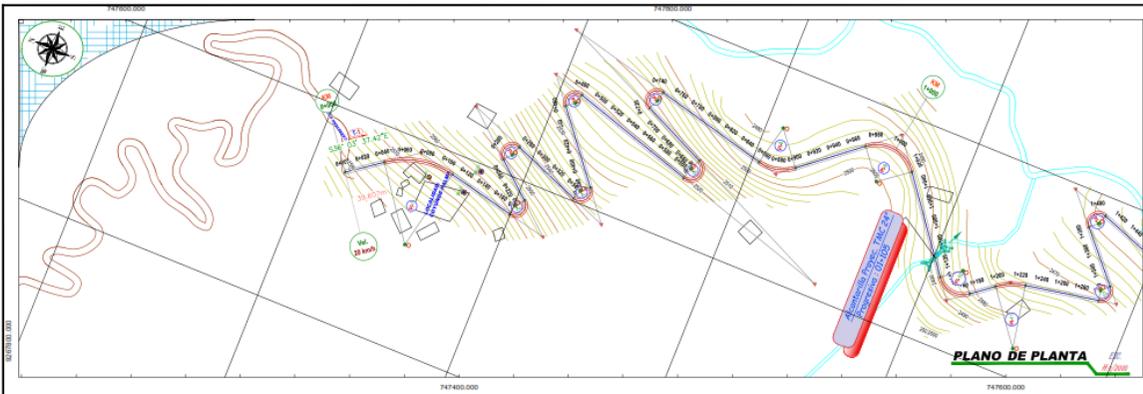
## DETALLE DE LOSA



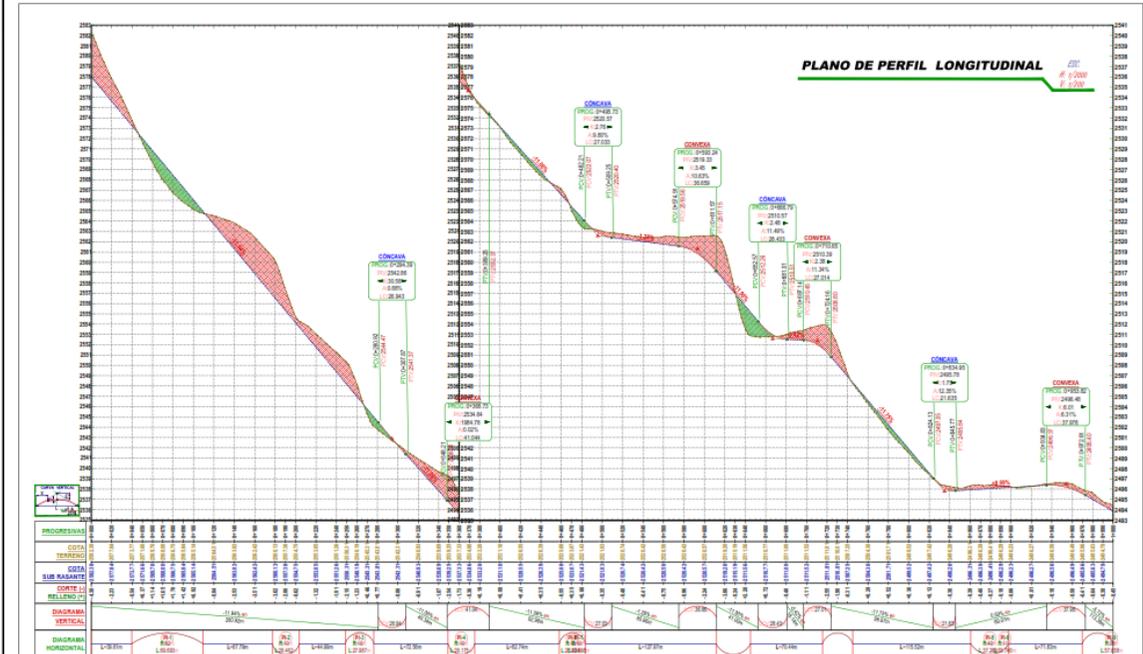


**UBICACIÓN DE TESIS:**  
 DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA

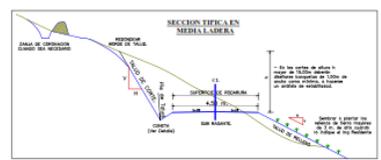
<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		<b>U-01</b>	
PROYECTO: "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"		PLANO Nº:	
<b>UBICACION</b>			
UNIVERSIDAD:	PAIS:	DEPARTAMENTO:	INDICADA:
CAJAMARCA	PERU	HUALGAYOC Y SANTA CRUZ	INDICADA
DISTRITO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	FECHA:
HUALGAYOC Y SANTA CRUZ	SANTA CRUZ	CHUGUR Y UPIYACU	JULIO 2022



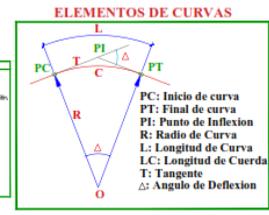
ELEMENTOS DE CURVA											
Nº	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PH-1	02	69.69	37.05	045°28'09"	67.64	7.26	0+039.61	0+109.30	747507.648	9267303.245	
PH-2	10	26.46	39.54	151°37'03"	19.39	30.79	7.50	0+177.09	0+203.55	747506.897	9267302.106
PH-3	10	27.99	57.75	100°21'13"	19.71	40.61	0.29	0+245.54	0+276.53	747649.793	9267469.967
PH-4	10	20.17	37.20	149°50'12"	19.32	20.00	7.41	0+349.00	0+375.26	747509.429	9267313.622
PH-5	10	25.43	32.43	145°43'31"	19.11	23.94	7.05	0+407.99	0+453.43	747705.139	9267409.267
PH-6	11	33.75	164.53	172°11'30"	22.41	153.69	10.40	0+611.40	0+645.14	747613.801	9267090.315
PH-7	10	29.51	104.49	169°04'01"	19.91	94.97	9.05	0+715.50	0+743.09	747755.500	9267406.755
PH-8	40	37.27	20.05	092°47'40"	35.96	4.71	4.22	0+800.61	0+897.85	747696.545	9267173.566
PH-9	36	57.86	37.16	091°53'19"	51.67	15.75	10.95	0+969.71	1+027.37	747779.863	9267073.345



CUADRO DE BM's						
Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIP.	PROGR.	MARGEN
1	747508	9267400	2560.00	BM-01	0+120	DERECHO
2	747507	9267442	2560.00	BM-02	0+120	IZQUIERDO
3	747503	9267271	2418.00	BM-03	2+360	IZQUIERDO
4	747385	9266997	2548.00	BM-04	3+126	IZQUIERDO
5	747031	9266444	2533.00	BM-05	3+500	IZQUIERDO
6	746539	9266419	2559.00	BM-06	4+180	DERECHO
7	746100	9265721	2533.00	BM-07	4+710	IZQUIERDO
8	745667	9265022	2564.00	BM-08	5+340	IZQUIERDO
9	745173	9264342	2580.00	BM-09	6+000	IZQUIERDO
10	744614	9263672	2518.00	BM-10	6+435	DERECHO
11	745307	9263380	2522.00	BM-11	6+890	IZQUIERDO
12	744919	9262979	2596.00	BM-12	7+490	IZQUIERDO
13	744647	9262799	2562.00	BM-13	7+430	DERECHO



DATOS DE DISEÑO	
ESTADO	Perú
PROVINCIA	Cajamarca
DISTRITO	Chusiy Utrayacu
FECHA	Julio 2022
ESCALA	INDICADA



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

PLANO:  
**PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**  
 KM. 00+000 - 1+000

---

ALUMNOS:

- SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISIA:

APRUEBA:

REGIÓN: CAJAMARCA

PROVINCIA: HUALGAYOC

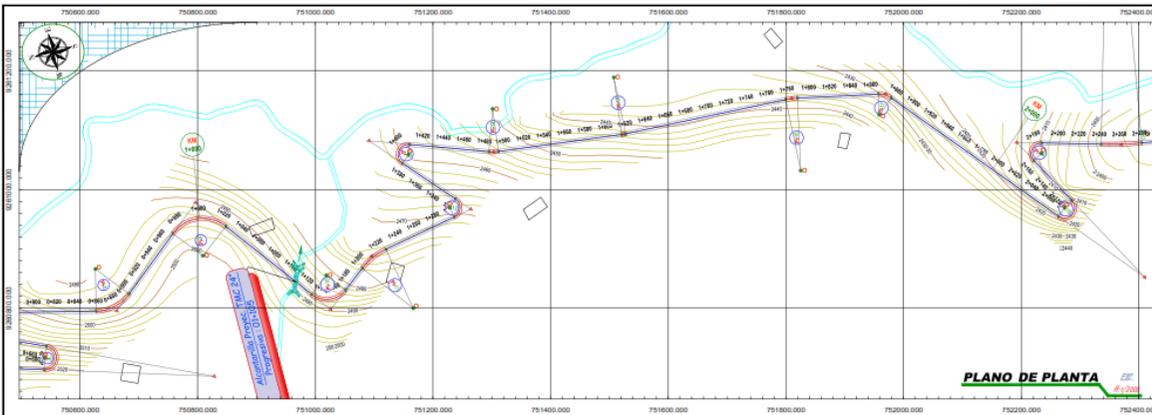
DISTRITO: CHUSIY UTRAYACU

ESCALA: INDICADA

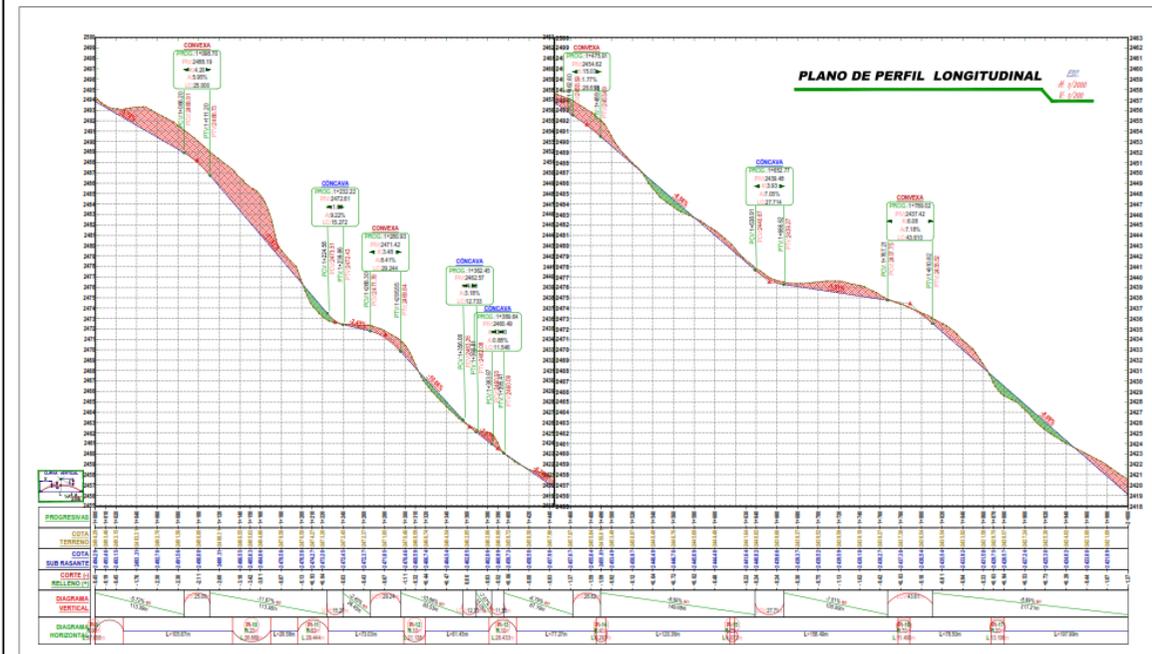
FECHA: Julio 2022

LÁMINA

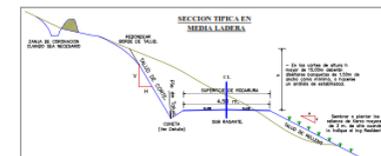
**PP-01**



ELEMENTOS DE CURVA											
Nº	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PH-10	23	36.67	23.39	090°17'33"	32.99	9.72	6.96	1+133.04	1+169.71	747647.407	9269572.924
PH-11	63	29.44	15.00	020°50'03"	29.17	1.77	1.72	1+196.29	1+225.73	747666.917	9269521.307
PH-12	10	21.14	17.71	121°06'30"	17.42	10.34	5.05	1+296.76	1+319.90	747706.172	9269517.301
PH-13	10	28.43	39.30	151°27'01"	19.36	30.56	7.53	1+361.35	1+407.76	747794.764	9269596.039
PH-14	41	9.30	4.07	012°50'30"	9.26	0.26	0.26	1+485.05	1+484.35	747753.587	9269782.002
PH-15	55	4.07	2.04	004°13'21"	4.07	0.04	0.04	1+614.71	1+616.76	747735.310	9269555.857
PH-16	70	11.40	5.71	009°20'23"	11.39	0.23	0.23	1+777.26	1+786.68	747730.534	9269459.794
PH-17	20	13.11	6.90	037°41'40"	12.87	1.13	1.07	1+867.15	1+880.28	747711.574	9268400.776
PH-18	10	29.46	101.64	165°47'03"	19.90	92.33	9.02	2+076.25	2+107.73	747477.644	9269202.532

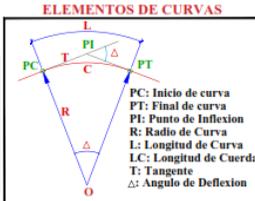


CUADRO DE BM's						
Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIP.	PROG.	MARCHE
1	747508	926740	2390.00	BM-01	0+120	DERECHO
2	747563	926742	2387.00	BM-02	0+125	IZQUIERDO
3	747563	926712	2418.00	BM-03	2+340	IZQUIERDO
4	747385	926707	2348.00	BM-04	2+135	IZQUIERDO
5	747107	926644	2332.00	BM-05	2+500	IZQUIERDO
6	746529	926719	2368.00	BM-06	6+160	DERECHO
7	746100	926721	2333.00	BM-07	6+770	IZQUIERDO
8	745887	926502	2384.00	BM-08	5+340	IZQUIERDO
9	745773	926612	2388.00	BM-09	5+555	IZQUIERDO
10	745614	926612	2218.00	BM-10	6+515	DERECHO
11	745307	926632	2332.00	BM-11	6+860	IZQUIERDO
12	744819	926679	2196.00	BM-12	7+400	IZQUIERDO
13	744647	926679	2302.00	BM-13	7+430	DERECHO

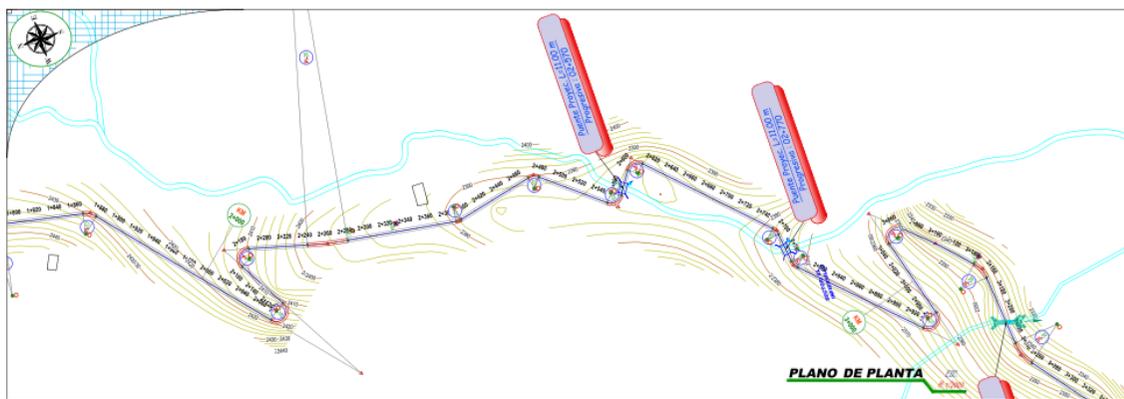


DATOS DE DISEÑO	
ESTADO	PERU
REGION	CAJAMARCA
PROVINCIA	HUALGAYOC
DISTRITO	SANTA CRUZ
PROYECTO	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA
FECHA	JULIO 2022

LEYENDAS	
●	Posición de BM
●	Posición de Caladas
●	Posición de Punto de Intersección
●	Alarbole
●	Arroyo
●	Cerca Vecinal
●	Cerca Secundaria
●	Cerro
●	Canchales
●	Canchales vecinales
●	Estacion
●	Compartimento

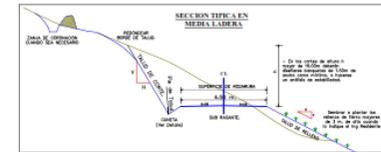
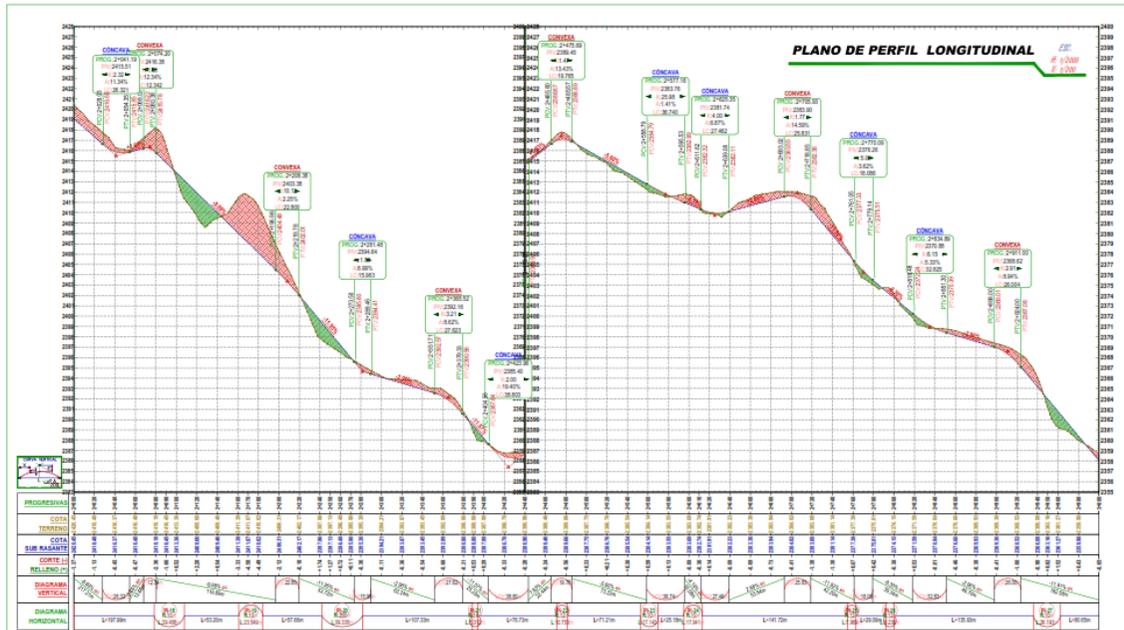


	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	TESIS: "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"	PLANO: <b>PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL</b> <b>KM. 1+000 - 2+000</b>	LÁMINA <b>PP-02</b>
		ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo	DIBUJO Y DISEÑO:	

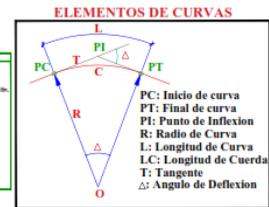


ELEMENTOS DE CURVA											
Nº	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-19	10	23.05	24.10	134°50'24"	10.47	16.09	6.17	2+160.34	2+154.49	747634.229	9200209.557
PI-20	306	39.34	19.69	006°20'15"	39.32	0.54	0.54	2+242.15	2+201.48	747606.506	9200191.973
PI-21	14	5.31	2.65	021°37'47"	5.28	0.25	0.25	2+300.82	2+304.13	747505.040	9200004.000
PI-22	12	10.75	5.78	051°52'00"	10.39	1.33	1.20	2+470.06	2+491.61	747602.919	9200980.747
PI-23	10	17.14	11.32	095°20'13"	15.23	5.01	3.37	2+502.83	2+569.97	747546.439	9200912.860
PI-24	10	17.94	12.30	101°19'32"	15.09	5.86	3.71	2+595.15	2+613.09	747506.821	9200555.325
PI-25	12	7.99	4.14	037°20'53"	7.85	0.66	0.65	2+754.61	2+762.79	747473.737	9205774.641
PI-26	12	8.23	4.27	038°02'56"	8.08	0.72	0.65	2+791.00	2+800.11	747436.515	9200770.040
PI-27	10	26.19	37.42	100°04'37"	19.32	26.73	7.42	2+936.04	2+962.24	747311.104	9205644.256

CUADRO DE BM'S						
Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIP.	PROGR.	MARGEN
1	747569	925190	2300.00	BM-01	9+20	DERECHO
2	747593	925742	2267.00	BM-02	6+25	IZQUIERDO
3	747629	926823	2418.00	BM-03	2+30	IZQUIERDO
4	747385	925587	2340.00	BM-04	3+25	IZQUIERDO
5	747537	925444	2333.00	BM-05	3+50	IZQUIERDO
6	748539	925419	2259.00	BM-06	4+100	DERECHO
7	748530	925927	2333.00	BM-07	4+70	IZQUIERDO
8	748687	925582	2294.00	BM-08	5+20	IZQUIERDO
9	742773	925542	2288.00	BM-09	5+25	IZQUIERDO
10	748514	925612	2218.00	BM-10	6+15	DERECHO
11	745507	926382	2232.00	BM-11	6+60	IZQUIERDO
12	744819	926579	2195.00	BM-12	7+40	IZQUIERDO
13	744847	926789	2202.00	BM-13	7+60	DERECHO

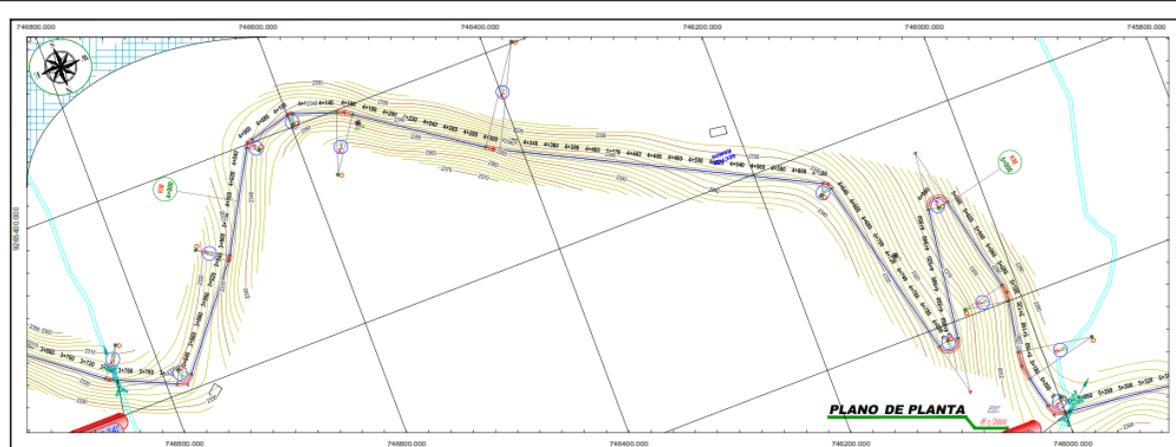


DATOS DE DISEÑO	
PROYECTO:	DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
FECHA:	2022
ESTADO:	PROYECTO
PROYECTANTE:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROYECTADO POR:	SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel
REVISADO POR:	VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo
APROBADO POR:	
PROYECTO:	DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
FECHA:	2022
ESTADO:	PROYECTO
PROYECTANTE:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROYECTADO POR:	SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel
REVISADO POR:	VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo
APROBADO POR:	

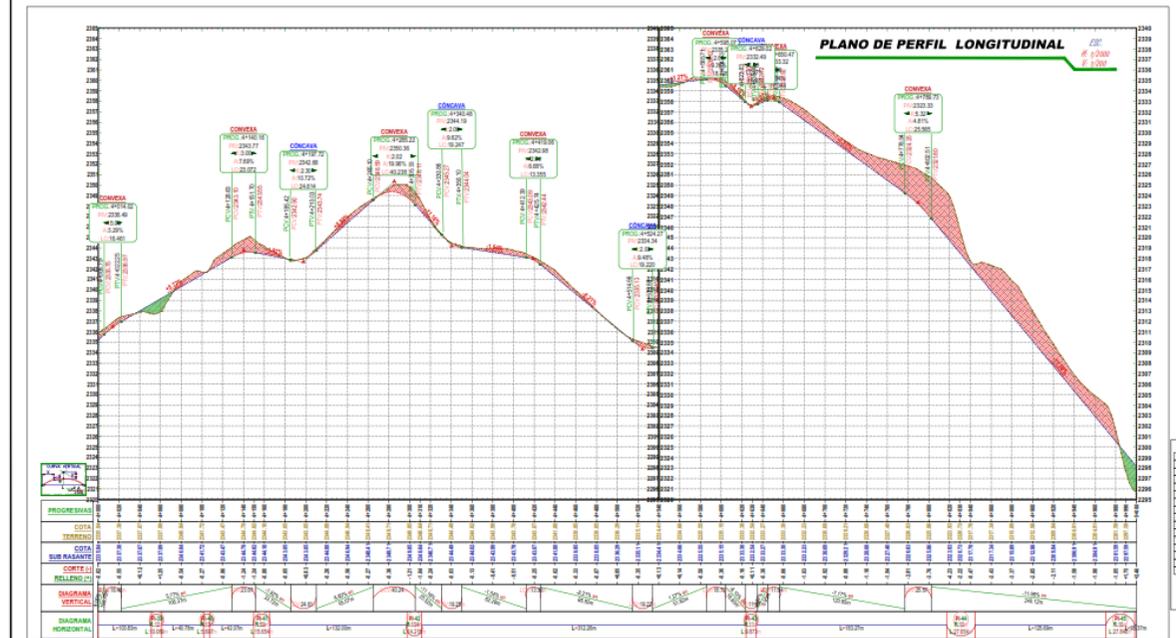


<p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b></p>	<p>DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"</p>	<p>PLANO:</p> <p><b>PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL</b></p> <p>KM. 2+000 - 3+000</p>	<p>LAMINA</p> <p><b>PP-03</b></p>
	<p>ALUMNOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel</li> <li>VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo</li> </ul>	<p>DIBUJO Y DISEÑO:</p>	

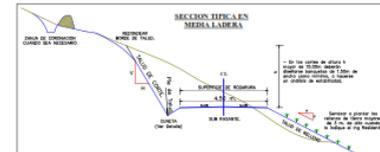




ELEMENTOS DE CURVA												
Nº	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE	
P-07	33	5.37	2.69	009°17'37"	5.37	0.11	0.11	34941.99	34947.30	746700.623	9205485.600	
P-08	52	10.09	5.35	046°57'09"	9.81	1.11	1.02	44051.19	44061.20	746645.056	9205390.572	
P-09	10	5.70	2.93	032°30'33"	5.02	0.42	0.40	44102.07	44107.76	746097.306	9205387.315	
P-10	59	15.65	7.87	015°08'39"	15.01	0.52	0.52	44149.04	44165.43	7460547.427	9205404.857	
P-11	104	14.22	7.12	007°50'23"	14.21	0.24	0.24	44297.49	44311.71	746426.315	9205486.160	
P-12	11	9.67	5.27	049°29'21"	9.57	1.16	1.05	44023.97	44033.85	746136.234	9205063.930	
P-13	10	27.60	12.54	150°20'45"	19.65	43.40	0.13	44017.12	44044.77	746078.609	9205060.020	
P-14	10	27.60	12.54	150°32'39"	19.60	43.32	0.22	44070.40	44090.31	746047.203	9205036.502	
P-15	43	16.24	8.22	021°50'44"	16.14	0.79	0.77	54093.65	54109.91	746012.161	9205791.602	

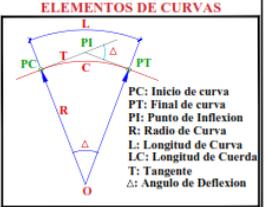


CUADRO DE BM'S						
Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIP.	PROGR.	MARGEN
1	747568	9207450	2590.00	BM 01	0+120	DERECHO
2	747590	9207442	2587.00	BM 02	0+125	IZQUIERDO
3	747500	9207423	2474.00	BM 03	2+340	IZQUIERDO
4	747585	9207507	2491.00	BM 04	3+125	IZQUIERDO
5	747571	9207544	2331.00	BM 05	3+200	IZQUIERDO
6	749530	9205419	2359.00	BM 06	4+180	DERECHO
7	749100	9205721	2333.00	BM 07	4+710	IZQUIERDO
8	749387	9205822	2394.00	BM 08	5+340	IZQUIERDO
9	749173	9206142	2388.00	BM 09	5+385	IZQUIERDO
10	749584	9206412	2274.00	BM 10	6+315	DERECHO
11	749307	9206382	2232.00	BM 11	6+980	IZQUIERDO
12	746919	9206729	2196.00	BM 12	7+400	IZQUIERDO
13	746947	9206769	2201.00	BM 13	7+430	DERECHO



DATOS DE DISEÑO	
ESTADO	PERU
REGION	CAJAMARCA
PROVINCIA	HUALGAYOC
DISTRITO	SANTA CRUZ
PROYECTO	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA
FECHA	2022

LEYENDA	
[Symbol]	Perfil de BM
[Symbol]	Perfil de Calabazas
[Symbol]	Perfil de Partes de Intersección
[Symbol]	Acotación
[Symbol]	Polvo
[Symbol]	Cerco Maestro
[Symbol]	Cerco Secundario
[Symbol]	Grava
[Symbol]	Fibra - Quilómetros
[Symbol]	Cerchero volante
[Symbol]	Arroyo
[Symbol]	Compartido



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIJUNTO Y DISEÑO:

REVISAR:

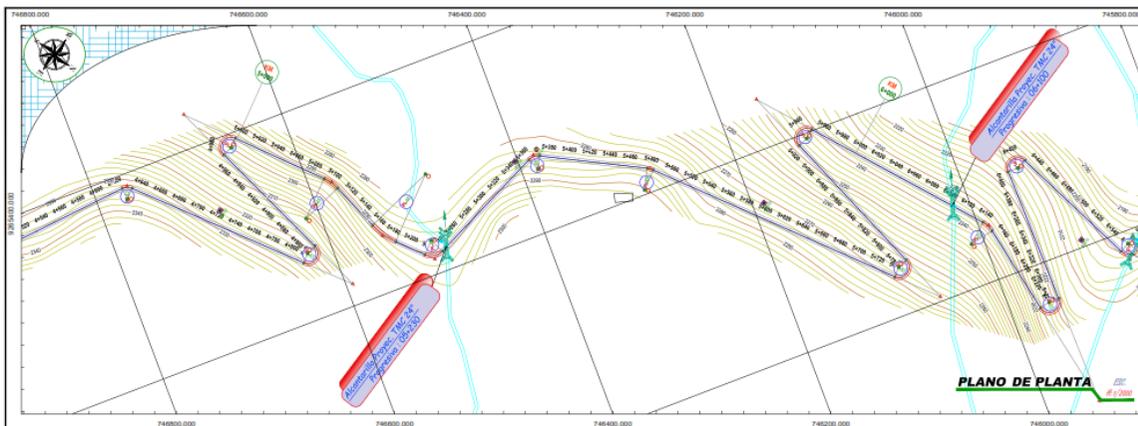
APRUEBA:

PLANO:  
**PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**  
 KM. 4+000 - 5+000

REGION: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUR Y UTICAYACU

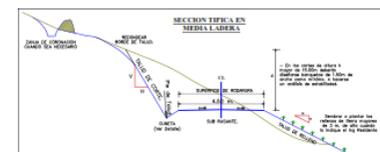
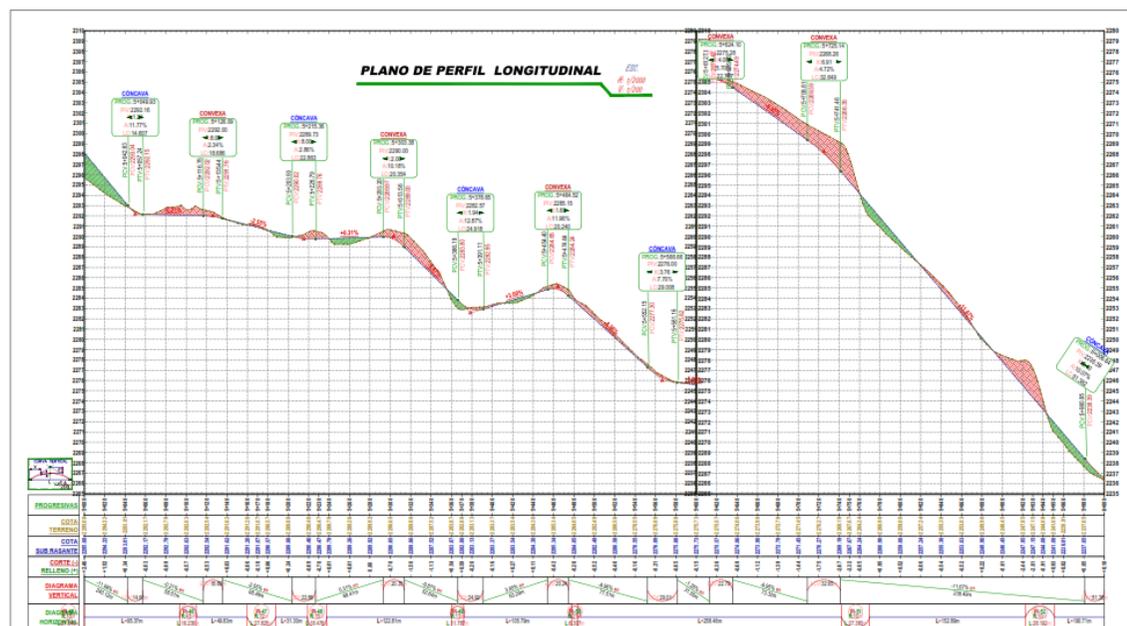
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: julio 2022

LAMINA  
**PP-05**

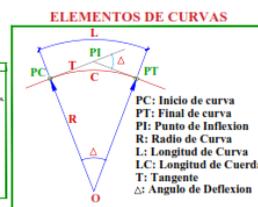


ELEMENTOS DE CURVA											
Nº	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PH-6	72	27.83	14.09	022°13'10"	27.85	1.37	1.34	5+159.74	5+167.57	748023.500	9205062.829
PH-7	15	15.40	10.60	070°12'29"	17.34	3.35	2.74	5+218.07	5+237.35	748010.852	9205917.302
PH-8	13	11.79	6.35	052°49'29"	11.37	1.49	1.33	5+360.16	5+371.95	745072.061	9205933.636
PH-9	21	6.31	3.15	017°09'54"	6.25	0.24	0.24	5+477.74	5+484.05	745513.487	9206032.957
PH-10	10	27.30	40.00	150°32'30"	19.59	39.90	0.00	5+742.51	5+769.89	745741.339	9206334.996
PH-11	10	25.19	61.49	161°31'30"	19.74	62.30	0.39	5+922.76	5+950.97	745697.046	9206075.490
PH-12	24	12.23	6.25	029°14'49"	12.10	0.80	0.78	6+141.68	6+153.91	745697.623	9206330.918
PH-13	10	29.56	107.21	169°20'33"	19.91	97.68	9.07	6+242.51	6+272.07	745728.300	9206520.222
PH-14	10	27.03	44.64	154°51'11"	19.52	35.94	7.82	6+404.63	6+431.65	745561.159	9206276.906

CUADRO DE BM's					
Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIP	MARGEN
1	747568	9205450	2596.00	BM-01	0+120 DERECHO
2	747563	9205442	2587.00	BM-02	0+125 IZQUIERDO
3	747563	9205423	2478.00	BM-03	2+340 IZQUIERDO
4	747565	9205450	2594.00	BM-04	3+125 IZQUIERDO
5	747571	9205444	2533.00	BM-05	3+320 IZQUIERDO
6	749338	9205419	2598.00	BM-06	4+760 DERECHO
7	749100	9205721	2533.00	BM-07	4+710 IZQUIERDO
8	749087	9206022	2594.00	BM-08	5+345 IZQUIERDO
9	749173	9206142	2588.00	BM-09	5+385 IZQUIERDO
10	749184	9206412	2578.00	BM-10	6+515 DERECHO
11	749307	9206352	2522.00	BM-11	6+890 IZQUIERDO
12	749191	9206729	2596.00	BM-12	7+465 IZQUIERDO
13	749487	9206769	2522.00	BM-13	7+430 DERECHO



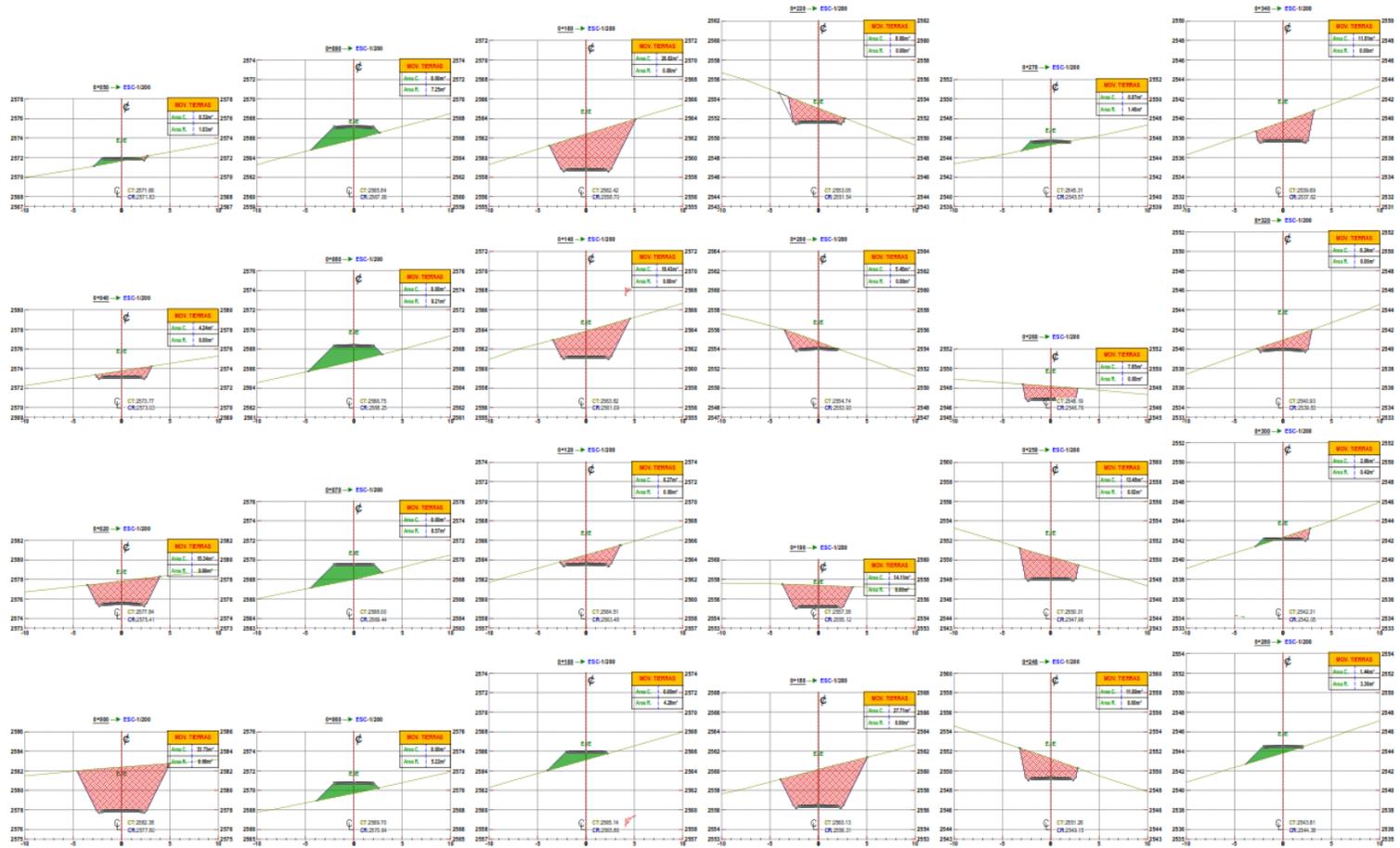
DATOS DE DISEÑO	
PROYECTO	DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"
ESTADO	ESTUDIO PRELIMINAR
FECHA	01/07/2022
PROYECTANTE	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROFESOR	ING. SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel
ALUMNOS	ING. VAQUEZ QUIROGA, Giancarlo
ESCALA	1:1000
PROYECTO	DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"
ESTADO	ESTUDIO PRELIMINAR
FECHA	01/07/2022
PROYECTANTE	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROFESOR	ING. SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel
ALUMNOS	ING. VAQUEZ QUIROGA, Giancarlo
ESCALA	1:1000



<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"	<b>PLANO:</b> <b>PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL</b> <b>KM. 5+000 - 6+000</b>	
	<b>ALUMNOS:</b> - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel - VAQUEZ QUIROGA, Giancarlo	<b>DIBUJO Y DISEÑO:</b>	







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 00+000 - 0+340**

LÁMINA  
**ST-01**

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÁ:  
 APRUEBA:

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUR YUTUYACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022



UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO

TESIS:

DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Glancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISIA:  
APRUEBA:

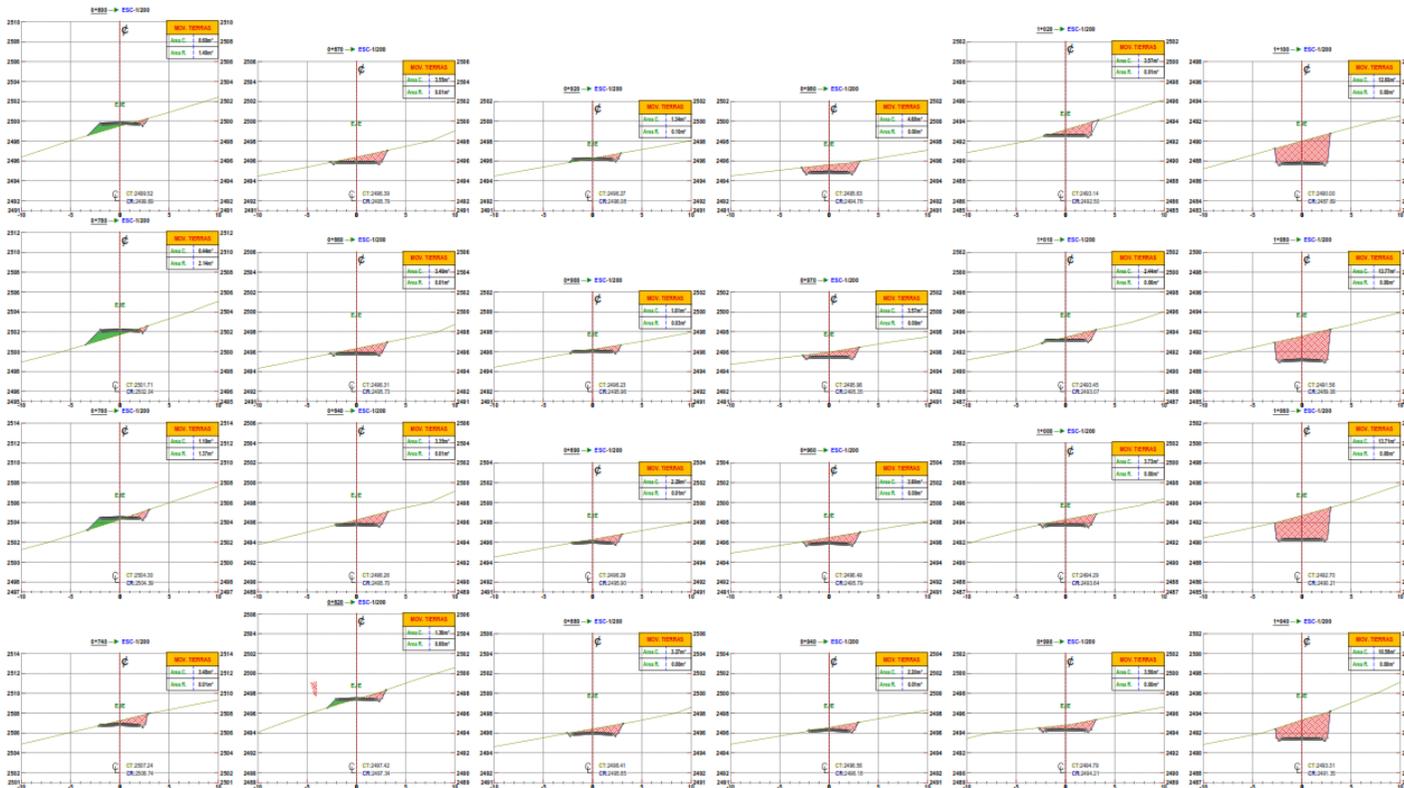
PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES  
KM. 00+350 - 0+730

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHUGUR Y OTICAYACU

ESCALA: 1/200  
FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
ST-02



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:

APRUEBA:

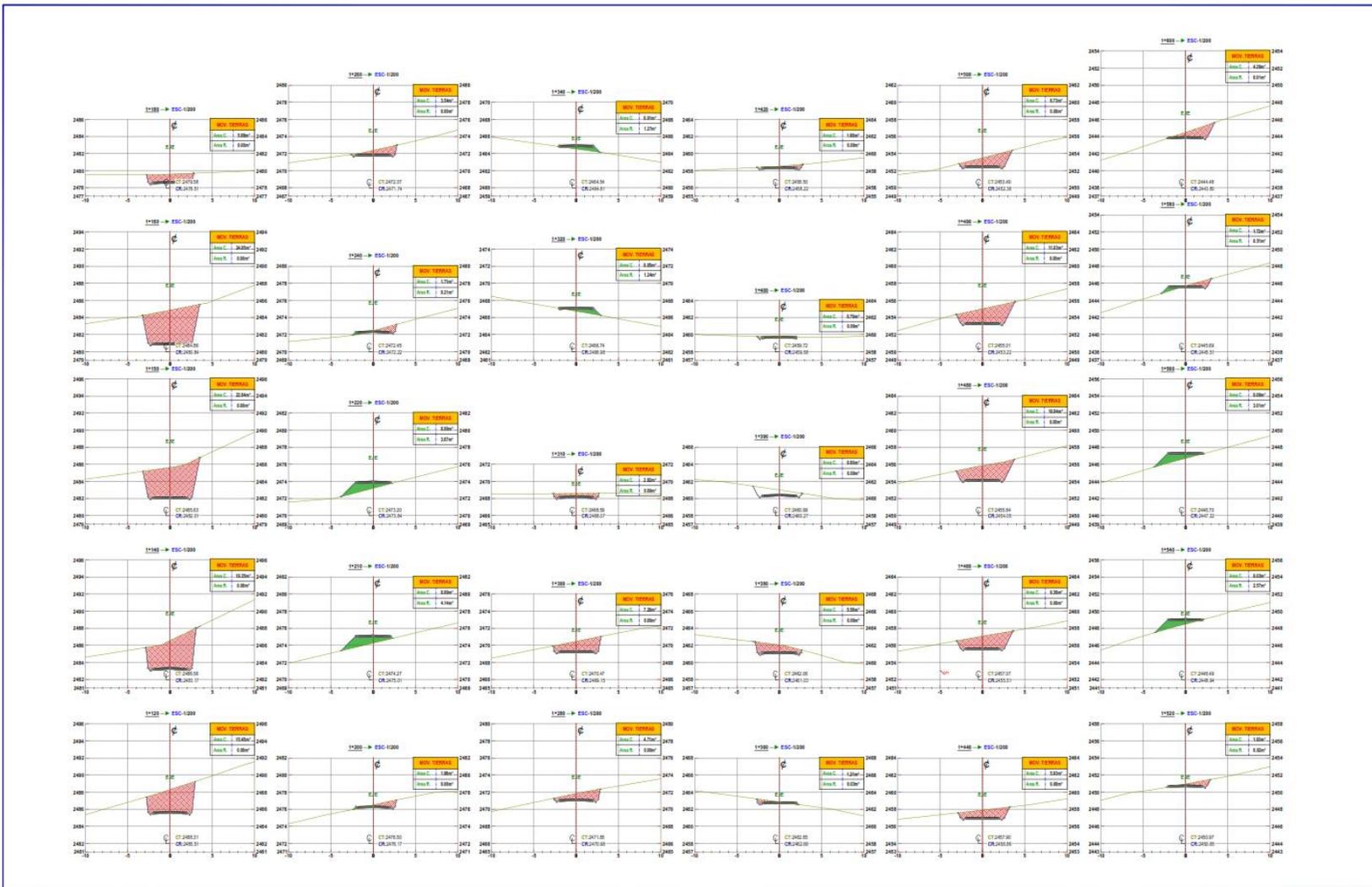
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 00+740 - 1+100**

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITOS: CHUGAY Y UTEYACAY

ESCALA: 1/200  
FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-03**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL. CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÁ:

APRUEBA:

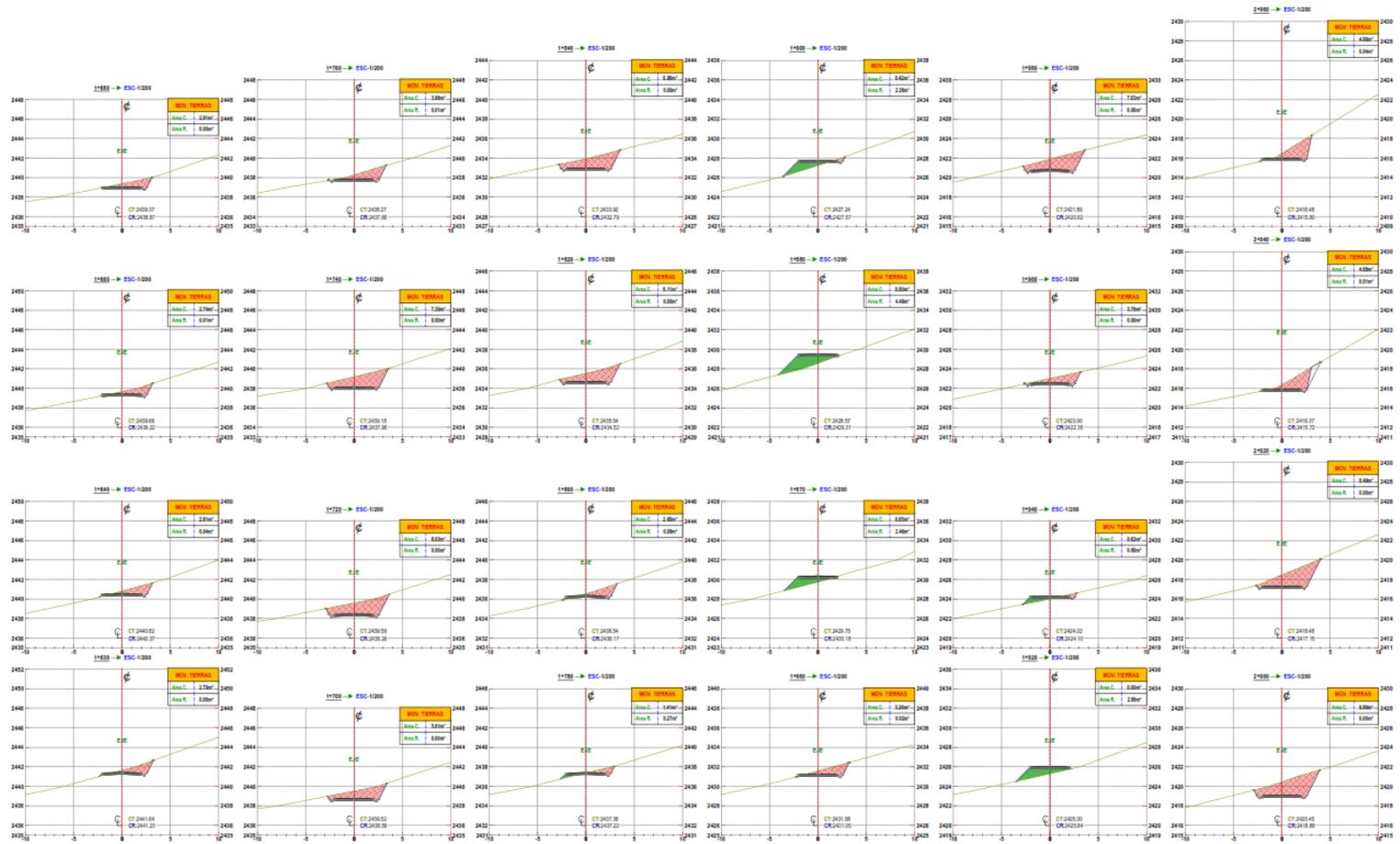
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 KM. 01+120 - 1+600

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUY Y UTEYACAY

ESCALA: 1/200  
 FECHA: julio 2022





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:  
 APROBÓ:

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 01+630 - 2+060**

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUCUR Y UTICAYACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-05**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DISEÑO Y DISEÑO:

REVISAR:

APROBAR:

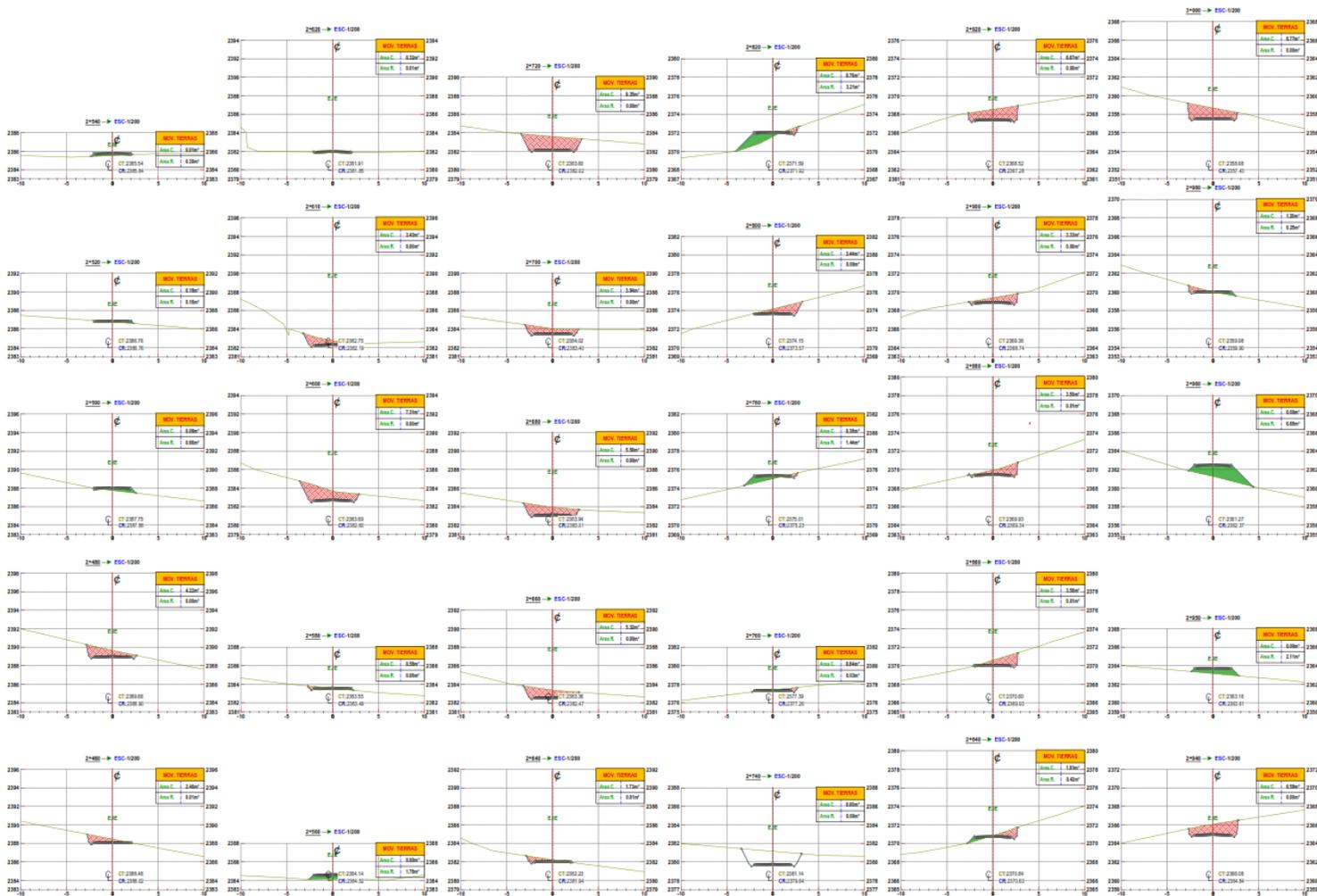
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 02+080 - 2+440**

REGION: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUBE Y ETICAYACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022

LAMINA  
**ST-06**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:  
 APROBÓ:

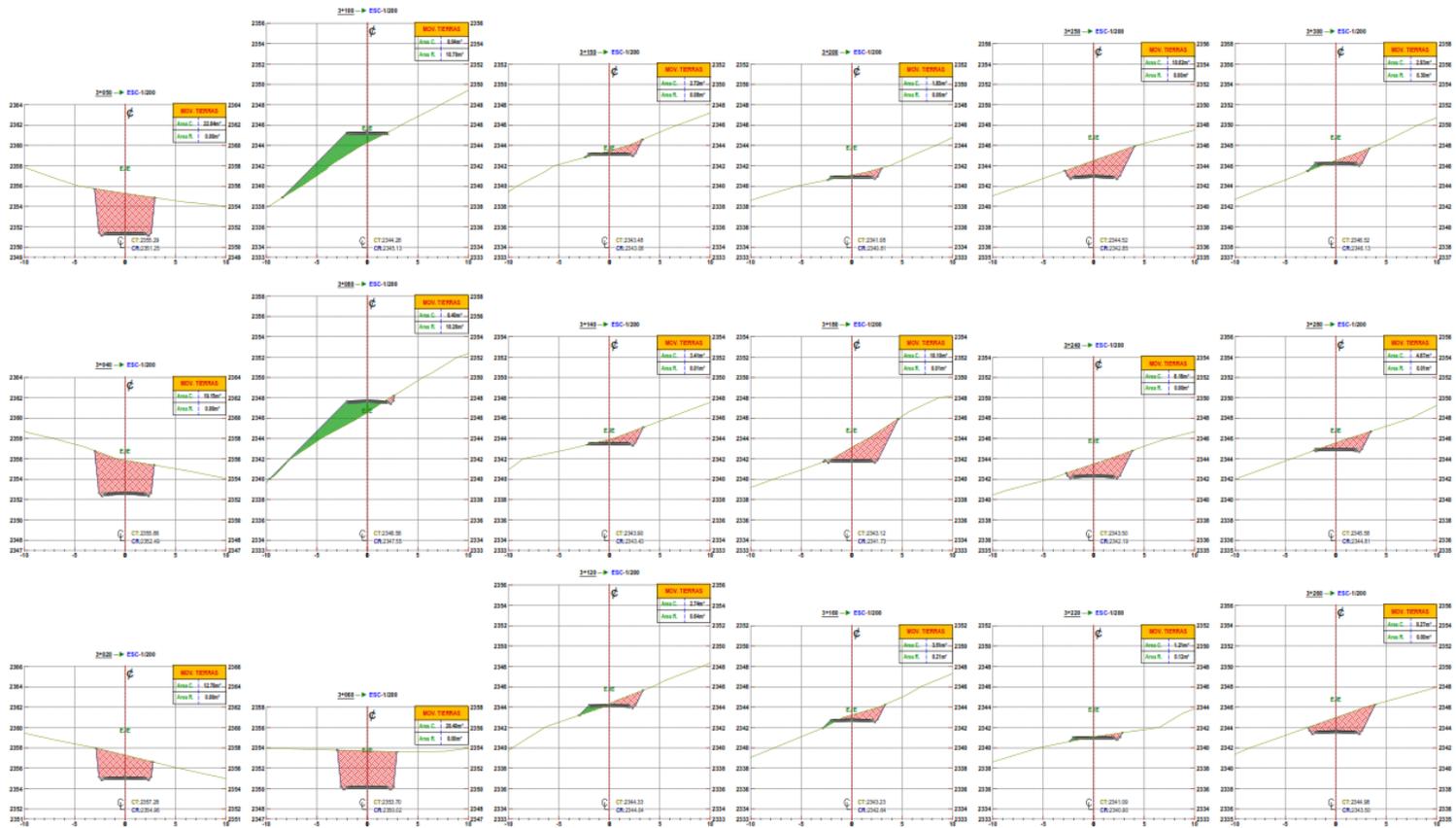
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 KM. 02+460 - 3+000

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGRU Y UTEICAYU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: julio 2022

LAMINA  
**ST-07**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS:  
 - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÁ:

APRUEBA:

PLANO:

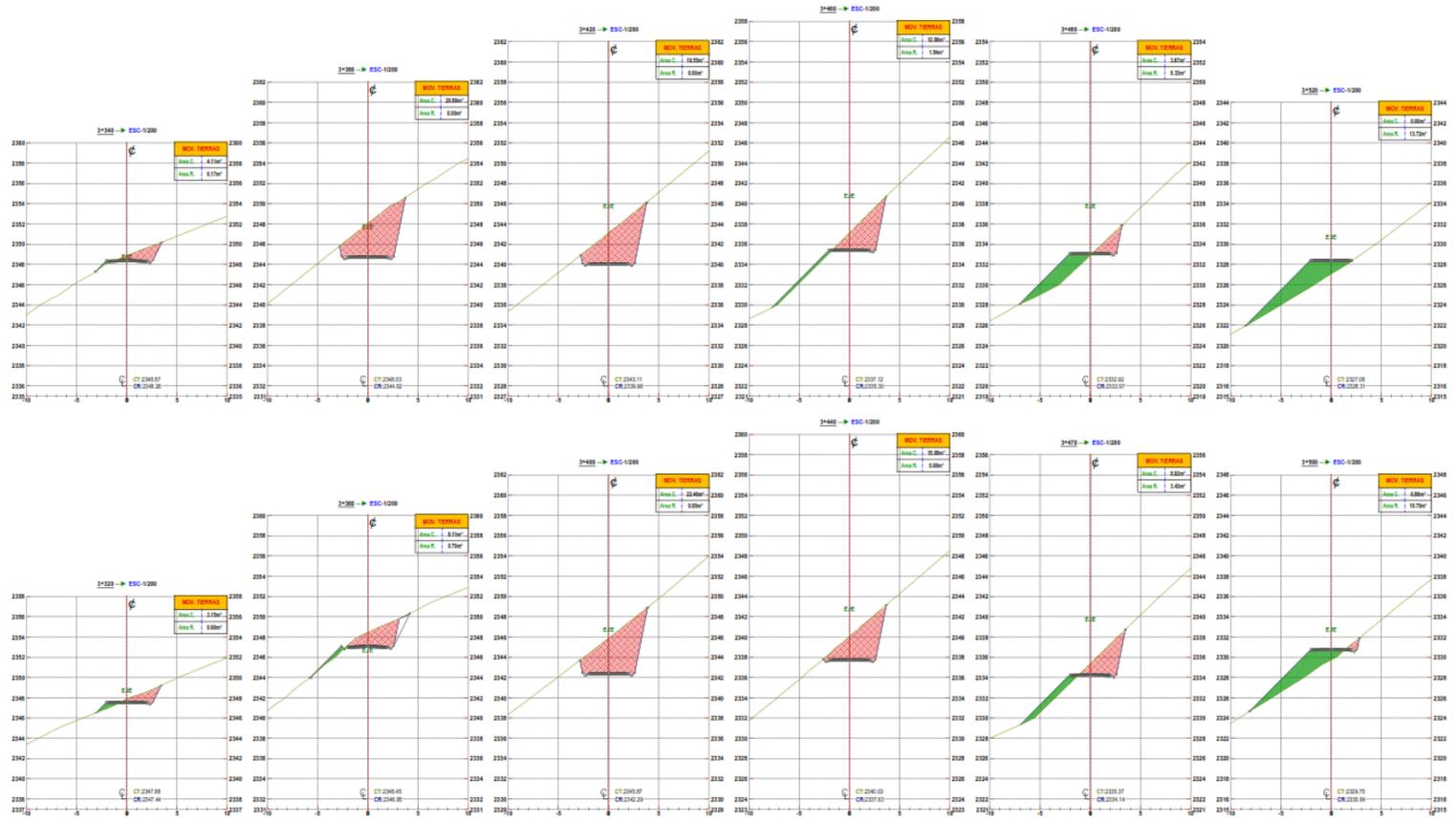
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 03+020 - 3+300**

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUR Y UYICAYU

ESCALA: 1/200

FECHA: Julio 2022

LAMINA  
**ST-08**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS: **DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

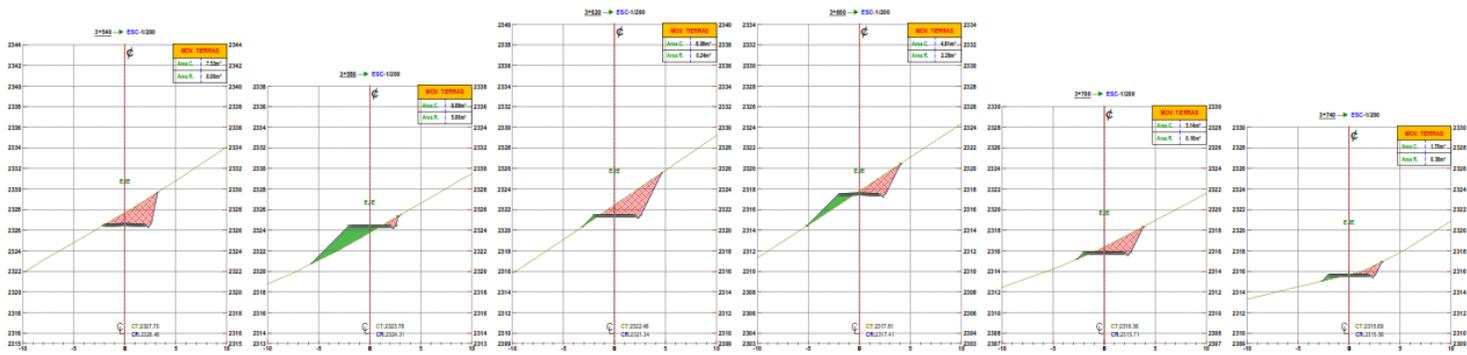
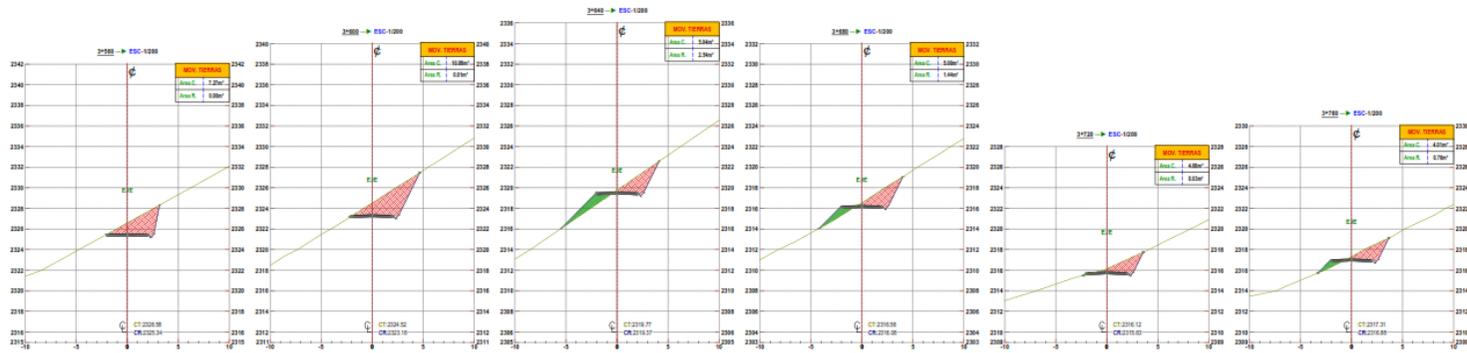
REVISÓ:  
 APROBÓ:

PLANO: **SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 03+320 - 3+520**

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC  
 DISTRITO: CHUGUR Y UTICAYACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022

LAMINA  
**ST-09**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 03+540 - 3+760**

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel

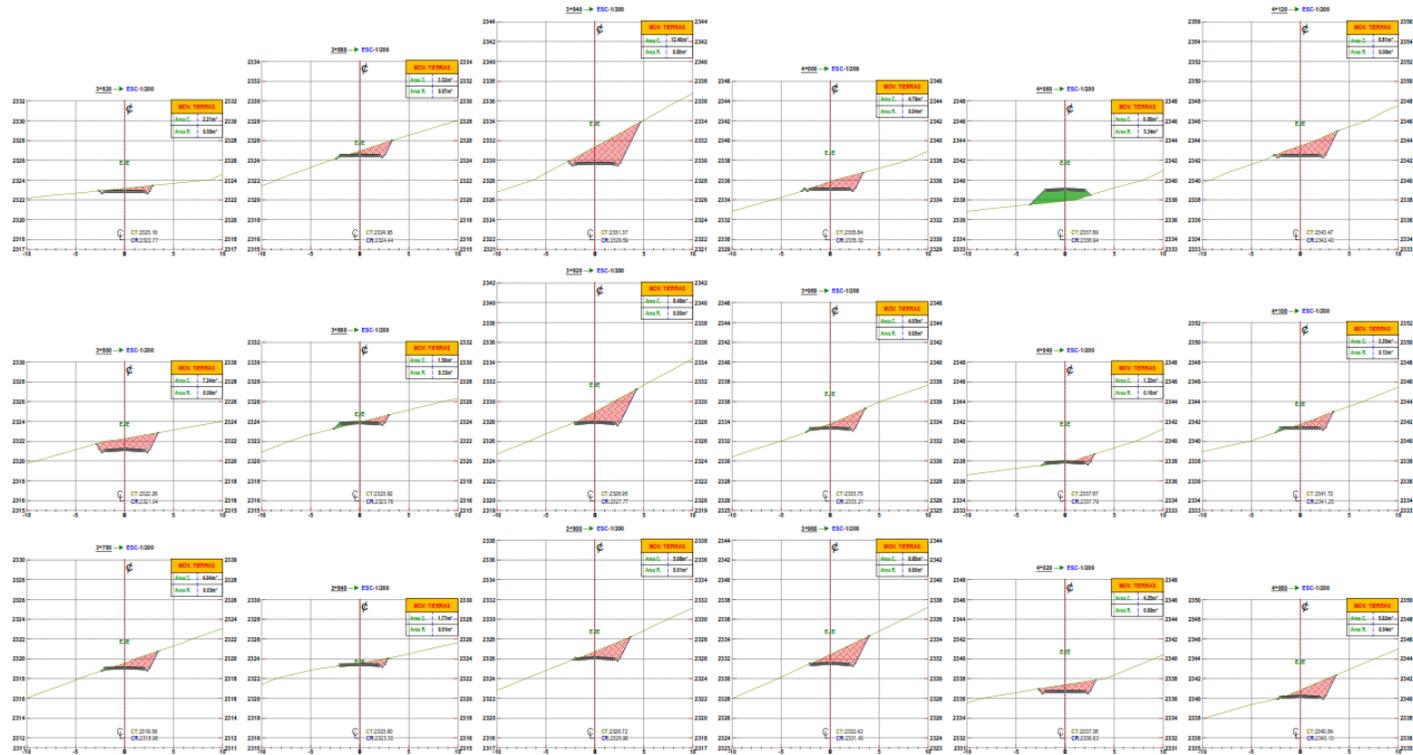
DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÁ:

REGIÓN: CAJAMARCA

ESCALA: 1/200





**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"**

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:

APROBÓ:

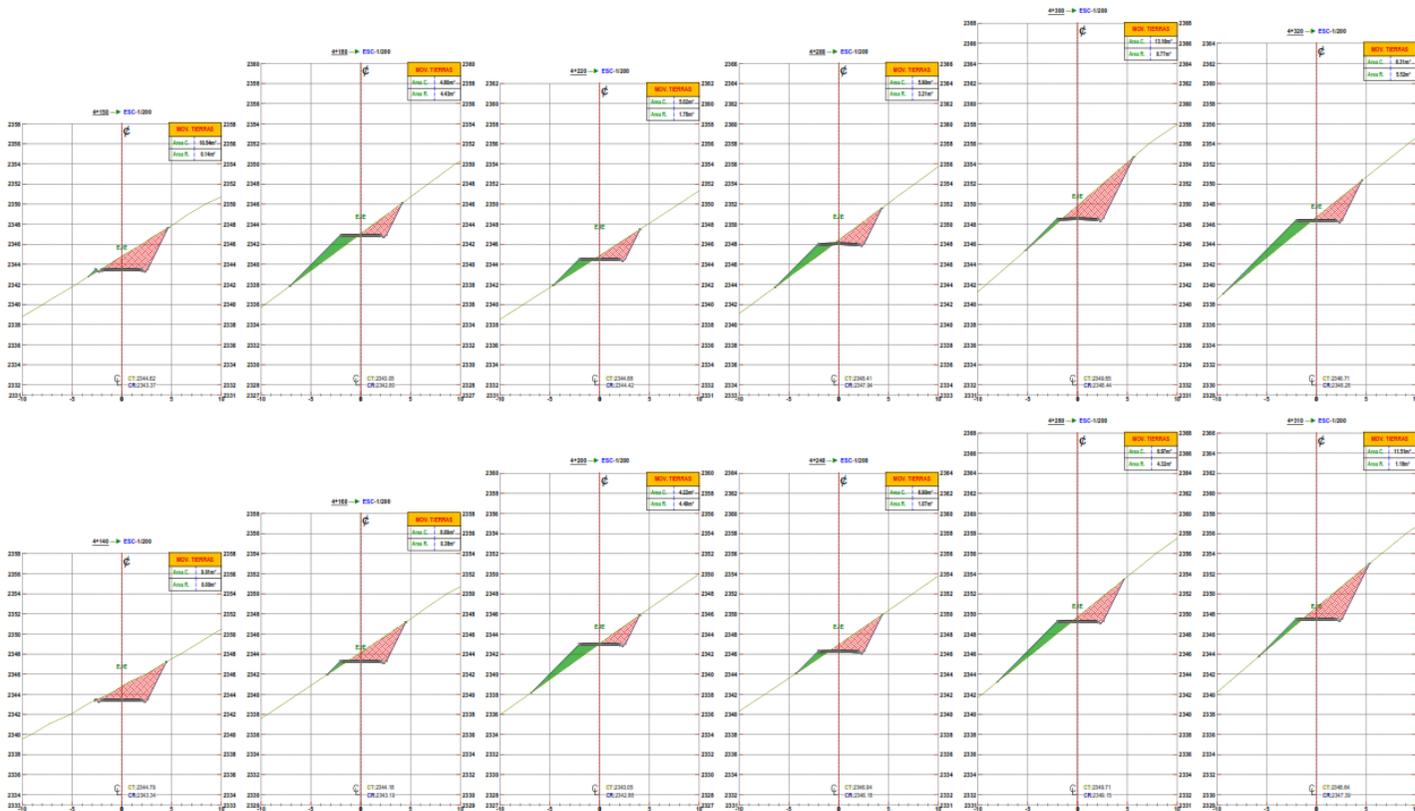
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES  
KM. 03+780 - 4+120**

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHIGUIE Y UTECHACU

ESCALA: 1/200  
FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-11**



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:  
APROBÓ:

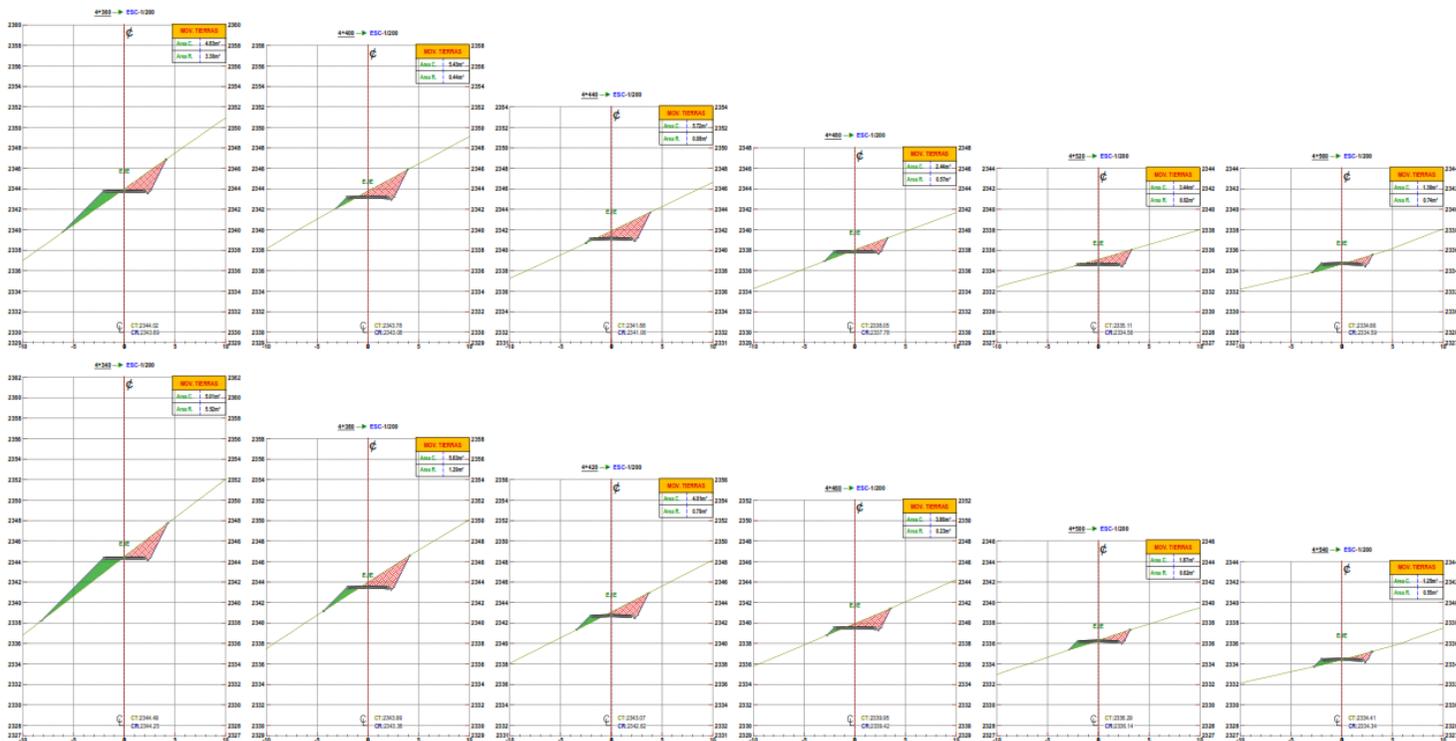
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 04+140 - 4+320**

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHUGUR Y ETICAYCU

ESCALA: 1/200  
FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-12**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA, DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Glancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:  
 APROBÓ:

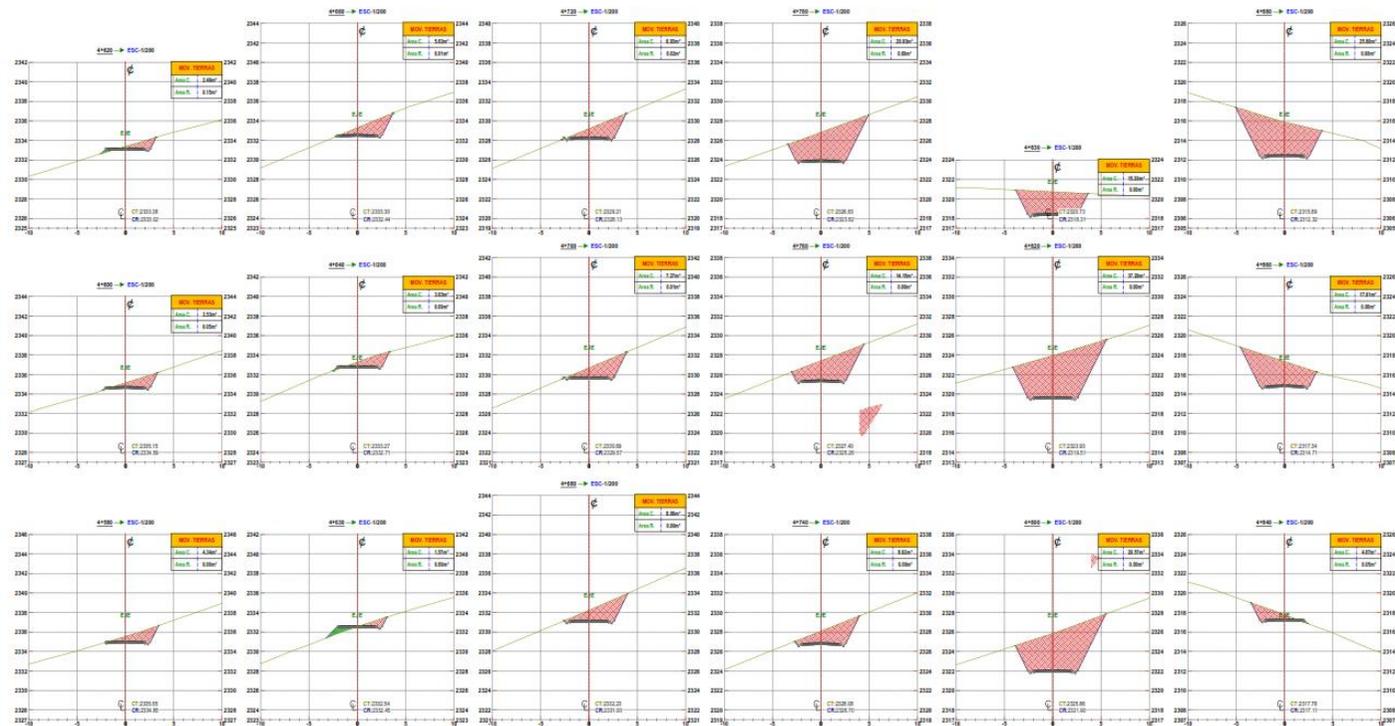
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 04+340 - 4+560**

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUR Y UTICAYACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022

LAMINA  
**ST-13**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:

APRUEBA:

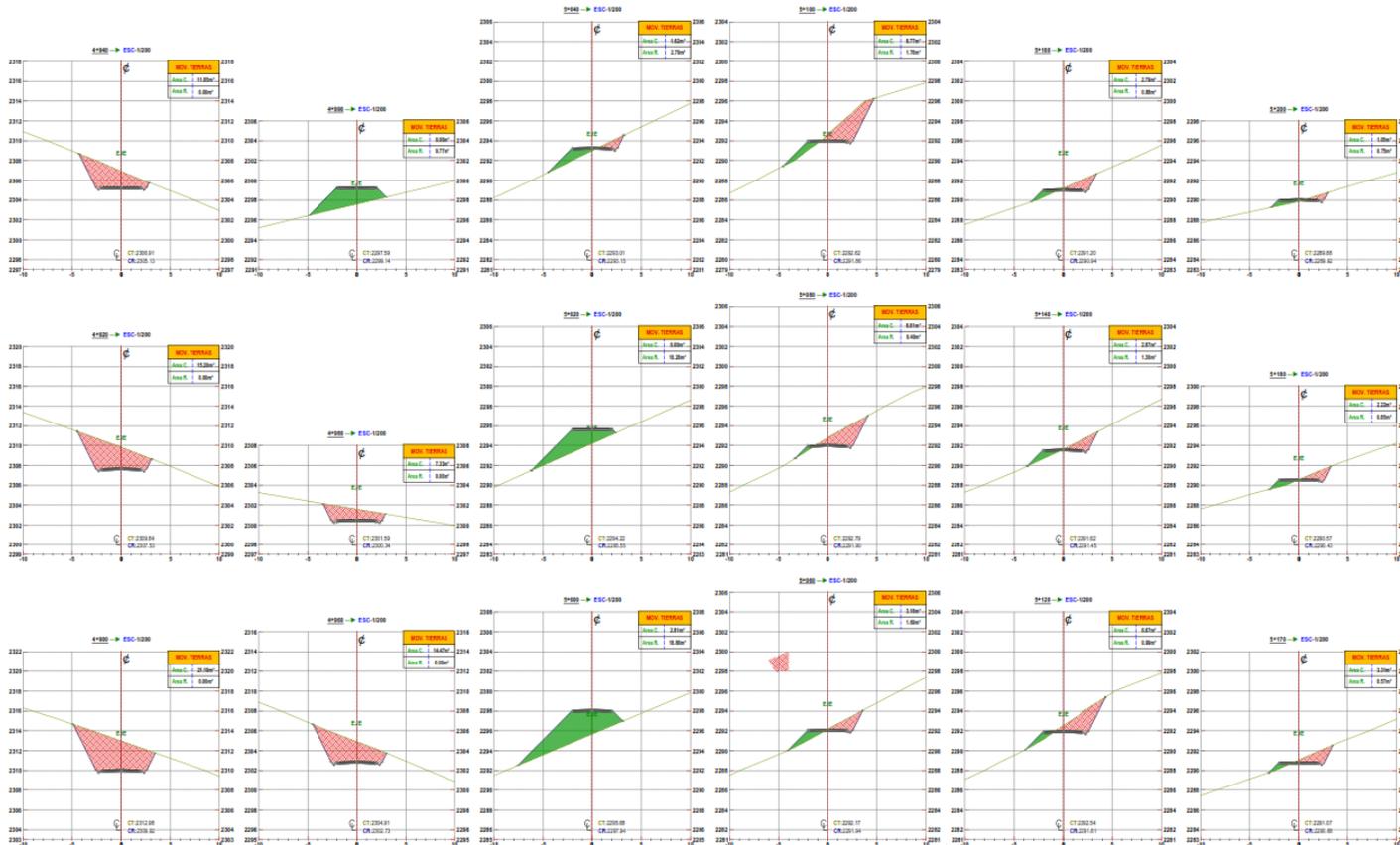
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 04+580 - 4+880**

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUSIS Y TITICACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-14**



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISAR:

APROBAR:

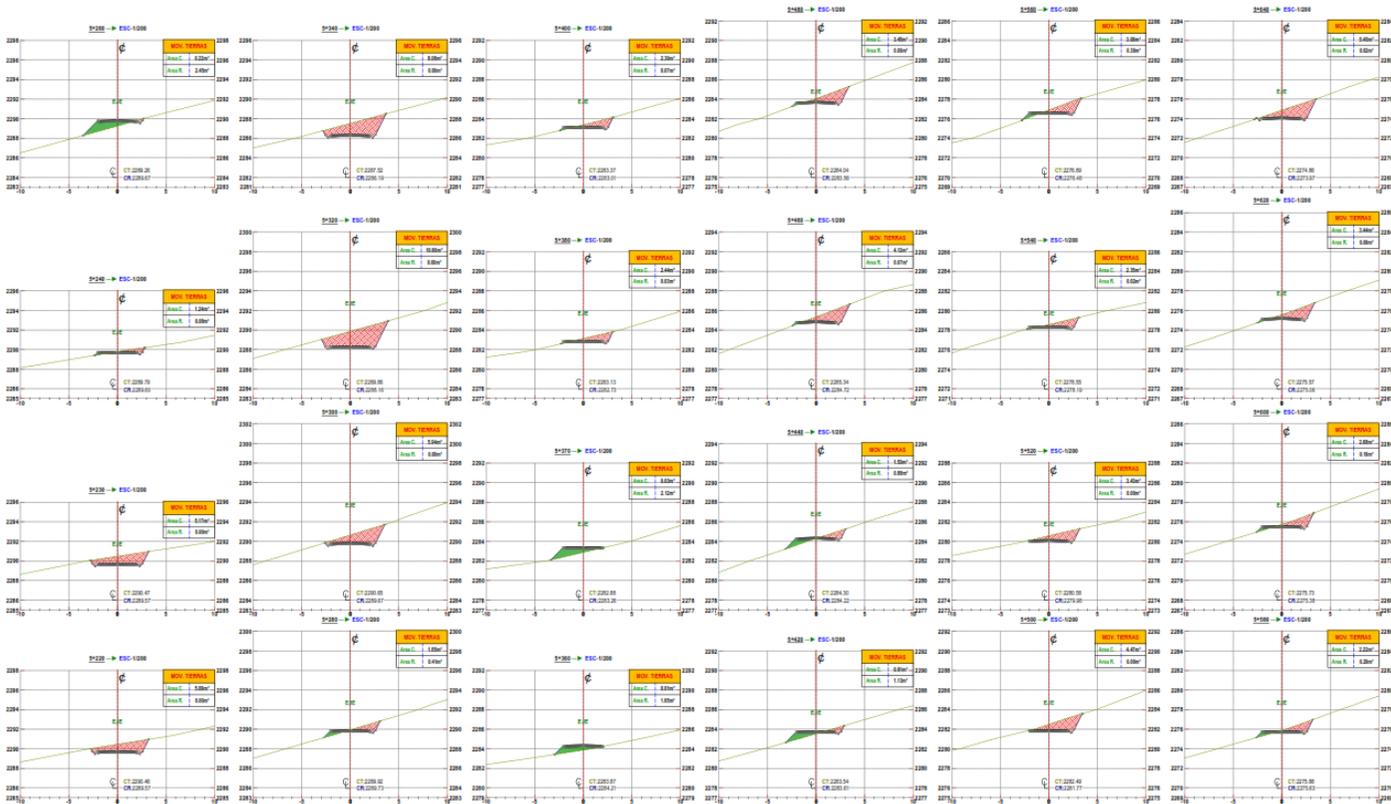
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 04+900 - 5+200**

REGIÓN: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHUGUR Y UTCUYACU

ESCALA: 1/200  
 FECHA: Julio 2022

LAMINA  
**ST-15**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYLUNE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DISEÑO Y DISEÑO:

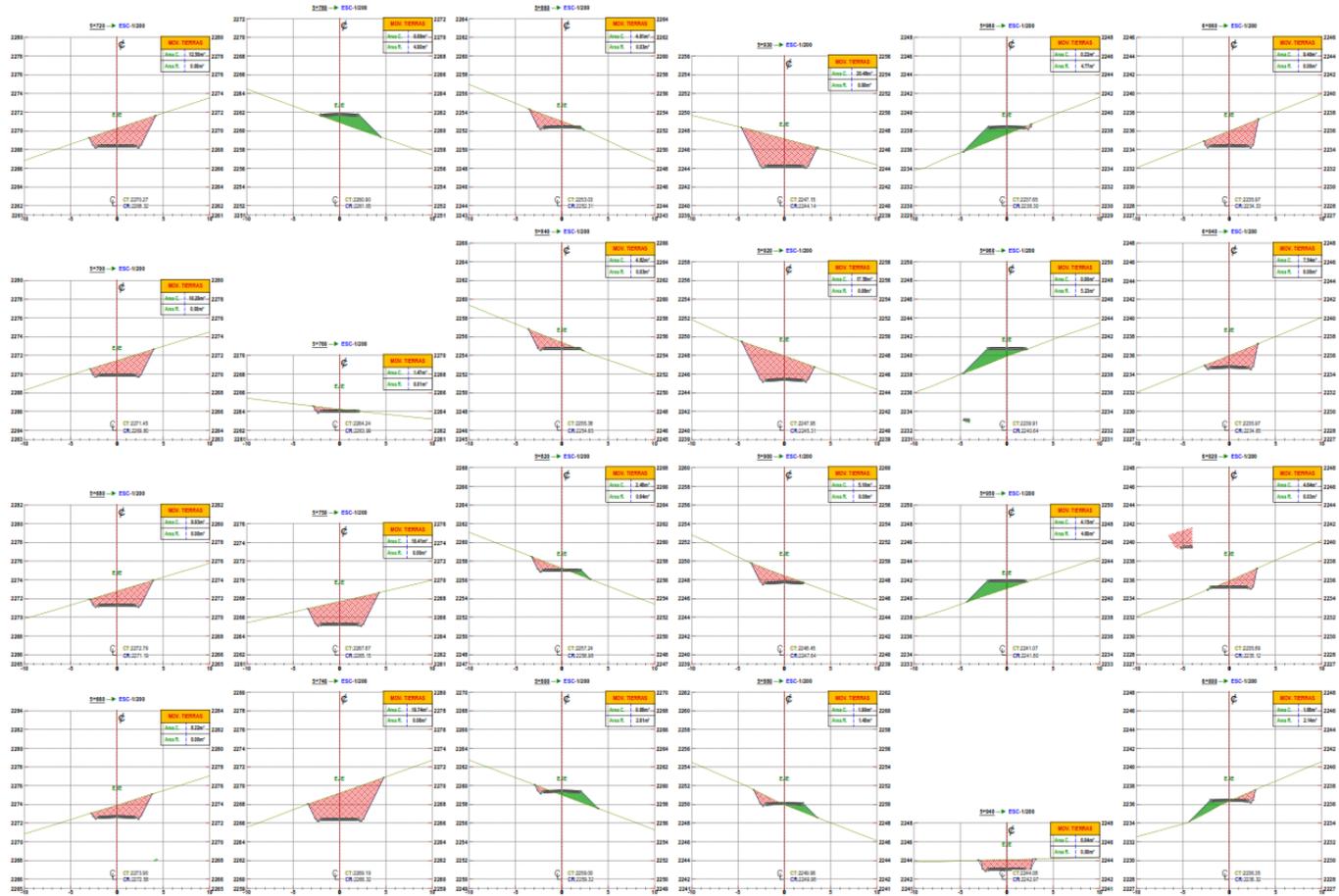
REVISÓ:  
 APROBÓ:

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 05+220 - 5+640**

REGION: CAJAMARCA ESCALA: 1/200  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHOSGUA Y UTRICAYU FECHA: julio 2022

LAMINA  
**ST-16**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TÍTULO:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

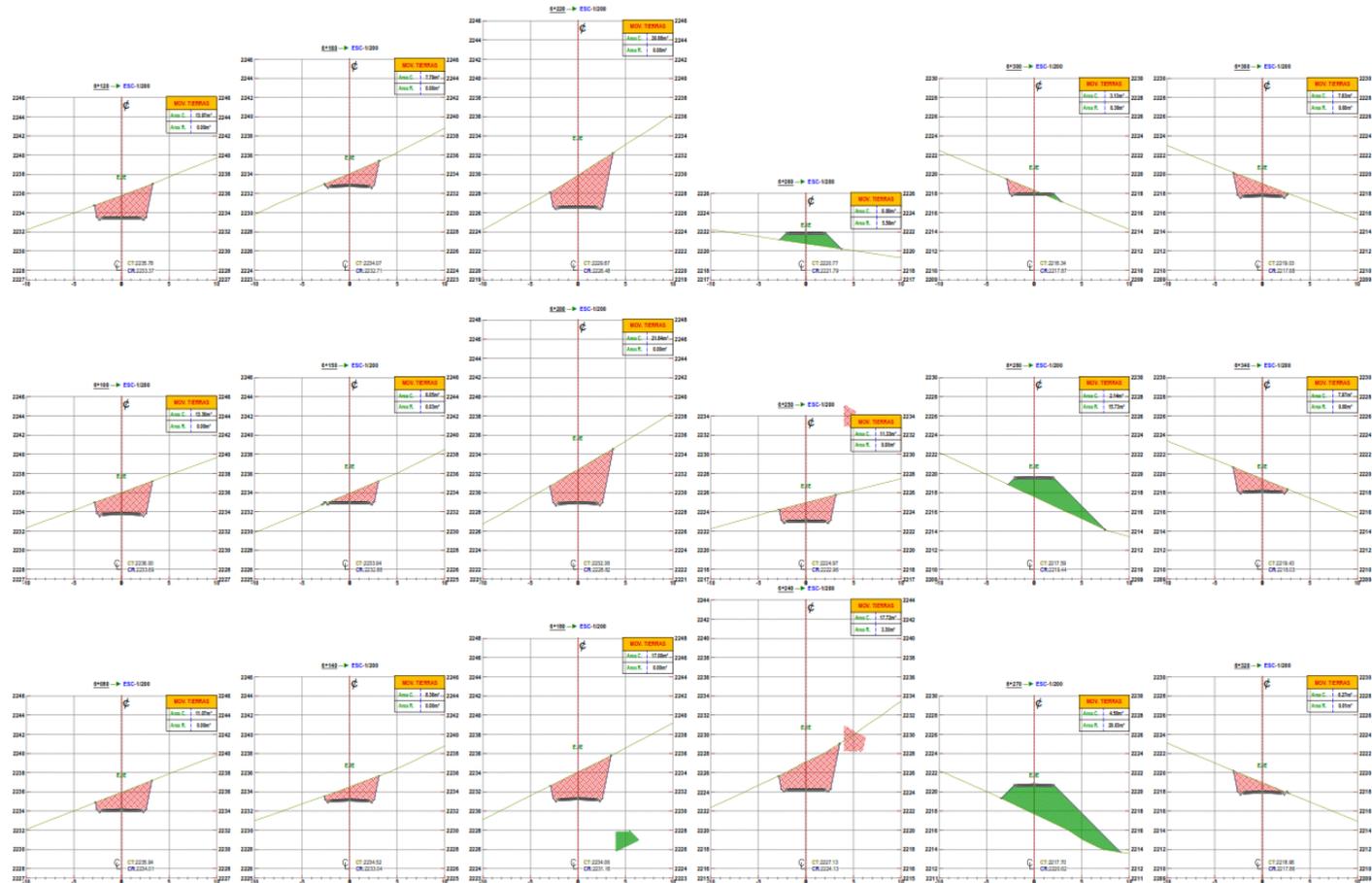
REVISÁ:  
 APROBADA:

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 05+660 - 6+060**

REGIÓN: CAJAMARCA ESCALA: 1/200  
 PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
 DISTRITO: CHIGUAY Y UTRICAYU FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-17**



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL. CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS:

- SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÓ:

APRUEBA:

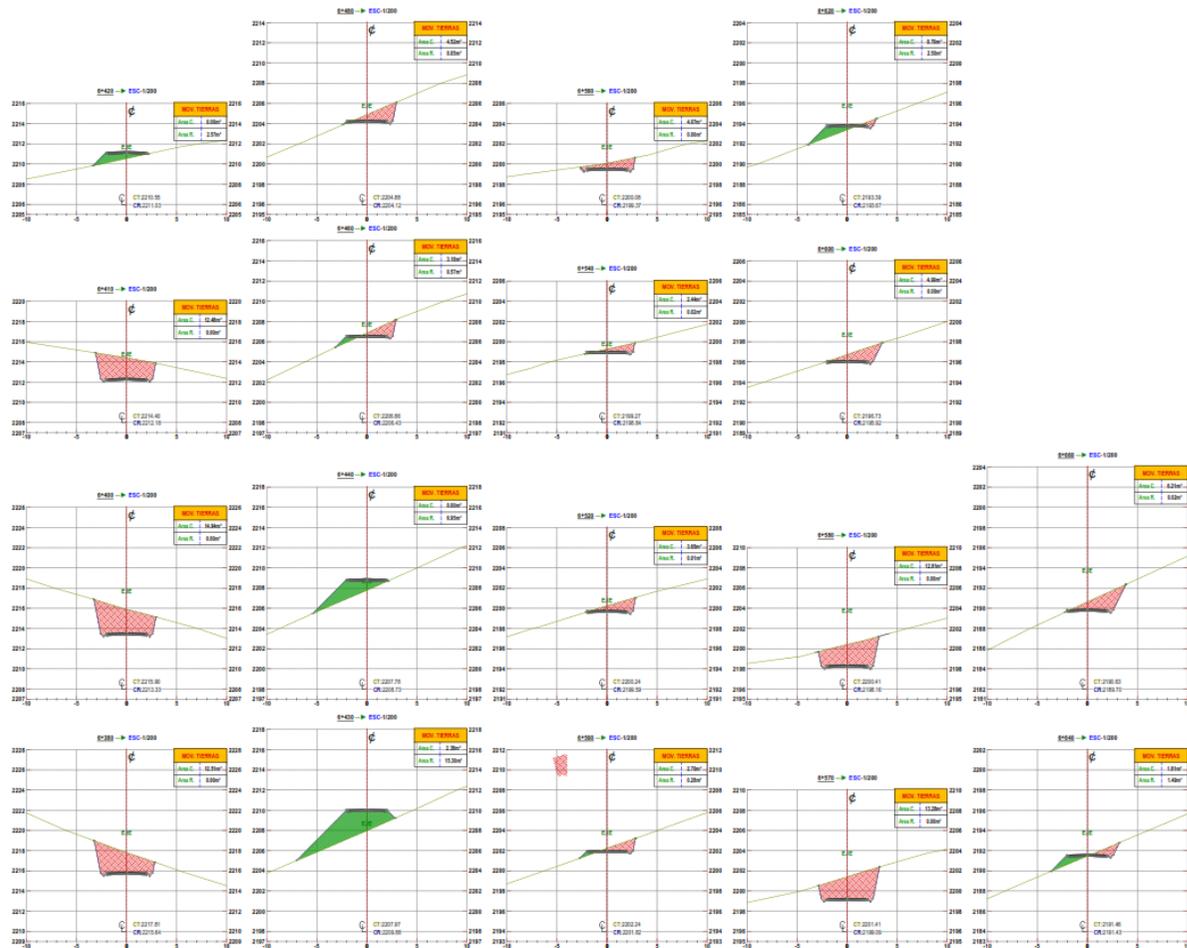
PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 06+080 - 6+360**

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHUGUR YUTUYACU

ESCALA: 1/200  
FECHA: julio 2022

LÁMINA  
**ST-18**



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÁ:

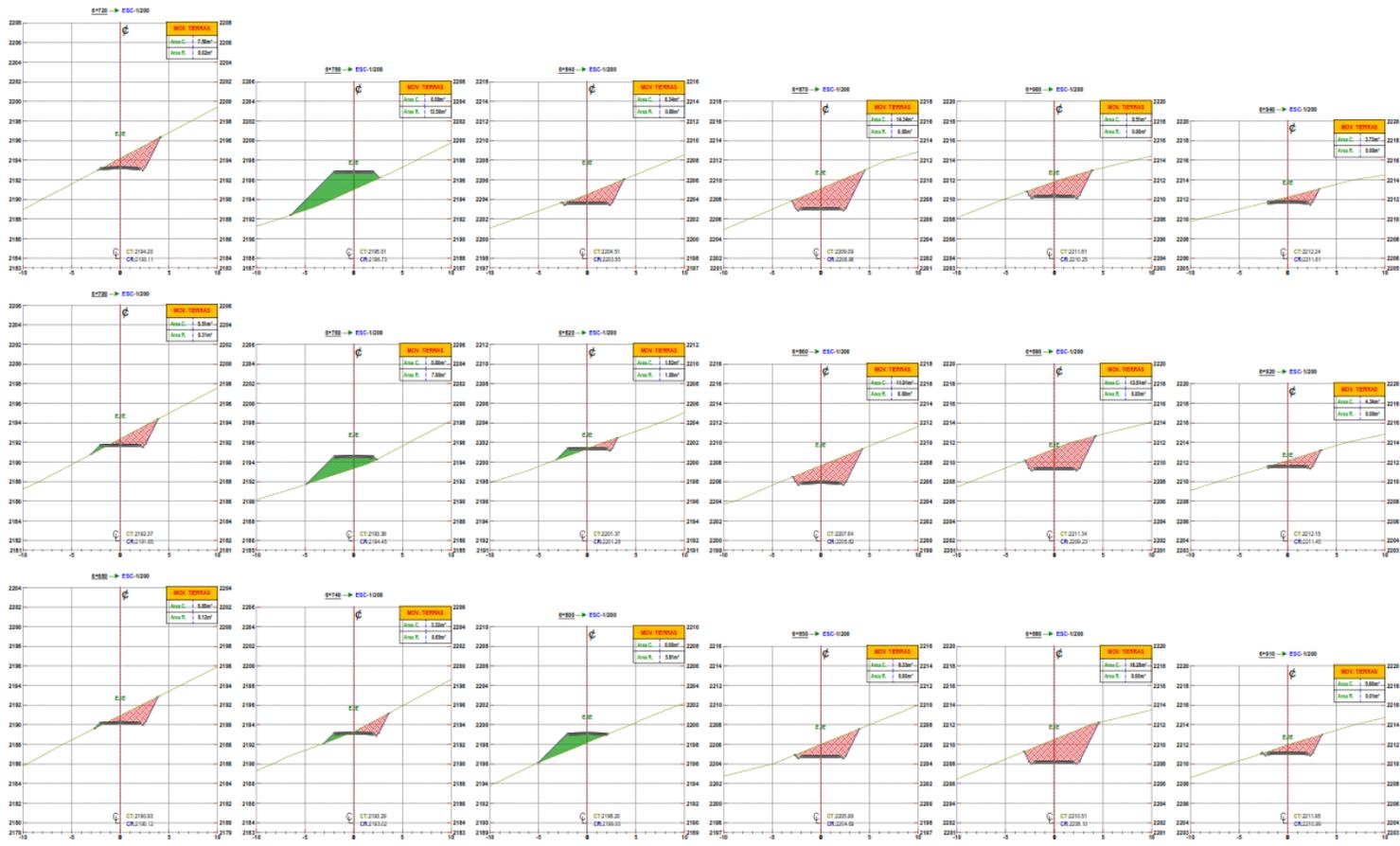
APRUEBA:

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 06+380 - 6+660**

REGIÓN: CAJAMARCA ESCALA: 1/200  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHOCUY Y UTKAYACI FECHA: julio 2022

LÁMINA  
**ST-19**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS: **DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
 "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
 DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"  
 ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
 - VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

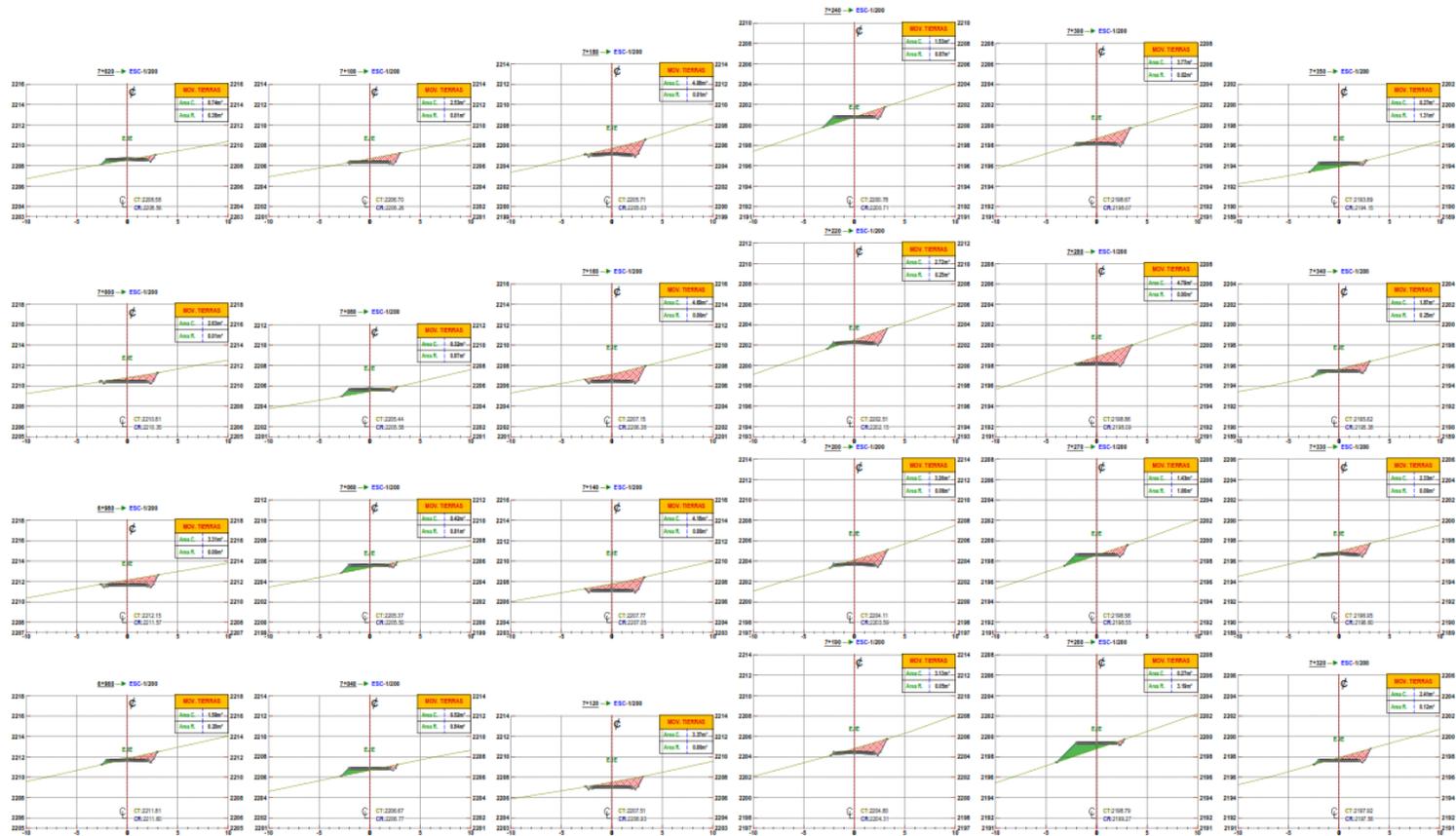
REVISÓ:

APRUEBA:

PLANO: **SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 06+680 - 6+940**

REGIÓN: CAJAMARCA ESCALA: 1/200  
 PROVINCIA: HUALGAYOC FECHA: 14/07/2022  
 DISTRITO: CHIGUIR Y UTRUYACU FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-20**



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TESIS:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISIA:  
APRUEBA:

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM. 06+940 - 7+350**

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHUGUR Y UTRUYACO

ESCALA: 1/200  
FECHA: Julio 2022





**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

TÍTULO:

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CAMINO VECINAL CP COYUNDE PALMA - CP SEXI PALMA,  
DISTRITOS HUALGAYOC - SANTA CRUZ, CAJAMARCA"**

ALUMNOS: - SANDOVAL IDROGO, Rolando Gabriel  
- VAQUEZ QUIROZ, Giancarlo

DIBUJO Y DISEÑO:

REVISÁ:  
APRUEBA:

PLANO:

**SECCIONES TRANSVERSALES  
KM. 07+360 - 7+754**

REGIÓN: CAJAMARCA  
PROVINCIA: HUALGAYOC Y SANTA CRUZ  
DISTRITO: CHUGUYUTUYEALU

ESCALA: 1/200  
FECHA: Julio 2022

LÁMINA  
**ST-22**