

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y
PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL,
DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ
CARRIÓN - LA LIBERTAD**

Línea de Investigación:

Transportes

Autor (es):

Br. Flores Tandaypan, Orlando Martin

Br. Valverde Rodríguez, Gerson Steven

Asesor:

Ms. Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

TRUJILLO – PERU

2019

Fecha de sustentación: 2019/12/09

ACREDITACIONES

TITULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD”

AUTORES: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

APROBADO POR:

Ing. José Sebastián Huertas Polo
PRESIDENTE
N° CIP: 34570

Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Díaz
SECRETARIO
N° CIP: 29040

Ing. Fidel German Sagastegui Plasencia
VOCAL
N° CIP: 32720

Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento
ASESOR
N° CIP: 82596

DEDICATORIA

A Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas. A mi madre, Santos Tandaypan, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo. A mis hermanos, Hilda, Olinda, Irving y Yulissa, por su apoyo incondicional durante estos años de estudios, y gracias no solo por ayudarme en gran manera a concluir esta tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en este proceso de vida universitaria.

Br. Flores Tandaypan, Orlando Martin

En primer lugar, a Dios por haberme dado la vida e iluminado para poder llegar a este momento tan importante para mí y para los seres que me aman, por permitirme dar este pequeño paso, pero significativo en mi vida profesional.

En segundo lugar, a mis padres, Santos Andrés Valverde Ulloa y Anita Rodríguez Florentino solo Dios es testigo del profundo agradecimiento que siento hacia ustedes y que no me alcanzara la vida para poder contribuirles todo lo que han hecho por mí. Todos sus consejos, sus regaños, su comprensión y los valores y principios hicieron que hoy sea este hombre de bien el cual ustedes están orgullosos, mil gracias mis viejitos los amo.

Y por último Olenka Dextre Pardes y Fabio Alexandro Emiliand Valverde Dextre, los dos pilares de mi vida, agradecerte a ti mi compañera de toda la vida por estar conmigo y haber sido siempre mi apoyo en las veces que tropecé en este largo camino, y a ti mi hijo por darme esa motivación de ser el mejor y superarme día a día

Br. Gerson Steven Valverde Rodríguez

AGRADECIMIENTO

A Dios por a habernos acompañado y guiado a lo largo de esta investigación, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes; a nuestras familias por su apoyo moral y económico, a nuestra UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO. A nuestros docentes durante nuestra formación universitaria, en especial al Ingeniero Tito Burgos. Asesor de tesis quien estuvo guiándonos académicamente con su experiencia y profesionalismo.

RESUMEN

El camino vecinal desvió de Markahuamachuco - Sanagoran es la única vía de acceso hacia ambos distritos, y que a lo largo de la carretera se ubican cuatro centros poblados para quienes la carretera es fundamental porque representa la única vía de conexión con los mercados de intercambio y centros productivos, así como a los centros de prestación de servicios básicos como educación y salud.

En la presente tesis se realiza un análisis comparativo entre los pavimentos rígido y flexible de 11.404 Kilómetros del tramo desvió de Markahuamchuco – Sanagoran, Provincia de Sánchez Carrión, la Libertad. Este tramo no cuenta en la actualidad con algún tipo de pavimentación y señalización, causando retrasos en los transportes y dificultando el acceso a ambos distritos.

Se diseñará los pavimentos rígido y flexible por la metodología AASHTO 93. Realizando estudios de Levantamiento topográfico de dicho tramo, Estudio de suelos con fines de pavimentación, siendo este fundamental para los diseños, cálculo de espesores de capa y finalmente la realización de un presupuesto total de ambos pavimentos.

Estos procesos de diseño ayudaran a determinar que pavimento se adecua más a dicha zona de estudio, para una futura pavimentación del tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran, Provincia de Sánchez Carrión, la Libertad.

ABSTRACT

The neighborhood road diverted from Markahuamachuco - Sanagoran is the only access road to both districts, and along the way there are four populated centers for whom the road is essential because it represents the only route of connection with the exchange markets and production centers, as well as centers that provide basic services such as education and health.

In this thesis a comparative analysis is performed between the rigid and flexible pavements of 11.404 Kilometers of the section diverted from Markahuamachuco - Sanagoran, Province of Sánchez Carrión, la Libertad. This section does not currently have some type of paving and signaling, causing transport delays and making access to both districts difficult.

Rigid and flexible pavements will be designed by the AASHTO 93 methodology. Carrying out topographic survey studies of said section, Study of soils for paving purposes, this being fundamental for the designs, calculation of layer thicknesses and finally the realization of a total budget of both pavements.

These design processes will help determine which pavement is best suited to said study area, for future paving of the section diverted from Markahuamachuco - Sanagoran, Province of Sánchez Carrión, la Libertad.

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

Dado por cumplimiento conforme lo estipula las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de Ingeniería y escuela profesional de Ingeniería Civil, es grato poner a su consideración, el presente trabajo de investigación titulado: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD. Con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero civil.

Atentamente,

Br. Flores Tandaypan, Orlando Martin

Br. Valverde Rodríguez, Gerson Steven

INDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT	VI
PRESENTACION	VII
INDICE.....	VIII
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE GRAFICOS	XV
I. INTRODUCCION.....	16
1.1. Problema de Investigación	16
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo General	18
1.2.2. Objetivos Específicos	18
1.3. Justificación del estudio	19
II. MARCO REFERENCIAL.....	19
2.1. Antecedentes del estudio.....	19
2.2. Marco teórico	22
2.2.1. Pavimento.....	22
2.2.1.1. Pavimento Flexible	23
2.2.1.2. Pavimento Rígido	26
2.2.1.3. Pavimento mixto.....	27
2.2.1.4. Pavimento de concreto asfalto en caliente	27
2.2.2. Preparación del Terreno	28
2.2.3. Reconocimiento de suelos y Rocas.....	28
2.2.4. Trafico Vial	29
2.2.5. Seguridad Vial.....	30
2.2.6. Topografía en Carreteras	31

2.3.	Marco conceptual	31
2.4.	Sistema de Hipótesis	34
2.4.1.	Hipótesis general	34
2.4.2.	Variable e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)	34
III.	METODOLOGIA EMPLEADA.....	35
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	35
3.1.1.	De acuerdo a la orientación o Finalidad: Aplicada	35
3.1.2.	De acuerdo a la técnica de contrastación: Explorativa	35
3.2.	Población y muestra de estudio.....	36
3.3.	Diseño de Investigación.....	36
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	36
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	36
3.5.1.	Generalidades	37
3.5.2.	Determinación del estudio de trafico	38
3.5.2.1.	Calculo del (IMDA) Índice Medio Diario Anual.....	38
3.5.2.2.	Factor de corrección estacional	39
3.5.2.3.	Resultados del Índice Medio Diario Anual (IMDA)	41
3.5.2.4.	Proyección de trafico.....	43
3.5.2.5.	Trafico normal.....	45
3.5.2.6.	Tráfico generado con proyecto	46
3.5.2.7.	Factor de crecimiento	47
3.5.2.8.	Factor camión	47
3.5.3.	ESTUDIO DE SUELOS.....	52
3.5.3.1.	Caracterización de la sub rasante	52
3.5.3.2.	Registro de Excavación	52
3.5.3.3.	Resultado de Estudios de Suelos.....	53
3.5.3.4.	Clasificación de suelos.....	57
3.5.3.5.	Capacidad de soporte de la Plataforma.....	58

3.5.4.	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	59
3.5.4.1.	Diseño utilizando el Método AASHTO 93	59
3.5.4.2.	Periodo de Diseño.....	59
3.5.4.3.	Calculo del EAL de Diseño.....	59
3.5.4.4.	Módulo de Resiliencia (Mr).....	60
3.5.4.5.	Confiabilidad (%R).....	60
3.5.4.6.	Desviación Estándar Combinada (So).....	61
3.5.4.7.	Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)	62
3.5.4.8.	Índice de Serviciabilidad (PSI)	63
3.5.4.9.	Calculo del Numero Estructural (SN).....	66
3.5.4.10.	Calculo del SN con el Monograma para Pavimento Flexible.....	67
3.5.4.11.	Coefficiente de Drenaje.....	68
3.5.4.12.	Coefficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación	69
3.5.4.13.	Calculo de los Espesores.....	70
3.5.5.	DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO	71
3.5.5.1.	Diseño utilizando el método AASTHO 93.....	71
3.5.5.2.	Periodo de Diseño.....	71
3.5.5.3.	Calculo del (EAL) de Diseño	71
3.5.5.4.	CONFIABILIDAD (%R).....	72
3.5.5.5.	Desviación estándar (So)	73
3.5.5.6.	Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)	73
3.5.5.7.	Coefficiente de Transferencia de Carga (J)	74
3.5.5.8.	Coefficientes de Drenaje (Cd)	74
3.5.5.9.	Módulo De Reacción de la Subrasante (K).....	75
3.5.5.10.	Módulo Elástico del Concreto (Ec)	77
3.5.5.11.	Módulo de Rotura del Concreto (S'c).....	78
3.5.5.12.	Cálculo de Espesor de Losa de concreto.....	78

3.5.5.13.	Monograma para Pavimento Rígido.....	80
3.5.5.14.	Juntas	81
3.5.6.	PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	83
3.5.7.	PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO RIGIDO	84
3.5.8.	CRONOGRAMA DE OBRA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	85
3.5.9.	CRONOGRAMA DE OBRA DEL PAVIMENTO RIGIDO	87
3.5.10.	SEGURIDAD VIAL	89
3.5.10.1.	Accidentalidad	90
3.5.10.2.	Insuficiente o inadecuada señalización	91
3.5.10.3.	Diseño Geométrico de la Vía:	91
3.5.10.4.	Alineamiento horizontal de la vía	92
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS	94
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	98
VI.	CONCLUSIONES	100
VII.	RECOMENDACIONES.....	101
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	102
IX.	ANEXOS	105

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tipos de Pavimento.....	23
Tabla 02: Variable Independiente	34
Tabla 03: Variable Dependiente.....	35
Tabla 04: FCE Virú	39
Tabla 05: Variaciones de tráfico y cálculo del IMDA.....	40
Tabla 06: Variaciones diarias de tráfico E-1.....	42
Tabla 07: Tasa de crecimiento poblacional Sanagorán	44
Tabla 08: Tasa de crecimiento poblacional Huamachuco	44
Tabla 09: PBI región la libertad	44
Tabla 10: Tráfico generado sin proyecto	45
Tabla 11: Tráfico generado con proyecto	46
Tabla 12: Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos	47
Tabla 13: Resultado de Factor Camión de C2	48
Tabla 14: Resultado de Factor Camión de C3	48
Tabla 15: Resultado de Factor Camión de C4	49
Tabla 16: Resultado de Factor Camión de T2S2.....	49
Tabla 17: Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígidos.....	50
Tabla 18: Resultado de Factor Camión de C2	50
Tabla 19: Resultado de Factor Camión de C3	51
Tabla 20: Resultado de Factor Camión de C4	51

Tabla 21: Resultado de Factor Camión de T2S2.....	52
Tabla 22: Numero de Ensayos CBR y MR.....	53
Tabla 23: Resultados de Ensayos Estándar en Muestras Obtenidas de las Calicatas.....	54
Tabla 24: Resultados de Ensayos Estándar en Muestras Obtenidas de las Calicatas.....	55
Tabla 25: Resultado de Ensayos Estándar en Muestras Obtenidas de las calicatas	56
Tabla 26: Clasificación SUCS	57
Tabla 27: Categorías de Sub Rasante Según el Manual MTC	58
Tabla 28: Calculo para hallar el EAL.....	59
Tabla 29: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.....	61
Tabla 30: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.....	62
Tabla 31: Índice de serviciabilidad Inicial (Pi) según rango de Trafico	63
Tabla 32: Índice de serviciabilidad Final (Pt) según rango de Trafico	64
Tabla 33: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI), según el Rango de Trafico	65
Tabla 34: Calidad de Drenaje.....	68
Tabla 35: Coeficiente de Drenaje para Base y Subbases.....	68
Tabla 36: Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación	69
Tabla 37: Cálculos para hallar el EAL	71
Tabla 38: Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según rango de trafico	72
Tabla 39: Índice de serviciabilidad Inicial (Pi) y Final (Pt) según Rango de Trafico	73
Tabla 40: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga.....	74

Tabla 41: Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd	75
Tabla 42: Modulo de Rotura	78
Tabla 43: Dimensiones de Losa	82
Tabla 44: Accidentalidad en la Carretera	90
Tabla 45: Situación actual y con Proyecto.....	93

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Corte de un pavimento flexible	24	
Grafico 2: Corte de pavimento Rígido.....	26	
Grafico 3: Ubicación Departamental	Grafico 4: Ubicación Provincial.....	37
Grafico 5: Croquis de ubicación del estudio	37	
Grafico 6: Variaciones diarias de tráfico E-1.....	41	
Grafico 7: Clasificación vehicular E-1	42	
Grafico 8: Ubicación de E-1	43	
Grafico 9: Clasificación de Suelos de Plataforma.....	58	
Grafico 10: Calculo del SN en Nomograma para Pavimento Flexible.....	67	
Grafico 11: Calculo del SN en Nomograma para Pavimento Flexible.....	70	
Grafico 12: Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub rasante	76	
Grafico 13: Resultado de Modulo Reacción Combinado	77	
Grafico 14: Calculo de “D” con el Monograma para Pavimento Rígido	80	
Grafico 15: Sección del Pavimento Rígido.....	81	

I. INTRODUCCION

1.1. Problema de Investigación

a. Descripción de la realidad problemática

Según el libro de *ENSAYO SOBRE EL ROL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CRECIMIENTO ECONOMICO DEL PERU* (2008) del *Ph.D. Arturo Vásquez Cordano*, define a la infraestructura vial como una infraestructura de transporte la cual se compone por una secuencia de activos físicos que sirve para regularización y para la oferta de las prestaciones de transporte de carga y/o de pasajeros por vía terrestre. Las cuales se dividen en Obras Viales que son las autopistas, los caminos rurales, trochas, túneles, puentes, entre otros y terminales terrestres o terrapuertos.

Además, el *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGIA, Y PAVIMENTOS (2013)* del *Ministerio de Transporte y Comunicaciones* define al pavimento flexible como una estructura compuesta, que está conformada mediante recubrimientos granulares y una carpeta compuesta con componentes bituminosos como aditivos, agregados, aglomerantes, que hacen la función de una capa de rodadura, la cual las cargas son transmitidas a la subrasante. Y define al Pavimento rígido como una estructura compuesta particularmente por un recubrimiento granular como subbase, dicho recubrimiento puede ser de base granular, o estabilizada con cal, cemento o asfalto, además tiene un recubrimiento de concreto que actúa como aglomerante la cual hacen la función de una capa de rodadura y esta puede tener una resistencia de tracción de 50 kg/cm².

De acuerdo a la *REVISTA PERU CONTRUYE (2018)*, en el Perú la mayoría de obras viales son de pavimentos flexibles porque a diferencia de una pavimentación rígida, la pavimentación flexible es más segura puesto que al pintar las líneas amarillas o blanca sobre la superficie oscura, facilita la visualización de las señales. A su vez debido a su superficie especialmente granulada, se puede

prevenir el acuaplaneo, que viene hacer la perdida de fricción de las llantas al tener contacto con la capa de rodadura por acción de las lluvias.

Otros factores del porque el pavimento flexible tiene más demanda en el Perú es por el impacto ambiental, ya que este se puede reciclar para luego poder volver a usarlo. Además, en el aspecto económico una pavimentación flexible resulta ser más rentable debido a sus bajos costos al construir y al dar mantenimiento, en el País este tipo de pavimento es factible debido a que la mayoría de suelos son de media a buena calidad, permitiendo que, al construir este tipo de obras viales, los suelos por tener estas propiedades absorben las cargas vehiculares conservando así la carpeta asfáltica. Por ultimo dependiendo de la cantidad de circulación vehicular se puede diseñar una pavimentación flexible aún más económico debido a su versatilidad de sus materiales.

Tomando las referencias anteriores, el proyecto se desarrollará en el Departamento La libertad, Provincia de Sánchez Carrión, Distrito de Markahuamachuco - Sanagorán.

El problema principal que se observa en estas localidades vecinales donde se enfocará el proyecto, es que el desvío de Markahuamachuco - Sanagorán, construido inicialmente a nivel de trocha carrozable, en estos momentos es una carretera afirmada entre regular y mal estado de conservación y transitabilidad, ya que el trazo de la misma no se ajusta a los criterios técnicos emitidos por el ente rector, además esta situación genera elevados costos de operación y mantenimiento, que se empeora durante los meses de invierno.

Este desvió es el único camino que existe para que los pobladores de Sanagoran accedan a la ciudad de Huamachuco, por ser esta, el centro comercial más cercano a su localidad, por la presencia de puestos de Salud, centros educativos y porque es su paso obligatorio para que se dirijan a Trujillo o a la ciudad de Cajabamba en el departamento de Cajamarca, pero debido al mal

estado de esta vía el distrito de Sanagoran presenta poca actividad económica por la falta de comunicación vial con los distritos vecinos.

b. Formulación del problema

¿Cómo mejorar la transitabilidad vehicular con un análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible en el tramo desvió de Markahuamachuco - Sanagoran - Provincia de Sánchez Carrión - la Libertad?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Realizar un Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para el mejoramiento del camino vecinal, desvió de Markahuamachuco – Sanagoran – Provincia de Sánchez Carrión - la Libertad, para determinar cuál es el más recomendable para dicha zona de estudio.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de tráfico para determinar el IMDA de diseño.
- Realizar un estudio topográfico y estudio de suelos del tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran
- Realizar un estudio de seguridad vial para prevenir futuros accidentes, proponiendo una carretera con mejores características.
- Determinar los espesores del pavimento Rígido y Flexible según el método (AASHTO-93).
- Realizar un análisis de presupuesto para ambos tipos de pavimento.
- Determinar el plazo de ejecución de las 02 alternativas de diseño del pavimento propuesto.

- Determinar cuál es el diseño del pavimento más recomendable para la zona de estudio.

1.3. Justificación del estudio

- La presente investigación se justifica académicamente porque nos permite aplicar metodologías explicadas en la universidad para resolver el problema planteado.

- La presente investigación se justifica económicamente porque garantiza la transitabilidad vehicular, en condiciones de eficiencia y seguridad, haciendo un Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible en el tramo, desvío de Markahuamachuco – Sanagoran, buscando reducir costos en ejecución, mantenimiento y operación de los vehículos manteniendo una velocidad acorde con las condiciones orográficas, lo que se reflejara en la reducción de los costos del transporte para la zona.

- La presente investigación se justifica por que propone mejorar el tramo desvío de Markahuamachuco – Sanagoran, con los resultados del análisis comparativo entre el pavimento rígido y pavimento flexible, Adecuando así una mejor vía transitable que genere ingresos económicos para dichos pueblos.

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes del estudio

Para esta investigación el antecedente con mayor relevancia es el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013). En el cual esta detallado como diseñar y hacer el control de calidad de los pavimentos rígidos y flexibles.

Además, las pruebas de ensayo que se necesita para un control de calidad de los pavimentos, las cuales están establecidas en el Manual de Carreteras EG-2013, servirán como información al

momento de hacer las comparaciones y poder responder las interrogantes, hipótesis y conclusiones.

A su vez la investigación está tomando en cuenta las siguientes tesis.

Hurtado Acuña. R (2016), en su tesis denominada “Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco”- Costa Rica

Aquel proyecto se enfocó en el estudio de diversas alternativas de pavimento, especialmente el flexible y el rígido, con el objetivo de hacer una comparación de aquellos pavimentos, además de obtener alternativas de diseño estructural de menor inversión para el camino en lastre Guayabal-Guatuso.

Hurtado planteo alternativas de pavimento rígido y de pavimento flexible, debido a que el CBR de la sub-rasante fue de 1% y el tipo de suelo era arcilla con una baja plasticidad.

La conclusión fue el pavimento flexible la alternativa más rentable para ser aplicada en el camino Guayabal-Guatuso, debido a que es la única opción con un VAN positivo de 45 millones de colones y un TIR de 14,1%.

Burgos Vásquez B. (2014), en su tesis denominada “Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira – el arenal, en la comuna de Valdivia”.- Chile

Este proyecto se enfocó en dar a conocer un análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible y así usarlo como alternativa en la pavimentación la ruta Santa Elvira – El Arenal en la comuna de Valdivia.

Las dos propuestas son opciones satisfactorias debido al comportamiento que tienen para absorber cargas, pero el factor económico tendrá un rol importante, porque estará involucrado el valor inicial de cada alternativa, junto con el de conservación y rehabilitación de éstos durante un ciclo de vida determinado.

La conclusión, según el estudio y análisis que se realizó el cual está sustentado con los resultados que se obtuvieron, se puede afirmar que, para el tramo que une Santa Elvira y El Arenal ubicado en Valdivia en la Región de los Ríos, se elegirá construir un pavimento flexible, porque es más económico y rentable, además cumple con las condiciones de diseño, por lo contrario el pavimento rígido presenta una conservación más económica pero de un costo de implementación más costosa que el pavimento flexible.

Rengifo Gonzales, J. (2017) "Análisis Comparativo entre Pavimento Flexible Convencional y Pavimento Reciclado en las Cuadras 1-29 de la avenida La Paz San miguel – Lima"

El objetivo principal fue demostrar la viabilidad técnico – económica del uso de pavimento flexible reciclado como una posible alternativa en las obras de la rehabilitación vial, la cual se desarrollará en Lima Metropolitana. El lugar de estudio fue la avenida La Paz, de la cuadra 1 a la 33 en San Miguel. En el lugar se estudió las características del pavimento antiguo de la avenida La Paz, ya que al mezclarse con el pavimento nuevo habría significado casi un 40% del agregado pétreo el cual se utilizó para la mejora de la carpeta asfáltica de la avenida.

La conclusión fue que, al haber usado pavimento flexible reciclado en el mejoramiento de carpeta asfáltica de la avenida, se vieron ahorros el 12.82% en el costo total de los materiales y de la mezcla asfáltica un 14.47%. Además, los resultados del ensayo de resistencia de mezclas

bituminosas en el cual se empleó el aparato de Marshall, arrojaron resultados favorables y coincidían con los resultados de la empresa C.A.H Contristas Generales S.A.

Ramírez Rojas, W (2017) “Estudio Comparativo del Diseño del Pavimento Rígido, Semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del Sector VI C- El Milagro-Trujillo- La Libertad”- Perú

Esta investigación tiene como objetivo realizar un estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible. En este estudio se diseñará los diferentes tipos de pavimento y así usarlo como alternativa en más factible y económico en la pavimentación las calles del Sector VI C- El Milagro-Trujillo- La Libertad

La conclusión fue que en el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un CBR= 49.70 esto permite a que el terreno tenga una buena capacidad portante, esto conlleva a que el pavimento flexible ya no necesitaría de una sub base granular en su diseño. Por ultimo en lo económico el pavimento flexible es el que mejor, además se ajusta a la zona de estudio.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Pavimento

Un pavimento se define como una estructura que se encuentra sobre la superficie del terreno, de las vías terrestres definidas como subrasante. La estructura está compuesta por una o más capas seleccionadas con un material granular y debidamente compactadas para que dicha estructura pueda resistir y distribuir las cargas vehiculares junto a los esfuerzos que provoca la intemperie. Esta estructura tiene que reunir las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito vehicular.

Un pavimento está conformado estructuralmente con una base granular y una superficie de rodadura.

La primera capa (base granular) puede estar conformada por una o más capas y alturas esto se definirá según el tipo de carretera y el criterio del proyectista al diseñar.

La segunda capa (superficie de rodadura) puede ser hecha de cemento, asfalto o una de ambos materiales, esto dependerá del diseño de proyección.

Un pavimento se clasifica en tres tipos, esto se debe al tipo de material que se emplea para construir la vía:

Tabla 01: Tipos de Pavimento

TIPOS DE PAVIMENTOS		
Pavimentos Flexible	Pavimento Rígido	Pavimentos Mixto

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.1. Pavimento Flexible

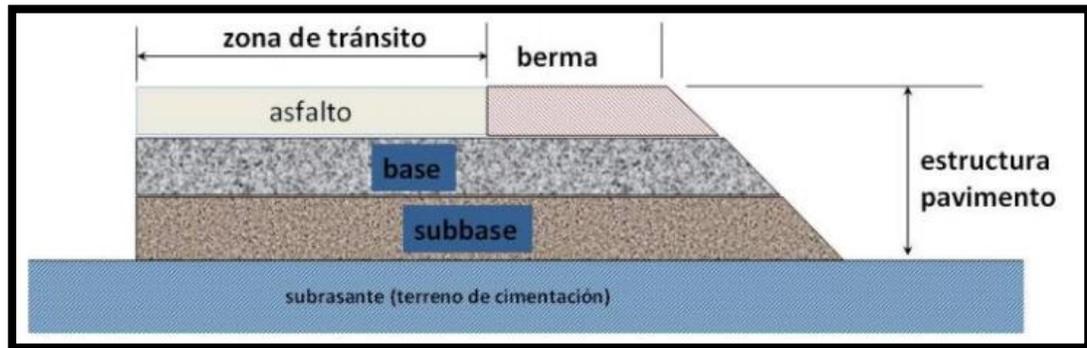
Este pavimento está compuesto por una carpeta asfáltica la cual está diseñada para combatir las condiciones climáticas, esta estructura se hace con una mezcla bituminosa que puede ser de 2 a 4 pulgadas, la cual se coloca en la parte superior. Su función es de distribuir y transmitir todas las cargas producidas por los vehículos hacia las capas inferiores.

Rodríguez, J y Rodríguez, C. (2004, p18). Estos autores definen que:

“El pavimento flexible está compuesto por una carpeta asfáltica una base y una sub-base. En comparación a otros pavimentos ese pavimento resulta tener un costo menor al momento de construirlos, además este tiene una vida útil de entre 10 a 15 años, pero que su principal desventaja

es que dicho pavimento debe tener un mantenimiento constante para que pueda llegar a su vida útil”.

Grafico 1: Corte de un pavimento flexible



Fuente: Becerra Salas, Mario (Tópico de pavimento de Concreto)

Los autores clasifican al pavimento flexible con una superficie de rodadura, una base, sub- base y una subrasante

- **Subrasante**

La subrasante o terreno de fundación, resulta de los movimientos de tierra cortes y rellenos, esta capa recibe a toda la estructura del pavimento, ya que se encuentra en la parte más inferior y su material es propio del terreno.

Rodríguez, J y Rodríguez, C. (2004, p23). Estos autores definen que:

“La subrasante tiene como función principal absorber las cargas que transmite la superficie de rodadura y darle estabilidad. Además, si esta capa se trabaja minuciosamente para darle una mejor calidad, esto conllevaría a una reducción del espesor del pavimento, por consiguiente, habría menor costo al momento de su ejecución sin alterar la calidad de la vía. La otra función es evitar que el pavimento se contaminado por el terraplén”.

- **Sub-base**

Tafur Garro, N (205, p.13). lo define:

“Esta capa está situada encima de la subrasante, además está compuesta por un material seleccionado. Tiene como función principal drenar los fluidos que caen al pavimento para evitar o controlar la variación del volumen y/o plasticidad que pudieran presentar los materiales de la subrasante. Otra función es controlar los fluidos que pueden ascender debido a las napas freáticas cercanas, previniendo así que el pavimento se hinche”.

“La sub-base debe de ser de un material seleccionado, este puede ser grava, residuos de las canteras, arena”

Rodríguez, J y Rodríguez, C. (2004, p23). Afirman que la sub-base tiene como objetivo:

- Disminuye el costo del pavimento, esto se debe a que los materiales empleados en esta capa es de menor costo que de la base.
- Reduce los cambios volumétricos en la subrasante.
- Conduce las cargas vehiculares hasta la subrasante.
- Actuar como transmisión entre los materiales de la subrasante y la base, para evitar la interpenetración y contaminación de estos materiales.

- **Base**

Rodríguez, J y Rodríguez, C. (2004, p24). Lo definen como:

La base es la capa que absorbe la mayoría de las cargas producidas por los vehículos. Debido a la falta de confinamiento su capacidad de carga del material friccione es baja por esta razón se encuentra debajo de la capa de rodadura.

Tafur Garro, N. (2005, p 14) lo define como: “Esta capa está formada por mezclas bituminosas y/o granulares. Tiene como función absorber todas las cargas recibidas por los vehículos, para luego distribuirlo uniformemente a la sub base y subrasante”.

“Esta capa está formada por mezclas bituminosas y/o granulares. Tiene como función absorber todas las cargas recibidas por los vehículos, para luego distribuirlo uniformemente a la sub base y subrasante”.

2.2.1.2. Pavimento Rígido

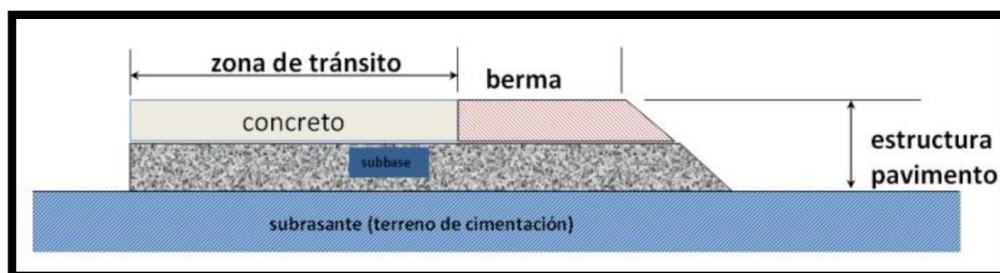
El pavimento rígido o pavimento de concreto, es un pavimento hecho de material granulado y cemento hidratado. Tiene una capa de rodadura de concreto con espesor de 4 a 7 pulgadas.

Su función es la misma que la de un pavimento flexible, transmitir las cargas vehiculares a las capas que se encuentran debajo de esta, su estructura está formada por una base y subrasante.

Rodríguez, J y Rodríguez, C. (2004, p17). Lo definen como:

“Un pavimento rígido está compuesta por una losa de concreto hidráulico, esta puede ser de concreto simple o armado. A diferencia del pavimento flexible este tiene un costo mayor y tiene un tiempo de vida útil de 20 y 40 años. Los mantenimientos son mínimos y solo se realiza en las juntas”.

Grafico 2: Corte de pavimento Rígido



Fuente: Becerra Salas, Mario (Tópico de pavimento de Concreto)

2.2.1.3. Pavimento mixto

Es la combinación entre un pavimento flexible y rígido. Su estructura presenta una capa de concreto y sobre esta una capa de asfalto. Esto se debe a que el concreto soporta altas cargas, resistencia al desgaste y a la humedad. Este pavimento es recomendado para aeropuertos o zonas urbanas. Además, el costo de mantenimiento para este tipo de pavimento es muy alto.

Pacheco, H y Leguía, L. (2016, p24) lo definen como:

“Pavimento mixto o pavimento híbrido, como su nombre lo dice es la mezcla de un pavimento flexible y un rígido. Consiste en reemplazar la carpeta asfáltica por bloques de concreto prefabricado. Su objetivo es disminuir la velocidad de los vehículos por las ligeras vibraciones que producen los bloques al ser circulados sobre ellos.

Otra forma de cómo construir un pavimento mixto, es cubrir a una superficie de concreto con una capa asfáltica. Este tipo de pavimento por lo general presenta fallas o fisuras de flexión en sus juntas.

2.2.1.4. Pavimento de concreto asfalto en caliente

Este tipo de mezcla asfáltica se hace en caliente y se sitúa sobre una base la cual está correctamente elaborada para absorber las cargas vehiculares. Esta mezcla corrige y preserva la geometría horizontal y vertical de la carretera.

Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2018, p 559) lo define como:

“Es aquel trabajo donde se realiza una mezcla asfáltica en caliente, la cual se coloca en una o más capas que están debidamente imprimadas y preparadas esto dependerá de las especificaciones que demande el proyecto”.

Los materiales que se emplean en un pavimento de concreto asfáltico son: cemento asfáltico, agregados gruesos, filler o polvo mineral, agregados gruesos.

Este tipo de pavimento requiere de los siguientes equipos: de limpieza, de transporte, de compactación, planta trituradora de agregados, para el esparcimiento de mezcla, planta de asfalto.

2.2.2. Preparación del Terreno

Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p 22) lo define como:

Se refiere a el allanamiento, nivelación y la compactación del área donde se ejecutará el camino. En los lugares donde existe pendientes transversales muy elevadas ($P\% \geq 20\%$), se construirá formando terrazas. Si el terreno presenta un suelo de mala calidad, deberá remplazarse o estabilizarlo.

2.2.3. Reconocimiento de suelos y Rocas

Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p 29) lo define como:

La norma a utilizar MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E104 los cuales se derivan de la norma AASHTO y ASTM.

Se deberá realizar un reconocimiento del terreno antes de la exploración de suelos y rocas, para poder realizar una investigación del terreno de la vía y en las zonas de préstamo para poder identificar los tipos de suelos q pueden presentar.

Al reconocer el terreno nos permitirá reconocer o identificar cortes naturales o artificiales, determinar los estratos de suelos, las zonas de riesgo, las delimitaciones donde los suelos presentan propiedades similares.

Se deberá realizar calicatas o pozos exploratorios, donde su espaciamiento será de 250m y 2000 m, dependiendo de las características que presenten los materiales subyacentes a lo largo de la vía. Estos esparcimientos pueden variar si hay: cambio de la topografía en el lugar de estudio, si los suelos tienen una forma irregular, si se detecta zonas donde el suelo es pobre o inadecuado, zonas donde el terreno natural está muy próximo a la rasante ($h < 0.6m$).

Después de obtener las muestras, se realizará ensayos en laboratorios, luego al obtener los datos se procederá ir a gabinete para redactar en forma escrita y gráfica los resultados para determinar un perfil estratégico del suelo estudiado, además el espesor de la calicata no será menor a 1.50m, y se realizará por debajo de la subrasante.

2.2.4. Trafico Vial

Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p 73) lo define como:

Determinar el tráfico vial es importante para poder realizar un buen diseño de pavimento y plataforma del camino viables. La importancia para analizar la demanda del tráfico se deriva esencialmente en el diseño estructural del pavimento y la capacidad de los tramos viales, con esto se podrá determinar el límite de volumen de tráfico y cuanto crecerá a futuro, para luego realizar un análisis de cómo afectará a la estructura.

El estudio consta de recolectar el índice medio diario anual (IMDA) de todos los carriles que presenté la vía, además se deberá clasificar los vehículos para poder recolectar esta información se puede obtener mediante el MTC o peajes existentes. La información recopilada es de suma importancia para construir una base de datos útil.

Además, se realizará un control con una muestra aleatoria de pesos por eje de vehículos pesados, utilizando un equipo portátil calibrado el cual tendrá que alcanzar un número superior al 30% de

los vehículos pesados del día, cuidando de la calidad de la muestra para evitar cualquier sesgo particular que la invalide.

2.2.5. Seguridad Vial

Guía de educación en seguridad vial (2008, p 10) lo define como:

El consejo nacional de Seguridad Vial, afirma que los accidentes de tránsito son un gran problema. Estipula que en el mundo 1.2 millones de personas mueren y unos 50 millones resultan heridos por los accidentes de tránsito, los cuales suma un costo económico de 518 millones de dólares al año, esto es equivalente al 1.5% del (PBI) de cada país. Además, se estipula q aumentara un 65% en unos 20 años.

En el Perú, en las zonas urbanas se a presentado un crecimiento acelerado y muy desordenado en los últimos 20 años debido al proceso de industrialización y las migraciones. Dado que las personas por la necesidad que siente de trasladarse han incorporado de una manera muy rápida al sistema de transporte urbano vehículos como combis, ticos y motaxis.

Esto ha generado que diariamente agraven la seguridad ciudadana de diversas localidades del país. Los problemas de accidentes de tránsito son muy complicados, pero se pueden aplicar soluciones. Además, cabe recalcar que la mayoría de los accidentes no son por una misma causa, sino que están relacionados entre los elementos que conforman el sistema de seguridad vial.

Posibles soluciones para la inseguridad vial pueden ser: Programas educativos en seguridad vial en los centros educativos, Normatividad y aplicación en el sistema de tránsito, infraestructura e ingeniería vial, Campañas de formación y acreditación de postulantes a conductores, Mejores sistemas de rescate y emergencia, Mas procesos de gestión local de la seguridad vial, descentralización e ingeniería.

2.2.6. Topografía en Carreteras

Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera (2010, p 7)

En una nivelación se recomienda nivelaciones cerradas cada 500 metros y nivelación de los puntos de la poligonal de apoyo, estacas, para poder obtener el perfil longitudinal

Además, la cota de referencia para poder nivelar, se determina por el primer BM que es el punto conocido. A partir del BM se procederá a nivelar los hitos de la poligonal utilizando los equipos de nivelación, estación total, gps, wincha, etc.

Para realizar los Trazos primero se deberá ubicar y medida de los puntos de control horizontal GPS, luego colocar una poligonal la cual se basara en el apoyo a lo largo del tramo, después la monumentación y nivelación de BM, posteriormente el levantamiento de detalle de los bordes de la plataforma actual de la vía con el apoyo de la poligonal para poder realizar el diseño de eje de trazo, a continuación se hará la colocación y monumentación de los PI y el seccionamiento del estacado en forma directa con la estación total, por último se realizara el levantamiento topográfico al detalle de la franja dela vía.

2.3. Marco conceptual

- **Afirmado:** Capa compactada procesada o natural, está situada sobre subrasante y funciona como superficie de rodadura. (Rodríguez, C, 2004)
- **Agregado:** es un material granular de varios tamaños, pueden ser arena, grava, roca triturada (Carmona, H, 2003)
- **Agregado fino:** Es un material granular la cual pasa por la malla N° 4 (4.75 mm) y contiene finos. (Carmona, H, 2003)

- **Agregado grueso:** proveniente de la desintegración natural o artificial esta es retenida en la malla en la malla N°4 (4.75 mm). (Becerra Salas, M, 2016)
- **Base:** Es una capa granular y bituminosa, se sitúa sobre subbase o subrasante y la capa de rodadura según la estructura de pavimento que conforma. (Tafur Garro, N. 2005)
- **Explanada (Del Camino)** Es la preparación y conformación del terreno natural: allanado, nivelado y compactado sobre el lugar donde se construirá la vía. En aquellos territorios donde presentan fuertes pendientes transversales, la explanada se construirá formando terrazas. Y si el terreno natural de la vía es de mala calidad, éste debe ser reemplazado o estabilizado para que el suelo del camino sea estable. (Manual de Carreteras Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos 2013).
- **Fresado:** Consiste en lijar con un rodillo metálico la carpeta asfáltica, con la finalidad de homogenizar la superficie y así poder tener un nuevo perfil longitudinal para luego mejorar la superficie de rodadura. (Torres Zirion, R, 2007)
- **Granulometría:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas. (Rodríguez, C, 2004)
- **Material granular:** Se deriva de la desintegración natural o forzosa, el tamaño de este material es igual al de las gravas y arenas. (Carmona, H, 2003)
- **Material granular recuperado:** es aquel material que sale de un asfalto que ya no se puede utilizar, también se le conoce como RAM. (Becerra Salas, M, 2016)
- **Material pétreo:** Son materiales granulares, provienen de piedras y rocas. (Torres Zirion, R, 2007)
- **Material virgen:** es aquel material que aun no se ha empleado en ningún tipo de construcción. (Rodríguez, C, 2004)

- **Mejorador de adherencia:** es un aditivo que mejora la adherencia, aglutinamiento o unión entre dos elementos. (Torres Zirion, R, 2007)
- **Mezcla asfáltica:** Es la combinación de asfalto y agregados pétreos, esta mezcla se efectúa de manera mecánica. (Becerra Salas, M, 2016)
- **Pavimento:** Son un conjunto de capas las cuales reciben en forma directa las cargas de tránsito y la transmiten a los diferentes estratos que la conforman. (Carmona, H, 2003)
- **Pavimentación:** Es el revestimiento exterior del suelo u otras superficies para la pavimentación de los materiales, pueden ser de asfalto, hormigón, piedra, lajas, adoquines, piedra artificial, ladrillos, tejas, e inclusive madera. (Becerra Salas, M, 2016)
- **Población:** Es el conjunto de individuos los cuales perteneciente a una misma especie, que coexisten en un área en la cual se dan condiciones que satisfacen sus necesidades de vida. (Manual de Carreteras Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos 2013).
- **Recursos Naturales:** Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que las persona aprovecha para su subsistir, agregando a estos bienes un valor económico. Estos recursos pueden ser: aire, energía, Minerales, la flora, la fauna, etc. Y los renovables son, el aire, el viento, el agua del mar. (Manual de Carreteras Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos 2013).
- **Suelos Estabilizados:** Son aquellos suelos pobres o inadecuados los cuales tienen baja estabilidad y es necesario adicionarles un estabilizador puede ser: cal, cemento o un aditivo químico o iónico. (Manual de Carreteras Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos 2013).

2.4. Sistema de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- Es el diseño del pavimento flexible el más óptimo y recomendable que permitirá tener una mejor vía para la zona, mejorando así la transitabilidad vehicular en el tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran – Provincia de Sánchez Carrión – la Libertad.

2.4.2. Variable e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)

- **Variable independiente:** Tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran - Provincia de Sánchez Carrión – la Libertad.
- **Variable dependiente:** Tipos de diseño de Pavimento rígido y Pavimento flexible.
- **Operacionalización de variables:**

Tabla 02: Variable Independiente

Variable independiente: Tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran – Provincia de Sánchez Carrión.			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Tramo desvió Markahuamachuco – Sanagoran – Provincia de Sánchez Carrión – la libertad	- Topografía - Estudio de tráfico - Estudio de suelos - Estudio de seguridad vial	- Pendiente - N° de vehículos - CBR - Numero de accidentes	Equipo topográfico Conteo de vehículos Guion de observación Guion de observación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 03: Variable Dependiente

Variable dependiente: Tipos de diseño de Pavimento rígido y Pavimento flexible			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Pavimento flexible	- Trafico - Suelo - Serviciabilidad - Confiabilidad	- EAL - Modulo resiliente - Nivel de servicio - Porcentaje (%)	Manual de diseño AASHTO-93
Pavimento rígido	- Resistencia a la compresión	- $f'c$	Manual de diseño AASHTO-93

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. De acuerdo a la orientación o Finalidad: Aplicada

Es aplicada porque se refiere al estudio científico el cual busca resolver problemas prácticos.

Esta se utiliza para encontrar soluciones a problemas cotidianos.

3.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación: Explorativa

Es explorativa porque esta es la que se realiza para conocer el contexto sobre un tema que es objeto de estudio. Su objetivo es encontrar todas las pruebas relacionadas con el fenómeno del que no se tiene ningún conocimiento y aumentar la posibilidad de realizar una investigación completa.

Además, la investigación explorativa se encarga de generar hipótesis que impulsen el desarrollo de un estudio más profundo del cual se extraigan resultados y una conclusión.

3.2. Población y muestra de estudio

- **Población:** Red vial provincial Sánchez Carrión
- **Muestra:** Desvío de Markahuamachuco – Sanagoran – Provincia de Sánchez Carrión – La libertad.

3.3. Diseño de Investigación

- Diseño de investigación de campo

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Para la realización del presente proyecto de investigación se desarrollarán las siguientes técnicas e instrumentos, para así lograr obtener los objetivos propuestos.

- **Técnicas:** recolección de estadística de accidentes de la comisaria PNP Huamachuco para ubicar las zonas más peligrosas, levantamiento topográfico, estudio de suelos, estudio de tráfico.
- **Instrumentos:** cuaderno de campo para tomar apuntes de visita al lugar de investigación y registro fotográfico de la zona.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizarán los siguientes software

- Word: Para la elaboración de informe
- Excel: Para la elaboración de hojas de calculo
- AutoCAD: Elaboración de planos del tipo de pavimento a ejecutarse
- AutoCAD Civil 3D: Procesamiento de datos y medición de niveles de terreno

3.5.1. Generalidades

Grafico 3: Ubicación Departamental



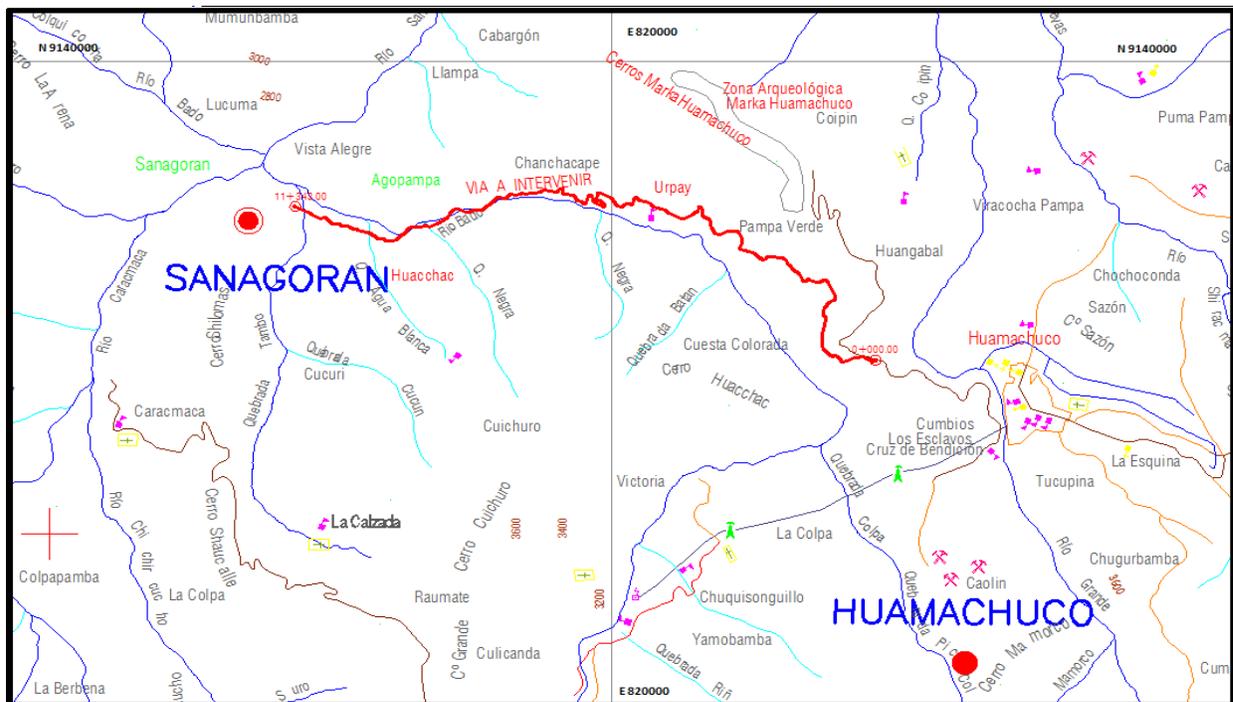
Fuente: Elaboración propia

Grafico 4: Ubicación Provincial



Fuente: Elaboración propia

Grafico 5: Croquis de ubicación del estudio



Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Determinación del estudio de tráfico

El estudio de tráfico será quien nos proporcione información importante para el diseño de ambos pavimentos, por lo tanto, se consideró un único tramo homogéneo, el de Huamachuco-Sanagorán, desde donde se hizo el conteo durante 7 días de duración, con clasificación por tipo de vehículo, sentido y con régimen de una hora. Obtenida la información se revisó, digito y se calculó el IMDA.

3.5.2.1. Calculo del (IMDA) Índice Medio Diario Anual

En primer lugar, se calculó el Índice Medio Diario del Mes de Julio, mes en que se realizaron los conteos en ambos sentidos. El volumen de tráfico del mes de Julio se calculó promediando el volumen de los 7 días durante los cuales se realizó el recuento, cuyos días fueron desde el miércoles 03 al martes 09 de Julio de 2019 en la única estación E-1, ubicada a 1.5 km del desvío de Markahuamachuco - Sanagoran. El Índice Medio Diario Anual – IMDA se calculará con la fórmula siguiente:

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FCE}$$

Donde:

IMDS = Incide Medio Diario Semanal

FCE = Factor de corrección estacional para el mes de Julio

IMDA = Índice Medio Diario Anual

VL+ VM + VMi + VJ + VV + VS+ VD = Volúmenes de tráfico registrados en los conteos los días lunes a domingo.

$$IMDS = \frac{VL + VM + VMi + VJ + VV + VS + VD}{7}$$

3.5.2.2. Factor de corrección estacional

El volumen de tráfico además de las variaciones horarias y diarias varía según las estaciones climatológicas del año, por lo tanto, es necesario efectuar una corrección para eliminar estas fluctuaciones. Para expandir la muestra tomada se utiliza los factores de corrección estacional FCE.

En la carretera Desvío de Markahuamachuco–Sanagorán no existe una unidad de peaje, por lo que fue necesario buscar una unidad de peaje con patrón estacional similar al que se puede encontrar en la carretera Desvío de Markahuamachuco–Sanagorán.

Después de analizar varias alternativas se optó por la unidad de peaje de Virú, en donde las épocas de cosecha son similares a la carretera en estudio. Los valores adoptados de Factores de corrección Estacional son: FCE vehículos ligeros 0.96477 y FCE vehículos pesados 1.04273.

Tabla 04: FCE Virú

Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000-2010)		Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2010)	
Mes	F.C.E	Mes	F.C.E
Enero	0.9446447	Enero	0.96591132
Febrero	0.92703749	Febrero	0.94702159
Marzo	0.99882212	Marzo	1.00150393
Abril	1.02141225	Abril	1.07451908
Mayo	1.10052456	Mayo	1.09536552
Junio	1.06277884	Junio	1.01239168
Julio	0.96477352	Julio	1.04273361
Agosto	1.05346232	Agosto	1.00620954
Setiembre	1.14095762	Setiembre	0.94590874
Octubre	1.07213334	Octubre	0.99972424
Noviembre	1.09289742	Noviembre	0.99883748
Diciembre	0.86191603	Diciembre	0.90623346

Fuente: Información de peaje Virú – MEF

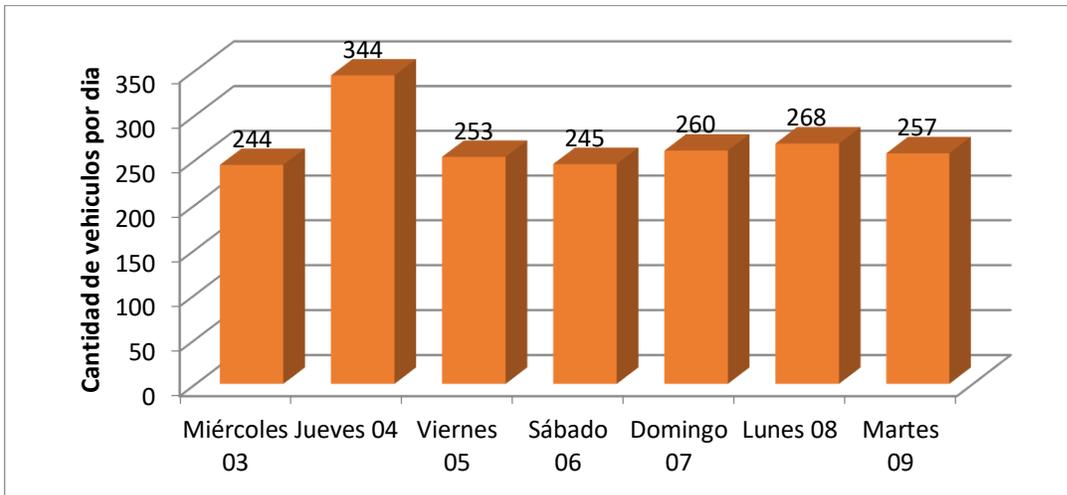
Tabla 05: Variaciones de tráfico y cálculo del IMDA

Tipo Vehículo		TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA							Total Semanal	IMDs/S7	FC	IMDa
		Miércoles 03	Jueves 04	Viernes 05	Sábado 06	Domingo 07	Lunes 08	Martes 09				
M1	Auto	29	68	23	27	24	21	16	208	30	0.96477352	29
	Camioneta	78	83	89	91	70	104	93	608	87	0.96477352	84
	Combi Rural	92	145	101	84	122	95	99	738	105	0.96477352	101
	Sub Total M1	199	296	213	202	216	220	208	1554	222	0.96477352	214
M2	Micro	2	6	3	4	2	4	2	23	3	1.04273361	3
	Bus	1	0	3	0	5	0	4	13	2	1.04273361	2
	Sub Total M2	3	6	6	4	7	4	6	36	5	1.04273361	5
N2	Camión 2 Ejes (C2)	23	26	22	22	23	27	21	164	23	1.04273361	24
N3	Camión 3 Ejes (C3)	16	14	12	15	14	16	14	101	14	1.04273361	15
	Camión 4 Ejes (C4)	3	0	0	0	0	0	6	9	1	1.04273361	1
	Sub Total N3	19	14	12	15	14	16	20	110	15	1.04273361	16
O4	T2S2	0	2	0	2	0	1	2	7	1	1.04273361	1
TOTAL		244	344	253	245	260	268	257	1871	266	-	260

Fuente: Elaboración propia

Las variaciones diarias como pueden observarse en el siguiente grafico N° 01 no son muy marcadas, el volumen de tráfico se mantiene constante durante la semana, aunque hay algunas excepciones como el aumento de flujos vehiculares el día Jueves.

Grafico 6: Variaciones diarias de tráfico E-1



Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Resultados del Índice Medio Diario Anual (IMDA)

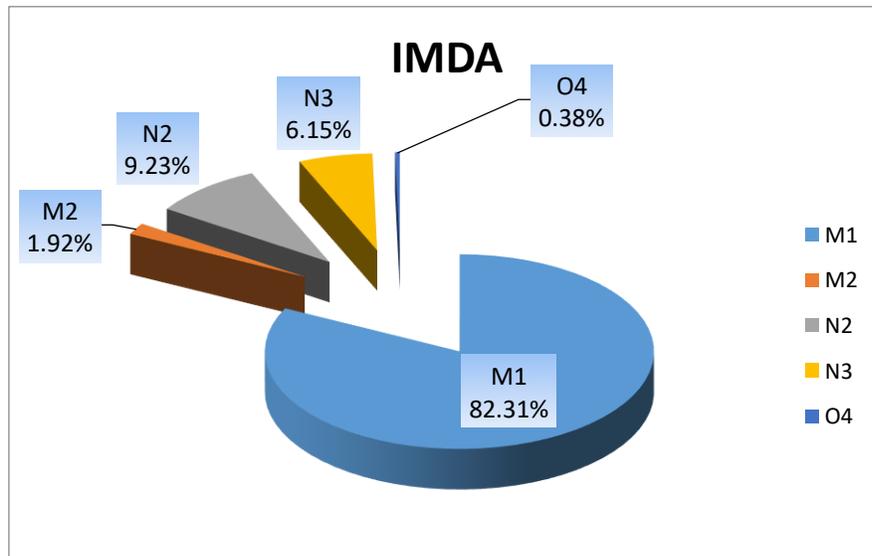
El índice medio diario anual (IMDa) en el tramo es de 260 vehículos compuesto por 82.31% de M1 (vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor), 1.92% de M2 (vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos), 9.23% de N2 (vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercadería con un peso bruto mayor a 3.5 toneladas hasta 12 toneladas), 6.15% de N3 (vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercadería con un peso bruto mayor a 12 toneladas) y 0.38% de O4 (remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas). En la siguiente tabla presenta la composición del IMDs e IMDa, el detalle del volumen de tráfico y tipo de vehículo.

Tabla 06: Variaciones diarias de tráfico E-1

Tipo Vehiculo	FCE	IMDS	IMDA	Distrib. %
M1	0.96477	222	214	82.31%
M2	1.04273	5	5	1.92%
N2	1.04273	23	24	9.23%
N3	1.04273	15	16	6.15%
O4	1.04273	1	1	0.38%
TOTAL		266	260	100.00%

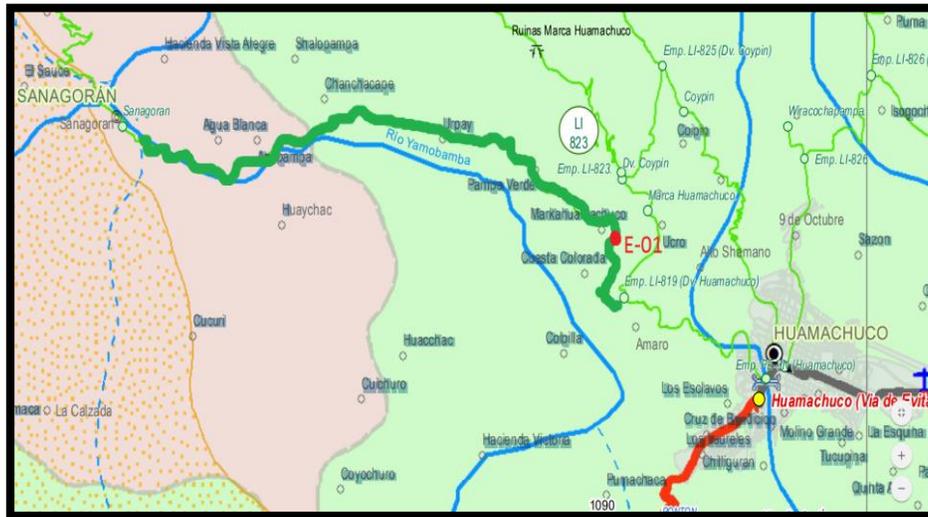
Fuente: Elaboración propia

Grafico 7: Clasificación vehicular E-1



Fuente: Elaboración propia

Grafico 8: Ubicación de E-1



Fuente: Elaboración propia

3.5.2.4. Proyección de tráfico

La proyección del tráfico normal, tanto de carga como de pasajeros, para el análisis, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento correspondiente al IMDA por tipo de vehículo del año base (2019).

Metodología

Existen dos procedimientos que generalmente son utilizados para proyectar el tráfico normal en vías de características similares a la carretera de estudio:

- Con información histórica de los índices Medios Diarios Anuales (IMDA) del tráfico existente en la carretera en estudio.
- Con indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados, que permite determinar las tasas de crecimiento del tráfico.

En las tablas 07 y 08 se mostraron los cálculos de las Tasas de Crecimiento a utilizar en el presente proyecto:

Tabla 07:Tasa de crecimiento poblacional Sanagorán

POBLACION DISTRITO DE SANAGORAN	
CENSO 2007	12,983 Hab.
CENSO 2016	15,050 Hab.
Tasa Crecimiento (%)	1.66 %

Fuente: INEI – 2016 (Último censo realizado)

Tabla 08:Tasa de crecimiento poblacional Huamachuco

POBLACION DISTRITO DE HUAMACHUCO	
CENSO 2007	52,459 Hab.
CENSO 2016	63,393 Hab.
Tasa Crecimiento (%)	2.13 %

Fuente: INEI – 2016 (Último censo realizado)

Para la proyección del tráfico de vehículos livianos se considera el promedio de las tasas de crecimiento de los distritos Sanagorán y Huamachuco: 1.90%.

Para el tráfico de vehículos pesados se ha tomado como información base las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas del producto bruto interno de la región la libertad para proyectar el crecimiento del tráfico hasta 20 años.

Tabla 09: PBI región la libertad

AÑOS	TAC PBI
2015	2.20%
2016	0.80%
2017	1.70%
2018	4.80%
PROMEDIO	2.38%

Fuente: INEI – 2018 (Último censo realizado)

3.5.2.5. Trafico normal

Las proyecciones de tráfico se realizaron para identificar los posibles cambios que se generaran en un futuro (20 años), una vez ejecutado el proyecto, para lo cual se han considera una Tasa de Crecimiento Promedio (1.90%) para vehículos livianos y la Tasa anual de crecimiento de (2.38%) que representa el crecimiento promedio de la actividad productiva del PBI de la región La Libertad para el periodo 2015 - 2018 que será utilizado para vehículos pesados. A continuación, se muestra la tabla N° 10 con la proyección del trafico sin proyecto de la estación de conteo.

Tabla 10: Tráfico generado sin proyecto

Tipo Vehículo		Tasa Crec %	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
M1	Auto	1.90	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
	Camioneta	1.90	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124
	Combi Rural	1.90	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	136	139	142	145
	TOTAL		214	219	224	229	234	239	244	249	254	259	264	269	274	279	284	289	294	300	306	312	318
M2	Micro	2.38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Bus	2.38	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	TOTAL		5																				
N2	Camión 2 Ejes (C2)	2.38	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
N3	Camión 3 Ejes (C3)	2.38	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Camión 4 Ejes (C4)	2.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TOTAL		16																				
O4	T2S2	2.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL			260	266	272	278	284	290	296	302	308	314	320	326	332	338	344	350	356	363	370	377	384

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.6. Tráfico generado con proyecto

El tráfico generado corresponde a aquél que no existe en la situación sin Proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejora de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura vial. Asimismo, crea un desarrollo potencial local, haciendo que las necesidades de transporte se incrementen de manera notoria, especialmente cuando la productividad de la región se encuentra estancada. Para la presente investigación se ha considerado 15 % del tráfico normal para vehículos livianos y pesados una vez ejecutado el proyecto.

Tabla 11: Tráfico generado con proyecto

Tipo Vehículo		Tasa Crec %	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
M1	Auto	1.90	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
	Camioneta	1.90	97	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	135	138
	Combi Rural	1.90	116	119	121	123	125	127	129	131	133	136	139	142	145	148	151	154	157	160	163	166	169
	TOTAL		246	251	256	261	266	271	276	281	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	353	360
M2	Micro	2.38	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Bus	2.38	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	TOTAL		6																				
N2	Camión 2 Ejes (C2)	2.38	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
N3	Camión 3 Ejes (C3)	2.38	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Camión 4 Ejes (C4)	2.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TOTAL		18	19																			
O4	T2S2	2.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL			300	307	313	319	325	331	337	343	349	356	363	370	377	384	391	398	405	412	419	427	435

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.7. Factor de crecimiento

Se utilizará la siguiente formula

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Dónde: r = Tasa anual de crecimiento = 2.38%

n = Periodo de diseño = 20 años

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{(1 + 0.0238)^{20} - 1}{0.0238} = 25.24$$

3.5.2.8. Factor camión

Para determinar el factor camión se utilizó las siguientes fórmulas para pavimento rígido y pavimento flexible

- **Pavimento rígido**

Tabla 12: Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 13.0] ^{4.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 13.3] ^{4.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{4.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{4.0}
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración propia, en base a correlaciones con los valores de las tablas del apéndice D la Guía AASHTO 93

- **Factor camión de C2**

Tabla 13: Resultado de Factor Camión de C2

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos			Long. Maxima (m)
C2				12.3
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.1}$		
EJES	E1	E2		
Carga Según censo de carga (ton)	7	10		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje simple		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Total Factor Camion C2
Peso	7	10		
Factor E.E.	1.273	2.256		3.529

Fuente: Elaboración propia.

- **Factor camión de C3**

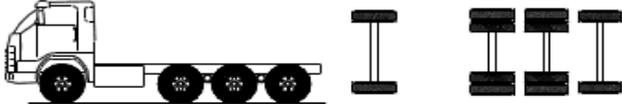
Tabla 14: Resultado de Factor Camión de C3

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos			Long. Maxima (m)
C3				13.2
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{TA2}=[P/13.3]^{4.1}$		
EJES	E1	E2	E3	
Carga Según censo de carga (ton)	7	8	8	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tanden		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Ejes Rueda Doble		Total Factor Camion C2
Peso	7	16		
Factor E.E.	1.273	2.134		3.406

Fuente: Elaboración propia.

- **Factor camión de C4**

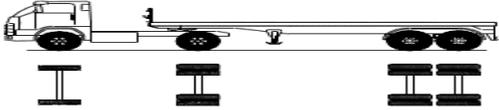
Tabla 15: Resultado de Factor Camión de C4

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos				Long. Maxima (m)
C4					13.2
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{TR1}=[P/16.6]^{4.0}$			
EJES	E1	E2	E3	E4	
Carga Según censo de carga (ton)	7	8	8	5	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Triden			
Tipo de Rueda	Rueda Simple	2 ejes Ruedas Dobles + 1 eje Rueda Simple			Total Factor Camion C2
Peso	7	21			
Factor E.E.	1.273	2.561			3.834

Fuente: Elaboración propia.

- **Factor camión de T2S2**

Tabla 16: Resultado de Factor Camión de T2S2

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos				Long. Maxima (m)
T2S2					20.5
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.1}$	$EE_{TA2}=[P/13.3]^{4.1}$		
EJES	E1	E2	E2	E3	
Carga Según censo de carga (ton)	7	10	8	8	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje simple	Eje Tandem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Ejes Rueda Doble		Total Factor Camion C2
Peso	7	10	16		
Factor E.E.	1.273	2.256	2.134		5.662

Fuente: Elaboración propia.

- **Pavimento flexible**

Tabla 17: Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración propia, en base a correlación con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO

- **Factor camión de C2**

Tabla 18: Resultado de Factor Camión de C2

Configuración Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			Long. Maxima (m)
C2				12.3
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.0}$		
EJES	E1	E2		
Carga Según censo de carga (ton)	7	10		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje simple		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Total Factor Camion C2
Peso	7	10		
Factor E.E.	1.265	2.212		3.477

Fuente: Elaboración propia.

- **Factor camión de C3**

Tabla 19: Resultado de Factor Camión de C3

Configuración Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			Long. Maxima (m)
C3				13.2
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{TA2}=[P/15.1]^{4.0}$		
EJES	E1	E2	E3	
Carga Según censo de carga (ton)	7	8	8	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Ejes Rueda Doble		Total Factor Camion C2
Peso	7	16		
Factor E.E.	1.265	1.261		2.526

Fuente: Elaboración propia.

- **Factor camión de C4**

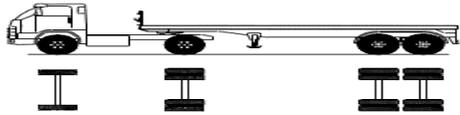
Tabla 20: Resultado de Factor Camión de C4

Configuración Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos				Long. Maxima (m)
C4					13.2
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{TR1}=[P/20.7]^{3.9}$			
EJES	E1	E2	E3	E4	
Carga Según censo de carga (ton)	7	8	8	5	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Triden			
Tipo de Rueda	Rueda Simple	2 ejes Ruedas Dobles + 1 eje Rueda Simple			Total Factor Camion C2
Peso	7	21			
Factor E.E.	1.265	1.058			2.323

Fuente: Elaboración propia.

- **Factor camión de T2S2**

Tabla 21: Resultado de Factor Camión de T2S2

Configuración Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos				Long. Maxima (m)
T2S2					20.5
	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.0}$	$EE_{TA2}=[P/15.1]^{4.0}$		
EJES	E1	E2	E2	E3	
Carga Según censo de carga (ton)	7	10	8	8	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje simple	Eje Tandem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Ejes Rueda Doble		Total Factor Camion C2
Peso	7	10	16		
Factor E.E.	1.265	2.212	1.261		4.738

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. ESTUDIO DE SUELOS

3.5.3.1. Caracterización de la sub rasante

Las investigaciones para la Sub rasante, se hicieron en el ancho de la calzada con distancias similares y alternadas, mediante la excavación de calicatas a una profundidad de 1.5 m.

3.5.3.2. Registro de Excavación

Según el ‘‘Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos’’, durante la investigación de campo se deberá tener un registro donde se especifique los espesores de cada estrato del subsuelo, Además se deberá extraer muestras relevantes de la subrasante para poder determinar ensayos de CBR o Módulos de resiliencia, la cantidad de ensayos lo especifica dicha norma.

Tabla 22: Numero de Ensayos CBR y MR

Tipo de Carretera	N° MR y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

*Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
– Sección Suelos y Pavimentos*

3.5.3.3. Resultado de Estudios de Suelos

Con las muestras de suelo que se obtuvieron de las calicatas, se realizaron ensayos estándar y ensayos especiales según lo indicado en el manual de suelos del MTC, con los cuales se identifican los tipos de suelos, se determinan sus características físico-mecánicas y las propiedades de capacidad de soporte.

Tabla 23: Resultados de Ensayos Estándar en Muestras Obtenidas de las Calicatas

ENSAYOS ESTÁNDAR	NORMA
Análisis Granulométrico por tamizado	ASTM D-422, MTC E-107
Limite líquido	ASTM D-4318, MTC E-110
Limite plástico	ASTM D-4318, MTC E-111
Contenido de Humedad	ASTM D-2216, MTC E-108
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145
ENSAYOS ESPECIALES	NORMA
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1883, MTC E 132
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC E 115

*Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
– Sección Suelos y Pavimentos*

En los cuadros siguientes se muestran el resumen de los resultados de ensayos estándar de suelos y los resultados de los ensayos de especiales de las muestras extraídas de las calicatas.

Tabla 24: Resultados de Ensayos Estándar en Muestras Obtenidas de las Calicatas

Calicata	Km	Muestra	Profund. (m)	Tamices																	Clasificación		N° 200 ∇	Límite Líquido	Límite Plástico	IP Malla N°40	Contenido Humedad %
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 10	# 16	# 30	# 40	# 50	# 100	# 200	SUCS	AASHTO					
PC-1	00+000	Subrasante	0.30 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	97.8	94.0	90.8	90.4	89.2	87.9	86.1	82.0	67.2	61.0	CL	A-6-(6)	61.0	33.0	19.5	13.5	18.09
PC-2	01+500	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.9	97.7	96.6	92.6	86.2	70.6	49.6	44.5	SC	A-4-(0)	44.5	25.4	18.3	7.1	12.97
PC-3	03+000	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	98.7	96.3	94.2	93.9	93.2	91.5	87.8	81.4	43.6	38.7	SC	A-4-(1)	38.7	28.3	18.1	10.2	11.21
PC-4	04+500	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	95.6	93.8	93.5	91.8	89.9	86.0	76.9	54.0	49.6	SC	A-4-(2)	49.6	27.2	18.4	8.8	11.99
PC-5	06+000	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	93.5	89.0	88.6	87.4	84.7	80.1	67.5	45.7	40.3	SC	A-4-(1)	40.3	28.5	18.6	9.9	12.08
PC-6	07+500	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.3	95.6	95.5	95.2	94.5	91.9	86.0	68.8	64.0	CL	A-6-(7)	64.0	34.4	19.4	15.0	19.75
PC-7	09+000	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	96.7	92.2	88.2	87.8	86.3	83.6	80.0	71.2	40.1	35.8	SC	A-4-(0)	35.8	26.4	18.3	8.1	11.72
PC-8	10+500	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	93.2	89.3	88.9	87.2	84.4	76.3	66.8	43.8	38.3	SC	A-4-(0)	27.5	27.5	17.9	9.6	14.54
PC-9	11+403	Subrasante	0.20 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	86.4	85.9	84.0	81.7	76.6	70.2	44.6	38.7	SC	A-4-(0)	38.7	28.2	18.7	9.5	16.74

Fuente: Elaboración propia

Se optó por realizar 9 muestras respetando el manual de carreteras, donde estipula que se debe elaborar 1 estudio de CBR como mínimo cada 2 km. Debido a que las características de las muestras son muy similares se prefirió realizar el cálculo de un solo CBR mediante un promedio aritmético ya que el “Manual de carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos” dice que al tener 6 o más valores CBR teniendo un suelo representativo y con características muy similares se deberá sacar un promedio de este para obtener un CBR de diseño. Este resultado se tomará como criterio para un solo tramo homogéneo.

Tabla 25: Resultado de Ensayos Estándar en Muestras Obtenidas de las calicatas

Nº	Calicata	Progresiva	Muestra	Profund. (m)	Clasificación		Proctor		% CBR Laboratorio (0.1")		% CBR PROM EDIO	%Expansión Lineal		
					SUC S	AASHTO	MDS	%W	100 % mds	95% mds		56 golp	25 golp	12 golp
1	PC-1	00+000	Subrasante	0.30 - 1.50	CL	A-6-(6)	1.672	19.04	8.7	6.2	8.29	0.1	0.1	0.1
2	PC-2	01+500	Subrasante	0.20 - 1.50	SC	A-4-(0)	1.710	13.50	13.7	8.8		0.2	0.1	0.1
3	PC-3	03+000	Subrasante	0.20-1.50	SC	A-4-(1)	1.707	14.69	13.6	8.6		0.2	0.1	0.1
4	PC-4	04+500	Subrasante	0.20-1.50	SC	A-4-(2)	1.711	14.24	13.3	8.2		0.2	0.1	0.1
5	PC-5	06+000	Subrasante	0.20-1.50	SC	A-4-(1)	1.713	14.13	14	8.9		0.2	0.1	0.1
6	PC-6	07+500	Subrasante	0.20 - 1.50	CL	A-6-(7)	1.676	19.56	8.3	6.0		0.1	0.1	0.1
7	PC-7	09+000	Subrasante	0.20-1.50	SC	A-4-(0)	1.704	13.05	16	9.3		0.2	0.1	0.1
8	PC-8	10+500	Subrasante	0.20-1.50	SC	A-4-(0)	1.72	14.08	14.6	9.5		0.2	0.1	0.1
9	PC-9	11+403	Subrasante	0.20 - 1.50	SC	A-4-(0)	1.717	14.78	13.9	9.1		0.2	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.4. Clasificación de suelos

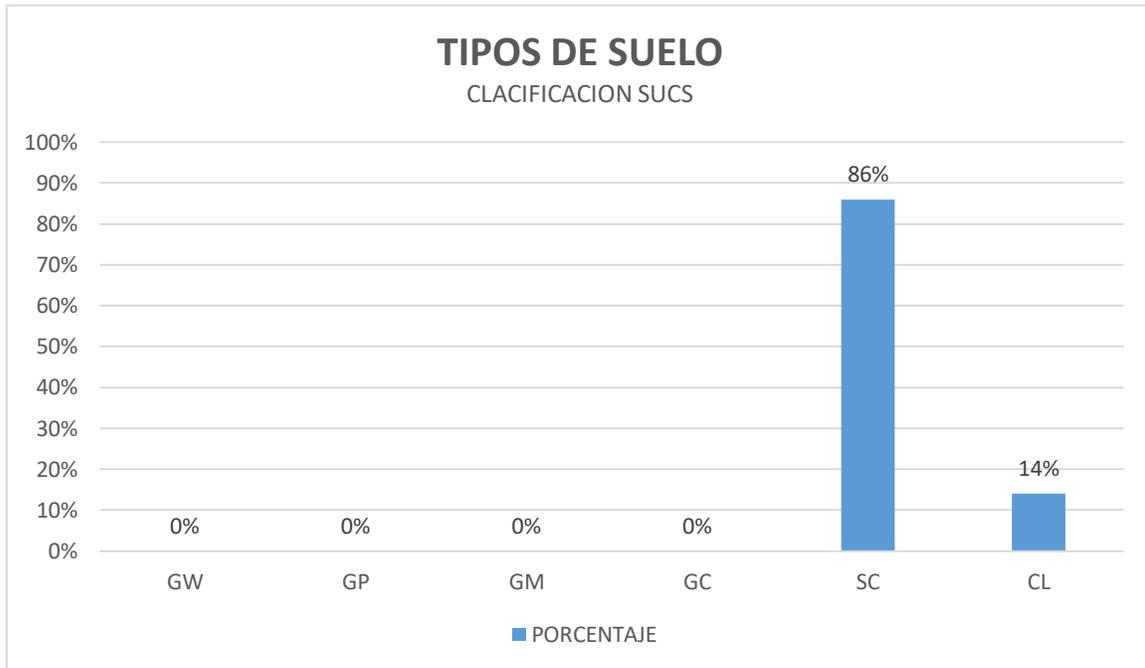
La Plataforma existente en este sector presenta una superficie de rodadura conformado por material granular cuyo espesor varía entre 0.60 y 1.00 metros. Los suelos que caracterizan esta capa son las Mezclas Arenas con finos componentes limoso y arcilloso con un 86% de participación, identificados en el sistema de SUCS como SC y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-4-(0), seguido de una Mezcla de arcilla de baja plasticidad con un 14% de participación, identificado en el sistema de clasificación SUCS como un CL y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-6-(10). Esta capa se encuentra en estado compacto, con humedad baja y plasticidad baja.

Tabla 26: Clasificación SUCS

TIPO	DESCRIPCION	%
GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	0%
GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	0%
GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	0%
GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	0%
SC	Arenas con finos componentes limoso y arcilloso	86%
CL	Arcillas de baja plasticidad	14%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 9: Clasificación de Suelos de Plataforma



Fuente: elaboración propia

3.5.3.5. Capacidad de soporte de la Plataforma

La razón de soporte (CBR) de los suelos a lo largo de la carretera en estudio es bondadosa (CBR promedio = 8.29%), Clasificando según el Manual del MTC “Sección Suelos y Pavimentos”. Como una “Subrasante Regular”.

Tabla 27: Categorías de Sub Rasante Según el Manual MTC

Categoría de Sub rasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante insuficiente	3% > CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	6% > CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	10% > CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	20% > CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR > 30%

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

3.5.4.1. Diseño utilizando el Método AASHTO 93

3.5.4.2. Periodo de Diseño

Debido a que la carretera tiene un IMDA de 260 y proyectando para un IMDA mayor en un futuro, se ha considerado hacer un diseño por un periodo de **20 años**.

3.5.4.3. Calculo del EAL de Diseño

El EAL es el número acumulado de cargas equivalentes a un eje simple de 18000 lb. (80Kn), la cual ocurrirá durante la etapa de diseño del pavimento. Por consiguiente, hallaremos el EAL de diseño del lugar estudiado.

Tabla 28: Calculo para hallar el EAL

PERIODO DE DISEÑO:	20 AÑOS		PISTA DE DOS CARRILES		
FACTOR DE CRECIMIENTO	2.38%				
TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULO AL AÑO	FACTOR CAMION	FACTOR CRECIMIENTO	EAL
C2	24	8760	3.477	25.24	768773.04
C3	15	5475	2.526	25.24	349065.41
C4	1	365	2.323	25.24	21400.87
T2S2	1	365	4.738	25.24	43649.30
TOTAL					1,182,811.00

Fuente: Elaboración propia

W18 = 1,182,811.00

CBR = 8.29%

3.5.4.4. Módulo de Resiliencia (Mr)

El módulo de Resiliencia es una ecuación la cual está en función del CBR, el cual según el estudio hecho podemos observar que pertenece a la categoría S5 (Sub rasante excelente) debido a el valor del CBR es de un 55.3%.

$$\mathbf{Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}} \quad \text{Reemplazando} \quad \mathbf{Mr(psi) = 2555 \times 8.29^{0.64}}$$

$$\mathbf{Mr(psi) = 9891.583}$$

3.5.4.5. Confiabilidad (%R)

El nivel de confiabilidad depende de la alteración de aquellos factores que influyen el comportamiento y la estructura del pavimento.

La confiabilidad es directamente proporcional al espesor de la estructura, si el nivel de confiabilidad incrementa entonces el espesor de la estructura del pavimento a diseñar también aumentara.

Tabla 29: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) x (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	81%	81%	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T _{P4}	750 001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	T _{P15}	>30'000,000		97%	97%	95%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos.

$$R = 85\%$$

3.5.4.6. Desviación Estándar Combinada (So)

Según la Guía AASTHO nos recomienda asumir para los pavimentos flexibles, valores de la desviación estándar entre 0.40 y 0.50. Por consiguiente, consideramos un valor promedio para nuestro estudio:

$$So = 0.45$$

3.5.4.7. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

Guiándonos del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, este nos proporciona un valor de confiabilidad, para un conjunto de datos de distribución normal.

Tabla 30: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T_{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$Z_r = -1.036$$

3.5.4.8. Índice de Serviabilidad (PSI)

3.5.4.8.1. Serviabilidad inicial (Pi)

Tabla 31: Índice de serviabilidad Inicial (Pi) según rango de Trafico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15		>30'000,000	4.20

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$P_i = 4.00$$

3.5.4.8.2. Serviciabilidad Final (Pt)

Tabla 32: Índice de serviciabilidad Final (Pt) según rango de Trafico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

Pt = 2.50

3.5.4.8.3. Variación de Serviabilidad (Δ PSI)

La variación de serviabilidad se calcula, restando la Inicial – la Final

$$(\Delta\text{PSI}) = 4.00 - 2.50 = 1.50$$

Tabla 33: Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI), según el Rango de Trafico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}	>30'000,000		1.20

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$(\Delta\text{PSI}) = 1.50$$

3.5.4.9. Calculo del Numero Estructural (SN)

Con la siguiente formula mostrada, la cual se extrae de la GUIA AASTHO 93, procederemos a despejar el (SN)

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Donde:

$$W_{18} = \text{Numero Acumulado de Ejes Equivalentes} = \mathbf{1182811.00}$$

$$R = \text{Confiabilidad} = \mathbf{85\%}$$

$$Z_r = \text{Desviación estándar Normal} = \mathbf{-1.036}$$

$$S_o = \text{Desviación Estándar Combinada} = \mathbf{0.45}$$

$$M_r = \text{Modulo de Resiliencia} = \mathbf{9891.583}$$

$$\Delta PSI = \text{Variación de Serviciabilidad} = \mathbf{1.5}$$

Resultado:

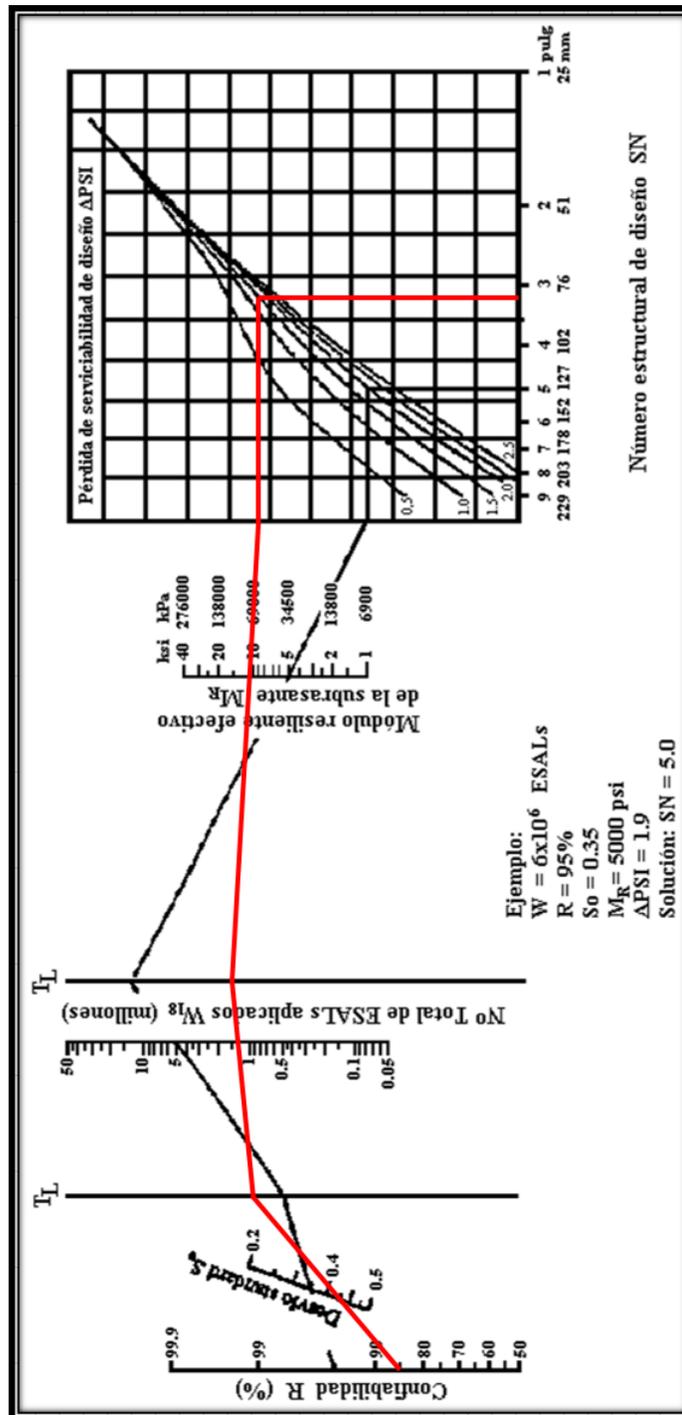
$$1^\circ \text{ Miembro} = 2^\circ \text{ Miembro}$$

$$6.0729 = 6.0729$$

$$\text{Por Iteración, el (SN)} = \mathbf{3.18}$$

3.5.4.10. Calculo del SN con el Monograma para Pavimento Flexible

Grafico 10: Calculo del SN en Nomograma para Pavimento Flexible



Fuente: Elaboración Propia, basada en la Guía AASTHO 93.

SN = 3.19

Se tomará el SN analítico para el diseño del pavimento flexible debido a que es más exacto.

3.5.4.11. Coeficiente de Drenaje

Debido a que en nuestra zona de investigación presenta precipitaciones pluviales, asumiremos un coeficiente de drenaje que nos proporciona la AASHTO 93.

Tabla 34: Calidad de Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

Tabla 35: Coeficiente de Drenaje para Base y Subbases

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

3.5.4.12. Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación

Según la norma: Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, esta presenta los coeficientes estructurales de cada capa para poder realizar de los espesores en el pavimento flexible.

Tabla 36: Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $>$ 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

3.5.4.13. Calculo de los Espesores

A continuación, remplazaremos los coeficientes estructurales y el coeficiente de drenaje que se obtuvo en la ecuación del número estructural para poder calcular los espesores del pavimento flexible con el periodo de 20 años:

Con el **SN = 3.12** se ingresa a la fórmula

$$\text{SN} = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.

d_1, d_2, d_3 = Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase.

m_2, m_3 = Coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase

Remplazando la formula y teniendo en cuenta que para los espesores se planteó que $h_1 = 8$ cm, $h_2 = 22$ cm y $h_3 = 15$ cm.

$$\text{Sn} = 0.170 \times 8 + 0.052 \times 22 \times 1.00 + 0.047 \times 15 \times 1.00 = 3.20$$

Grafico 11: Calculo del SN en Nomograma para Pavimento Flexible

CARPETA DE RODADURA	3" = 8cm
BASE GRANULAR	9" = 22cm
SUB BASE GRANULAR	6" = 15cm

Fuente: Elaboración Propia

3.5.5. DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO

3.5.5.1. Diseño utilizando el método AASTHO 93

3.5.5.2. Periodo de Diseño

De la misma manera que el pavimento flexible, de acuerdo a su demanda vehicular se ha considerado hacer un diseño por un periodo de **20 años**.

3.5.5.3. Calculo del (EAL) de Diseño

El EAL de diseño es el número acumulado de cargas equivalentes a un eje simple de simple de 18000 lb. (80Kn), la cual ocurrirá durante la etapa de diseño del pavimento. Por consiguiente, hallaremos el EAL de diseño del lugar estudiado.

Tabla 37: Cálculos para hallar el EAL

PERIODO DE DISEÑO:	20 AÑOS		PISTA DE DOS CARRILES		
FACTOR DE CRECIMIENTO	2.33%				
TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULO AL AÑO	FACTOR CAMION	FACTOR CRECIMIENTO	EAL
C2	24	8760	3.529	25.24	780270.37
C3	15	5475	3.406	25.24	470671.73
C4	1	365	3.834	25.24	35321.108
T2S2	1	365	5.662	25.24	52161.74
TOTAL					1,338,424.95

Fuente: Elaboración Propia

W18 = 1,338,424.95

CBR = 8.29%

3.5.5.4. CONFIABILIDAD (%R)

Igualmente, que el diseño del Pavimento Flexible se considerara un valor de Confiabilidad de 85%, Teniendo un $Z_r = -1.036$

Tabla 38: Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z_r) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

R = 85%

$Z_r = -1.036$

3.5.5.5. Desviación estándar (So)

Según la Guía AASTHO nos recomienda asumir para los pavimentos rígido, valores de la desviación estándar entre 0.30 y 0.40. Por consiguiente, consideramos un valor promedio para nuestro estudio:

$$So = 0.35$$

3.5.5.6. Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

El “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, nos recomienda un valor estimado para el índice de serviciabilidad.

Tabla 39: Índice de serviciabilidad Inicial (Pi) y Final (Pt) según Rango de Trafico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

De igual manera que en el Pavimento Flexible, la variación de serviciabilidad se calcula, restando la Inicial (Pi) – la Final (Pt).

$$(\Delta PSI) = 4.30 - 2.50 = 1.80$$

3.5.5.7. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

El coeficiente de transferencia de carga se emplea en el diseño de pavimento rígido, esta refleja la capacidad de la estructura que actúa como trasmisora de cargas entre las juntas y las fisuras. Además, el coeficiente de transferencia de carga es directamente proporcional al espesor de la losa de concreto.

Tabla 40: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
		3.2	3.8 – 4.4	2.8

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$J = 3.8$$

3.5.5.8. Coeficientes de Drenaje (Cd)

Para evaluar la calidad de drenaje la AASTHO 93, lo clasifica en la siguiente tabla.

Tabla 41: Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$Cd = 1.00$$

3.5.5.9. Módulo De Reacción de la Subrasante (K)

Utilizaremos la alternativa AASHTO, se debe utilizar correlaciones directas, una vez obtenido la clasificación de suelo y el CBR podremos ubicar en la tabla el coeficiente de reacción Kc.

Grafico 12: Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub rasante

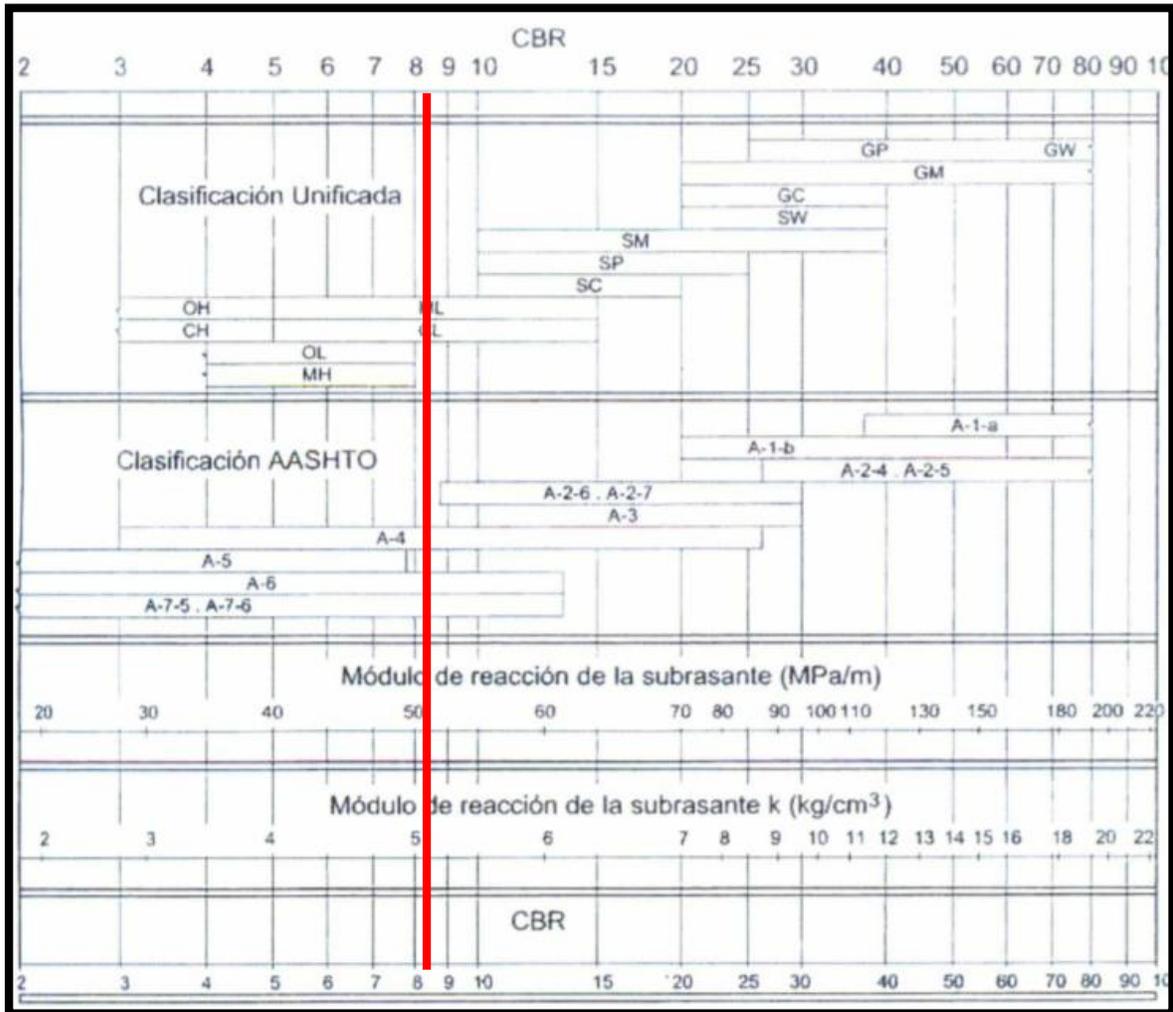


Figura N°: Monograma para el cálculo de la reacción de la subrasante. Fuente: AASHTO 93

Según la imagen, para un **CBR=8.29%**, la proyección que nos indica para determinar el módulo de reacción (K_c) es igual a, **$k_c=54.58$ Mpa/m**.

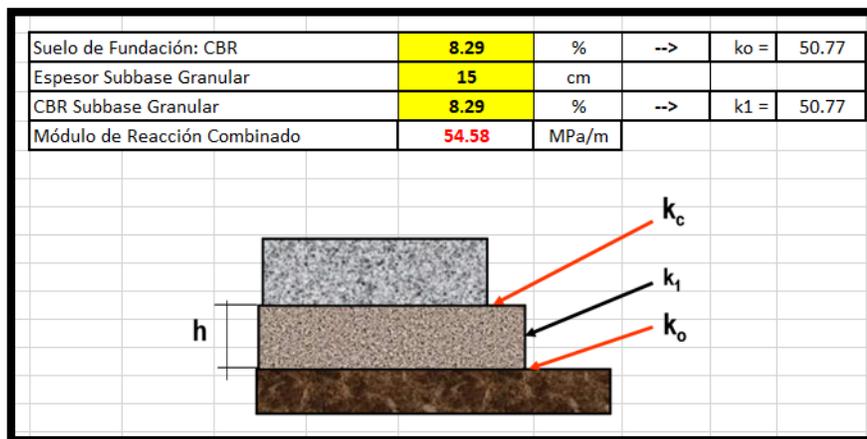
Además, el “Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos” nos facilita brindándonos la siguiente formula:

$$K_c = (1 + (h/38)^2 \times (k_1/k_0)^{2/3})^{0.5} \times k_0$$

K1= Coeficiente de reacción de la subbase granular

K0= Coeficiente de reacción de la sub rasante

Grafico 13: Resultado de Modulo Reacción Combinado



Fuente: Elaboración Propia

$$K = 54.58 \text{ Mpa/m ó } 201.07 \text{ Psi/in}$$

3.5.5.10. Módulo Elástico del Concreto (E_c)

AASHTO 93 indica que el módulo elástico del concreto se puede ser calculado mediante un formula que el ACI recomienda.

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

El módulo de elasticidad para un concreto de F'c 280kg/cm2 es igual a:

$$E_c = 57,000 \times (3876)^{0.5}$$

$$E_c = 24467.18 \text{ Mpa } \acute{o} \text{ 3548679.19 Psi}$$

3.5.5.11. Módulo de Rotura del Concreto (S'c)

Nos basaremos en el “Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos” nos facilita brindándonos la siguiente tabla:

Tabla 42: Modulo de Rotura

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
≤ 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Por lo tanto, tendremos un módulo de Rotura del Concreto (S'c) con un f'c de 280 kg/cm2:

$$M_r = 4 \text{ Mpa } \acute{o} \text{ 568.934 Psi}$$

3.5.5.12. Cálculo de Espesor de Losa de concreto

Con la siguiente formula mostrada, la cual se extrae de la guía AASTHO 93, procederemos a despejar el D (Espesor de Pavimento de Concreto)

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \times S_O + 7.35 \times \text{Log}(D+1) - 0.06 + \frac{\text{Log}\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32x_{p_i}) \cdot \log \left[\frac{S'_c \cdot C_d \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot J \cdot \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

$$\mathbf{W18} = \text{Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 toneladas} = \mathbf{1338424.95}$$

$$\mathbf{Zr} = \text{Coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal} = \mathbf{-1.036}$$

$$(\mathbf{S'c}) = \text{Modulo de Rotura} = \mathbf{568.934}$$

$$\mathbf{So} = \text{Desviación Estándar} = \mathbf{0.35}$$

$$\mathbf{R} = \text{Confiabilidad} = \mathbf{85}$$

$$\mathbf{K} = \text{Módulo de Reacción de la Subrasante} = \mathbf{201.07}$$

$$\mathbf{Cd} = \text{Coeficiente de Drenaje} = \mathbf{1.00}$$

$$\mathbf{Pi} = \text{índice de serviciabilidad inicial} = \mathbf{4.30}$$

$$\mathbf{Pt} = \text{Índice de Serviciabilidad Final} = \mathbf{2.50}$$

$$\mathbf{J} = \text{Coeficiente de Transferencia de Carga} = \mathbf{3.80}$$

$$\mathbf{Ec} = \text{Modulo Elástico del Concreto} = \mathbf{3548679.19}$$

$$\mathbf{\Delta PSI} = \text{Índice de Serviciabilidad} = \mathbf{1.8}$$

Resultado:

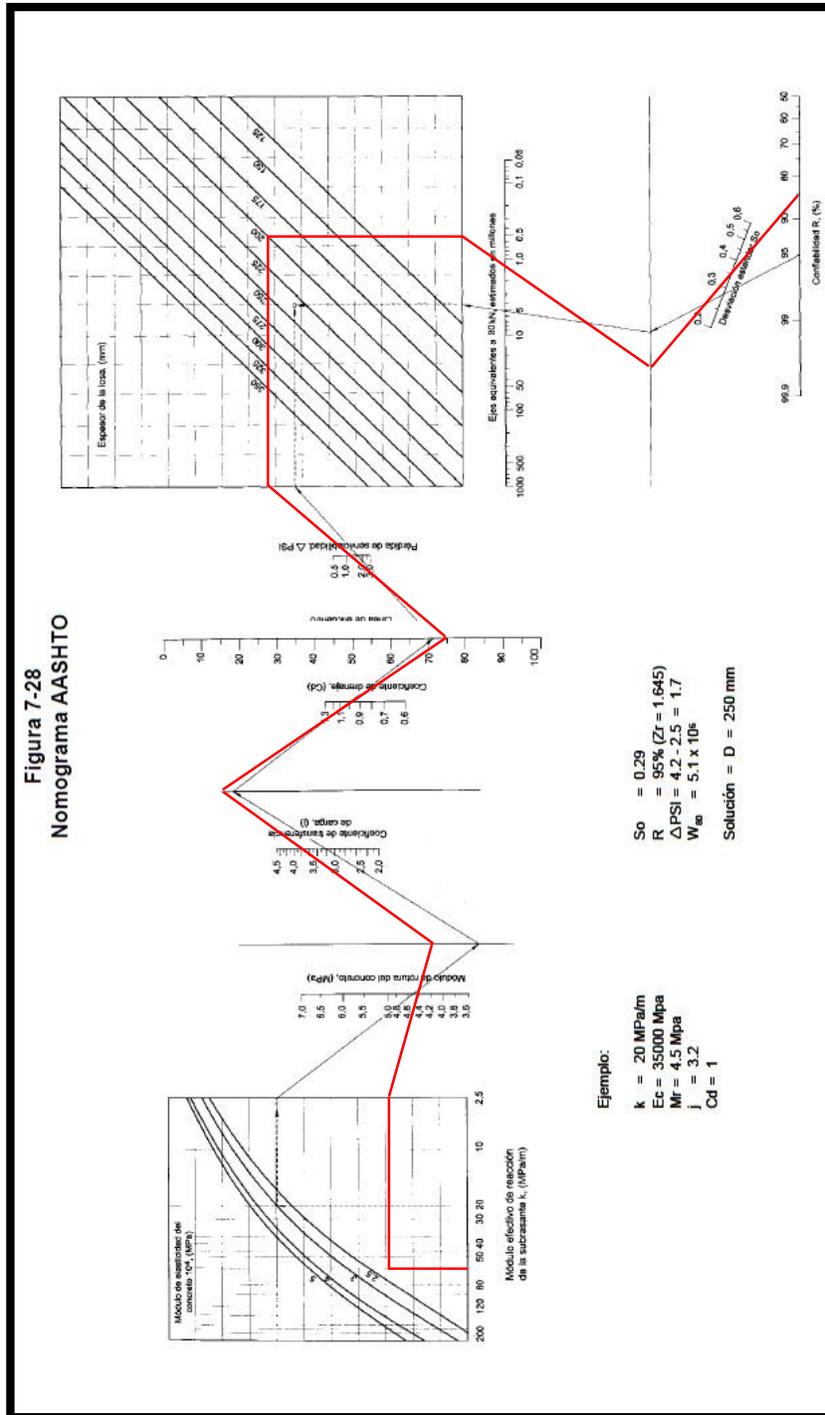
$$1^\circ \text{ Miembro} = 2^\circ \text{ Miembro}$$

$$6.126 = 6.126$$

$$\text{Por Iteración, } D = 8.04$$

3.5.5.13. Monograma para Pavimento Rígido

Grafico 14: Calculo de "D" con el Monograma para Pavimento Rígido



Fuente: Elaboración Propia, basada en la Guía AASTHO 93.

$D = 8.01$

Por lo tanto, determinamos que el espesor de la losa de concreto para nuestro pavimento rígido será de 8.0". Y la Base de 6" ya que la norma AASHTO especifica como un valor mínimo de 4".

Grafico 15: Sección del Pavimento Rígido

LOSA DE CONCRETO	8" = 20cm
BASE (CON AFIRMADO)	6" = 15 cm

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.14.Juntas

Según el “Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos” nos indica que, para diseñar nuestras juntas longitudinales, estas no deberán tener una longitud mayor del 125% del ancho del carril y tampoco deberá ser mayor a 450 cm. La junta Transversales estará a la mitad del ancho total de la vía y tendrá un ancho entre 18 a 25 mm. Además, para aquellas zonas que están a más de 3000 msnm se recomienda que los espaciamientos entre juntas sean cuadradas, como el lugar de estudio se encuentra casi a 3000 msnm y está sometido a cambios climáticos extremos se tomara en cuenta este criterio. El manual nos brinda una tabla la cual precisa el espaciamiento de las juntas según su ancho de carril.

Tabla 43: Dimensiones de Losa

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

El manual nos indica que para un ancho de carril que es nuestro carril la junta longitudinal deberá tener una longitud de 3.7 m. Pero debido a que nuestra zona de estudio está a casi 3000 msnm y está sometida a cambios climáticos extremos los espaciamientos entre juntas serán cuadradas de 3.00 x 3.00m. desde eje hasta las bermas.

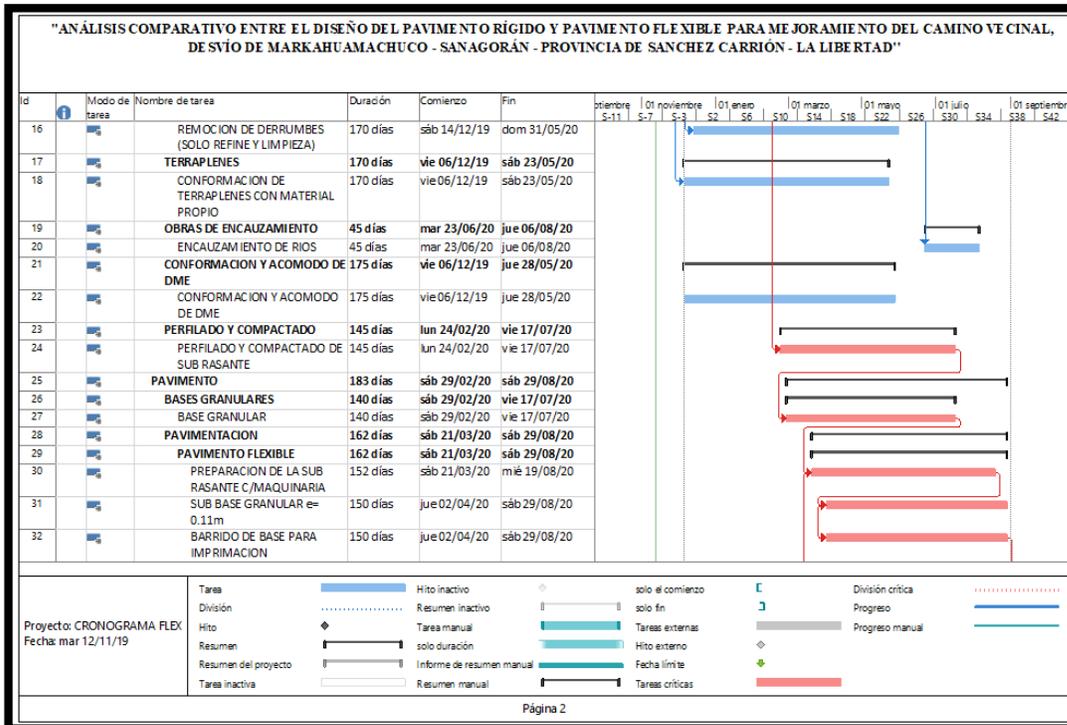
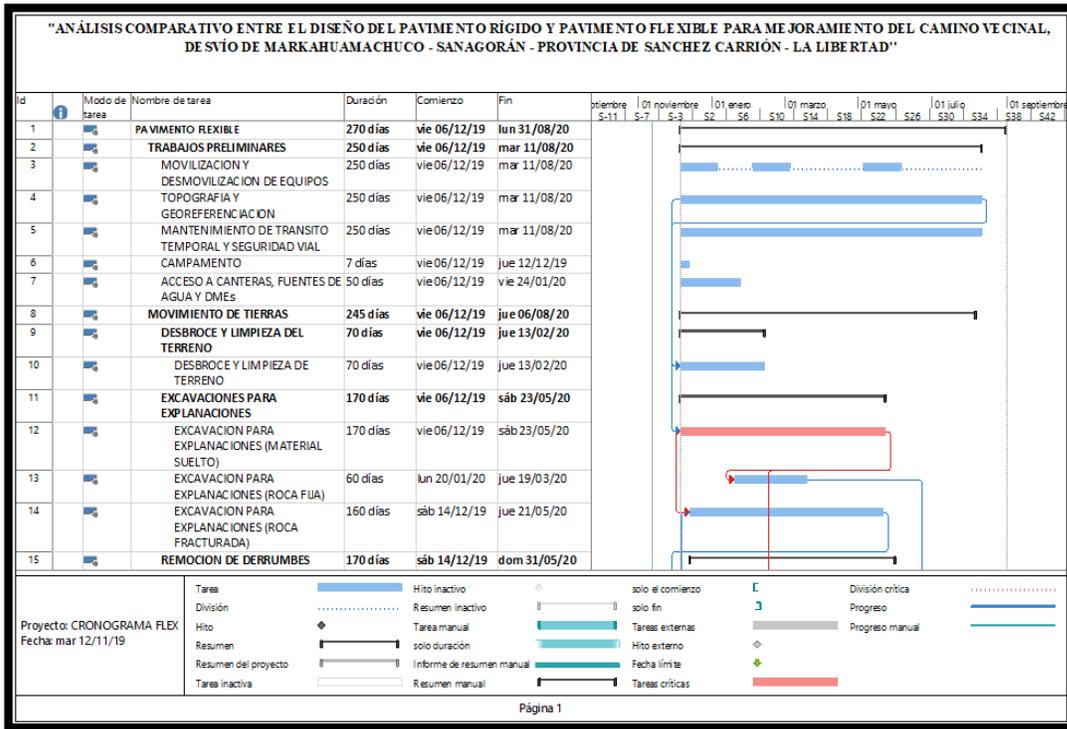
3.5.6. PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Presupuesto					
Presupuesto	0201019	"ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVIO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE			
Cliente		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO			Costo al
Lugar		LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - SANAGORAN			30/09/2019
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES				226,973.98
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	117,196.38	117,196.38
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	11.40	2,149.87	24,908.52
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	Glb	1.00	24,027.54	24,027.54
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00	54,000.00	54,000.00
01.07	ACCESO A CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DMEs	km	1.00	7,241.54	7,241.54
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,576,331.20
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO				3,274.05
02.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha	1.32	2,480.34	3,274.05
02.02	EXCAVACIONES PARA EXPLANACIONES				2,521,839.04
02.02.01	EXCAVACION CLASIFICADA				
02.02.01.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES (ROCA FIJA)	m3	13,760.65	31.98	440,065.59
02.02.01.02	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES (ROCA FRACTURADA)	m3	47,674.72	21.17	1,009,273.62
02.02.01.03	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES (MATERIAL SUELTO)	m3	209,882.51	5.11	1,072,499.63
02.03	REMOCION DE DERRUMBES				161,516.27
02.03.01	REMOCION DE DERRUMBES (SOLO REFINE Y LIMPIEZA)	m3	20,419.25	7.91	161,516.27
02.04	TERRAPLENES				83,594.78
02.04.01	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	9,881.18	8.46	83,594.78
02.05	OBRAS DE ENCAUZAMIENTO				140,505.19
02.05.01	OBRAS DE ENCAUZAMIENTO DE RIOS Y QUEBRADAS	m3	21,128.60	6.65	140,505.19
02.06	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME				599,481.02
02.06.01	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	258,396.95	2.32	599,481.02
02.07	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE				66,120.85
02.07.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	41,068.85	1.61	66,120.85
03.00	PAVIMENTOS				8,066,913.32
03.01	BASES GRANULARES				539,853.453
03.01.01	BASE GRANULAR PARA PAVIMENTO (e=0.23m)	m3	20787.58	25.97	539,853.453
03.02	PAVIMENTACION				7,527,059.87
03.02.01	PAVIMENTO FLEXIBLE				7,527,059.87
03.02.01.01	PREPARACION DE LA SUBRASANTE O MAQUINARIA	m2	90,380.80	4.82	426,799.30
03.02.01.02	SUB BASE GRANULAR e= 0.15m	m2	90,380.80	22.79	2,059,778.43
03.02.01.03	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION	m2	90,380.80	0.56	51,733.25
03.02.01.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	90,380.80	5.45	492,575.36
03.02.01.05	RIEGO DE LIGA	m2	90,380.80	2.98	275,294.78
03.02.01.06	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e= 3"	m2	90,380.80	45.69	4,220,878.75
04.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				603,412.87
04.01	SENALES PREVENTIVAS	und	176.00	744.52	131,035.52
04.02	SENALES REGLAMENTARIAS	und	93.00	742.50	69,052.50
04.03	SENALES INFORMATIVAS	und	25.00	1,013.65	25,341.25
04.04	POSTES DELINEADORES	und	182.00	90.15	16,407.30
04.05	TACHAS RETROREFLECTIVAS	und	2,101.00	13.17	27,670.17
04.06	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	3,275.34	8.52	29,216.03
04.07	BARRERA DE SEGURIDAD VIAL	m	990.00	305.31	302,256.90
04.08	BARRERA DE SEGURIDAD VIAL	und	11.00	221.20	2,433.20
	COSTO DIRECTO				12,473,631.37
	GASTOS GENERALES (10%)				1,247,363.14
	UTILIDAD (5%)				623,681.57
	-----				-----
	SUBTOTAL				14,344,676.08.89
	IMPUESTO IGV (18%)				2,582,041.69
	-----				-----
	TOTAL PRESUPUESTO				16,926,717.77

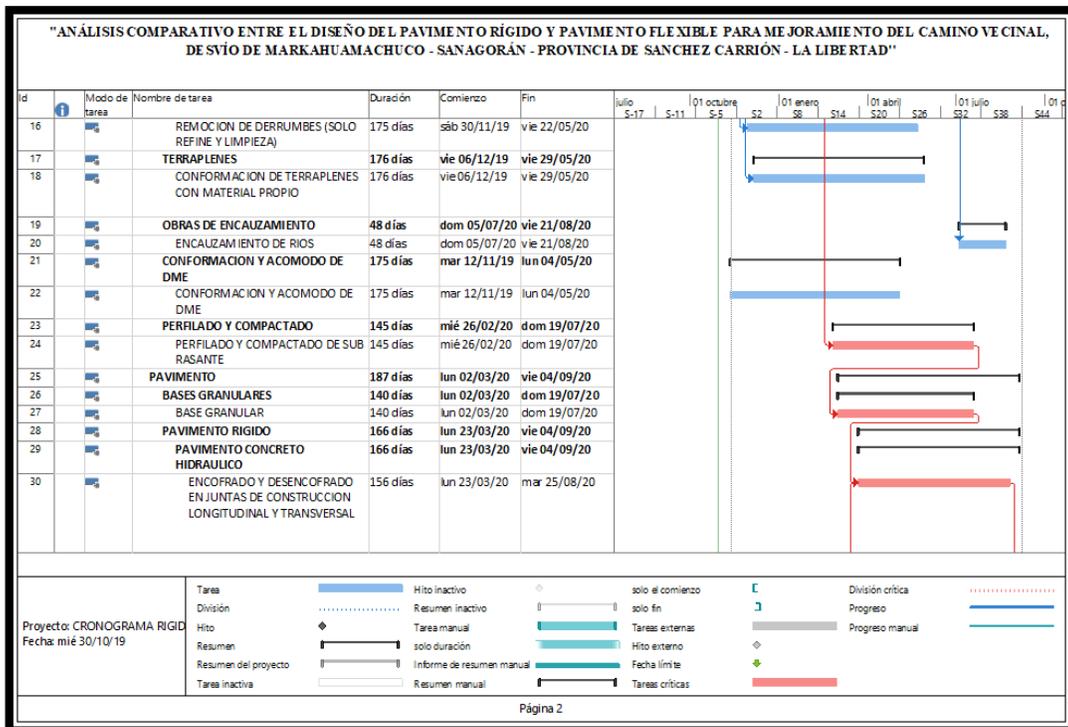
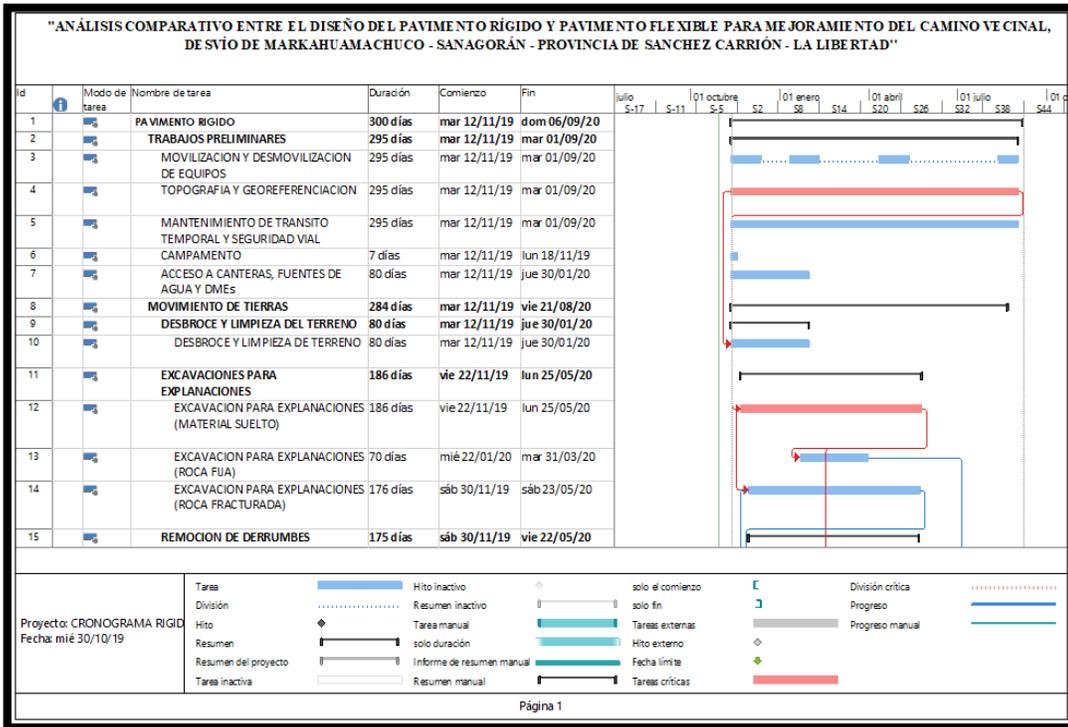
3.5.7. PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO RIGIDO

Presupuesto					
Presupuesto	0201019	"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RIGIDO			
Cliente		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	Costo al	30/09/2019	
Lugar		LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - SANAGORAN			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES				226,973.96
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	117,196.38	117,196.38
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	11.40	2,149.87	24,508.52
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	Glb	1.00	24,027.54	24,027.54
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00	54,000.00	54,000.00
01.07	ACCESO A CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DMEs	km	1.00	7,241.54	7,241.54
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,576,334.20
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO				3,274.05
02.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha	1.32	2,480.34	3,274.05
02.02	EXCAVACIONES PARA EXPLANACIONES				2,521,839.84
02.02.01	EXCAVACION CLASIFICADA				
02.02.01.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES (ROCA FLUA)	m3	13,760.65	31.98	440,065.59
02.02.01.02	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES (ROCA FRACTURADA)	m3	47,674.72	21.17	1,009,273.82
02.02.01.03	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES (MATERIAL SUELTO)	m3	209,882.51	5.11	1,072,459.63
02.03	REMOCION DE DERRUMBES				161,516.27
02.03.01	REMOCION DE DERRUMBES (SOLO REFINE Y LIMPIEZA)	m3	20,419.25	7.91	161,516.27
02.04	TERRAPLENES				33,594.78
02.04.01	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	9,851.18	8.46	83,954.78
02.05	OBRAS DE ENCAUZAMIENTO				140,505.19
02.05.01	OBRAS DE ENCAUZAMIENTO DE RIOS Y QUEBRADAS	m3	21,128.60	6.65	140,505.19
02.06	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME				599,481.02
02.06.01	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	258,396.99	2.32	599,481.02
02.07	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE				66,120.85
02.07.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	41,068.85	1.61	66,120.85
03.00	PAVIMENTOS				8,686,047.36
03.01	BASES GRANULARES				352,078.41
03.01.01	BASE GRANULAR PARA PAVIMENTO (e=0.15m)	m3	13,557.12	25.97	329,844.73
03.02	PAVIMENTO RIGIDO				9,381,610.94
03.02.01	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO				9,381,610.94
03.02.01.01	LOSA DE CONCRETO e= 20 cm. Fc=280 kg/cm2	m2	90,380.80	93.56	8,456,027.65
03.02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m2	3,497.25	32.71	114,395.05
03.02.01.03	ACERO EN JUNTA LONGITUDINAL e 1/2" LONG. 75cm @75cm C/EXTREMO	m	11,403.00	4.93	56,216.79
03.02.01.04	ACERO DE JUNTA TRANSVERSAL e 1" LONG. 50cm @30cm	m	684.00	22.55	15,424.20
03.02.01.05	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	m2	90,380.80	1.44	130,148.35
03.02.01.06	CORTE DE JUNTAS 3mm	m	40,725.00	3.62	147,424.50
03.02.01.07	APLICACION DE RETARDANTE DE EVAPORACION	m2	90,380.80	2.43	219,625.34
03.02.01.08	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	m2	90,380.80	9.32	842,349.06
04.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				603,412.87
04.01	SENALES PREVENTIVAS	und	176.00	744.52	131,035.52
04.02	SENALES REGLAMENTARIAS	und	93.00	742.50	69,052.50
04.03	SENALES INFORMATIVAS	und	25.00	1,013.66	25,341.25
04.04	POSTES DELINEADORES	und	182.00	90.15	16,407.30
04.05	TACHAS RETROREFLECTIVAS	und	2,101.00	13.17	27,670.17
04.06	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	3,275.34	8.92	29,216.03
04.07	BARRERA DE SEGURIDAD VIAL	m	990.00	305.31	302,256.90
04.08	BARRERA DE SEGURIDAD VIAL	und	11.00	221.20	2,433.20
	COSTO DIRECTO				14,740,407.40
	GASTOS GENERALES (10%)				1,474,040.74
	UTILIDAD (5%)				737,020.37
	SUBTOTAL				16,951,468.51
	IMPUESTO IGV (18%)				3,051,264.33
	TOTAL PRESUPUESTO				20,002,732.84

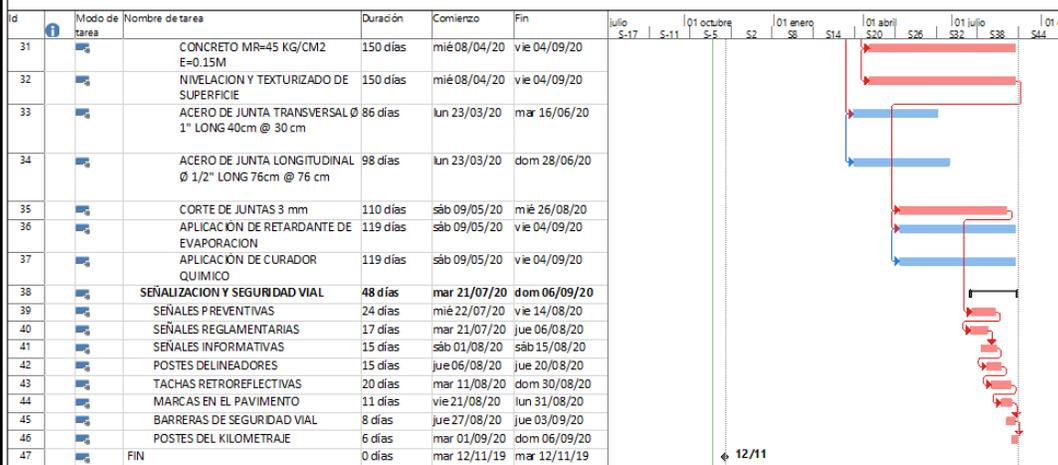
3.5.8. CRONOGRAMA DE OBRA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



3.5.9. CRONOGRAMA DE OBRA DEL PAVIMENTO RIGIDO



"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VE CINAL, DE SVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"



Proyecto: CRONOGRAMA RIGIDO
Fecha: mié 30/10/19

Tarea		Hito inactivo		solo el comienzo		División crítica	
División		Resumen inactivo		solo fin		Progreso	
Hito		Tarea manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		solo duración		Hito externo			
Resumen del proyecto		Informe de resumen manual		Fecha límite			
Tarea inactiva		Resumen manual		Tareas críticas			

3.5.10. SEGURIDAD VIAL

En la seguridad vial analizamos la señalización y seguridad vial del camino vecinal Desvío de Markahuamachuco - Sanagoran, cuyo inicio km 0+00 se da en el km 02+700 de la vía Huamachuco – Markahuamachuco y recorre 11.403 km de terrenos generalmente de topografía accidentada hasta el puente Rio Tambo, obligando a un trazo geométrico sinuoso con radios inferiores al mínimo establecido por el Manual de carreteras del MTC especialmente en la intersección con las quebradas de cause profundo.

Para el presente proyecto hemos recopilado información de organismos del estado, así como de encuestas realizadas en campo, inventariando la señalización existente y el análisis de las características físicas actuales de la vía para identificar los factores que afectan la seguridad de la vía, a partir del análisis de dicha información se ha procedido a establecer recomendaciones, conducentes a salvaguardar la integridad de los peatones y la seguridad del transporte no motorizado, así como de los usuarios de la vía. El proyecto ha comprendido lo siguiente:

3.5.10.1. Accidentalidad

Se ha recogido informes sobre los accidentes ocurridos en dicho tramo y que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 44: Accidentalidad en la Carretera

SECTOR	UBICACION	ACCIDENTES OCURRIDOS	CAUSAS
Entrada a Sanagoran pueblo	Según reportes de la Comisaria PNP Huamachuco en el KM 10+100 al 11+300	Heridos y muertos por accidentes de tránsito	Falta de señalización por ser zona urbana. Falta de iluminación
	Según reportes de la Comisaria PNP Huamachuco en el KM 4+400 al KM 4+500	Volcadura de automóviles y motos	Falta de señalización Curvas pronunciadas, no tienen guardavías Demasiado estrecha para ser de dos carriles
	Según reportes de la Comisaria PNP Huamachuco en el KM 7+200 A KM 7+400	Volcadura de automóviles y motos	Falta de señalización Falta de iluminación, por la existencia de viviendas Curvas pronunciadas Demasiado estrecha para ser de dos carriles
Caserío Urpay y alrededores	Según reportes de la Comisaria PNP Huamachuco en el KM 1+500 A KM 2+200	Choques entre auto y motos. Atropellamiento de personas	Estrechez de la vía que funciona de dos carriles. Falta de señalización

Fuente: Elaboración Propia, basada en el Reporte de Accidentes de la Comisaria PNP Huamachuco

3.5.10.2. Insuficiente o inadecuada señalización

En la visita de reconocimiento de la Carretera efectuada al inicio del proyecto se detectó la deficiente señalización de la vía; en todo el tramo se encontraron 04 señales: 01 informativa y 03 preventivas

La primera se ubica en el Km 0+000, lado derecho, se encuentra en condiciones aceptables y fue colocada durante los trabajos de señalización de la carretera Huamachuco - Markahuamachuco, el tipo de estructura y panel se encuentran acordes con lo especificado por la norma de señalización.

Las tres señales restantes se ubican en el Km 08+165, en el Km 09+390 y en el Km 11+340, son preventivas indican la ubicación de puentes: Integración Andina, Puente Rio Negro y Puente Rio Tambo, estas señales se encuentran en condiciones aceptables y fue colocada durante la construcción de los respectivos puentes, el tipo de estructura y panel se encuentran acordes con lo especificado por la norma de señalización.

3.5.10.3. Diseño Geométrico de la Vía:

El camino vecinal tramo desvío de Markahuamachuco – Sanagoran es sinuoso, con curvas cerradas y sectores estrechos que dificultan el libre tránsito de los vehículos que circulan de ida y vuelta. No se encuentra asfaltada, y las obras de arte como alcantarillas, badenes y pontones son rústicos y se encuentran en mal estado. La señalización existente a lo largo del tramo es mínima y solo de tipo informativa para indicar la presencia de algunos puentes.

Las constantes lluvias perjudican el mal estado del camino vecinal, atraviesa 22 quebradas, 04 de flujo permanente, debido a las fuerte pendientes de sus lechos están sujetas a erosión fluvial, en

época de lluvias se origina deslizamientos y eventualmente huaycos interrumpiendo la comunicación con la ciudad de Huamachuco.

Las curvas cerradas y anchos estrechos en algunas partes de la carretera no permiten que la vía sea de doble carril de manera fluida, eso ha costado la vida de varias personas a bordo de automóviles y motos que circulan por esta vía, a velocidades muchas veces excesiva por la falta de señalización y de prudencia de los conductores.

3.5.10.4. Alineamiento horizontal de la vía

Se ha revisado las características geométricas de la vía, comparando con los parámetros vigentes del MTC lo siguiente: Pendiente, Velocidad directriz, Ancho de la Plataforma, Radios de curvatura, Ancho de bermas, Distancia de visibilidad máxima.

El tramo presenta radios de curvatura que están por debajo de los mínimos permisibles, que van desde 10.00 m hasta 18.00 m curvas de radio. Los casos más desfavorables se presentan en los cruces con las Quebradas: Urpay, Llampá, Los Jaras y Quebrada Chanchacape, donde se aprecia curvas de radio 10.00 m. lo cual obliga que los conductores de vehículos, sobre todo los de grandes dimensiones hagan maniobras exigidas para poder salvar dicha deficiencia en la carretera existente ocasionando que los vehículos que circulan en sentido contrario tengan que recostarse en un lado de la vía para poder permitirles el pase adecuado.

El ancho promedio de la vía es de 3.80 m, las plazoletas de cruce se ubican a más de 1 Km de distancia, y la capa de afirmado de la superficie de rodadura no cumple las características que exige la norma, además debido a un inadecuado sistema de drenaje se origina erosiones, grandes baches, complicando aún más los deslizamientos en el talud superior, consecuentemente diversas

zonas de la vía se estrechan de manera considerable haciendo complicada y riesgosa la circulación de vehículos y peatones.

A continuación, se presenta la tabla N° 45 especificando la situación actual de la carretera y generada con proyecto.

Tabla 45: Situación actual y con Proyecto

CARACTERÍSTICA	SITUACION ACTUAL	CON PROYECTO
Ancho de Calzada	3.8	6.00m
Ancho de carril	-	3.00m
Ancho de Bermas	-	0.50m c/lado
Número de carriles	1	2
Bombeo (%)	-	2%
Radio mínimo (m)	-	25m
Sobreechancho máximo (m)	-	6.30 m
Sobreechancho mínimo (m)	-	0.50 m
Peralte máximo (%)	-	8%
Pendiente mínima (%)	0.11%	1%
Pendiente máxima (%)	-	9%
Talud de relleno	-	1.5 H : 1 V
Talud de corte	-	De acuerdo al tipo de material
Cunetas triangular revestidas	-	1.00 x 0.35
Señalización	4	93 Reglamentarias 172 Preventivas 5 Informativas

Fuente: Elaboración Propia

Bajo estos criterios se ha determinado que la sección típica, debe ser para una velocidad directriz de 30 km/hora debido a la densidad de curvas.

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

- Para obtener nuestro IMDA, se hizo el respectivo conteo vehicular de 07 días, desde el miércoles 07 hasta el martes 09 de Julio del 2019, también se hizo la proyección de tráfico normal y tráfico generado con proyecto a 20 años, aplicando las tasas de crecimiento correspondientes al IMDA por tipo de vehículo del año base (2019).

TIPO DE VEHICULO	TASA CREC %	IMDA	PROYECCIÓN DE TRAFICO NORMAL			PROYECCIÓN DE TRAFICO GENERADO CON PROYECTO (15%)		
			AÑO	2019	2020	2039	2019	2020
M1	1.90	214	219	318	246	251	360	
M2	2.38	5	5	5	6	6	6	
N2 (C2)	2.38	24	25	44	29	30	49	
N3 (C3,C4)	2.38	16	16	16	18	19	19	
O4 (T2S2)	2.38	1	1	1	1	1	1	
TOTAL		260	266	384	300	307	435	

- Se calculó el factor camión y EAL respectivo para ambos tipos de pavimento, para así poder hacer el análisis comparativo de ambos pavimentos, considerándose un periodo de diseño de 20 años, teniendo como resultado lo siguiente.

TIPO DE VEHICULO	FACTOR CAMION		NroRep de EE 8.2 Tn	
	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
C2	3.529	3.477	1,338,424.95	1,182,811.00
C3	3.406	2.526		
C4	3.834	2.323		
T2S2	5.662	4.738		

- El resultado del estudio de mecánica de suelos donde se realizaron 9 calicatas, con fines de pavimentación en el tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran, encontramos que los suelos que caracterizan esta capa son las Mezclas Arenas con finos componentes

limoso y arcilloso con un 86% de participación, identificados en el sistema de SUCS como SC y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-4-(0), seguido de una Mezcla de arcilla de baja plasticidad con un 14% de participación, identificado en el sistema de clasificación SUCS como un CL y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-6-(10). Esta capa se encuentra en estado compacto, con humedad baja y plasticidad baja. Podemos ver que se obtuvo un material predominante de Mezclas de Arenas con finos componentes limoso y arcilloso, por similitud de CBR, guiándonos lo que dice el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” se optó por trabajar con un solo CBR.

N° CALICATA	CBR 95%	% CBR PROMEDIO
1	6.2	8.29
2	8.8	
3	8.6	
4	8.2	
5	8.9	
6	6.0	
7	9.3	
8	9.5	
9	9.1	

- Para el diseño ambos tipos de pavimento, se utilizó los parámetros estipulados en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada guía AASHTO 93.

PARAMETROS	RIGIDO	FLEXIBLE
(W18) Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 toneladas	1338424.95	1,182,811.00
(Mr) Modulo de Resiliencia	-	9891.583 Psi
(Ec) Modulo Elástico del Concreto	354879.19 Psi	-
(S'c) Modulo de Rotura del Concreto	568.934 Psi	-
(Zr) Coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal	-1.036	-1.036
(So) Desviación Estándar Combinada	0.35	0.45
(R) Confiabilidad	85%	85%
(K) Módulo de Reacción de la Subrasante	201.07 Psi/in	-
(Cd) Coeficiente de Drenaje	1.00	1.00
(Pi) Índice de Serviciabilidad Inicial	4.30	4.00
(Pt) Índice de Serviciabilidad Final	2.50	2.50
(J) Coeficiente de Transferencia de Carga	3.80	-
(Ec) Modulo Elástico del Concreto	3548679.19 Psi	-
(ΔPSI) Variación de Serviciabilidad	1.80	1.50

- Espesores calculados para ambos tipos de pavimento según metodología AASHTO 93

PAVIMENTO RIGIDO

LOSA DE CONCRETO	8" = 20cm
BASE (CON AFIRMADO)	6" = 15 cm

PAVIMENTO FLEXIBLE

CARPETA DE RODADURA	3" = 8cm
BASE GRANULAR	9" = 22cm
SUB BASE GRANULAR	6" = 15cm

- Presupuesto y plazo de ejecución final para ambos tipos de pavimento

PAVIMENTO	PRESUPUESTO TOTAL (S/)	DISTANCIA DEL PROYECTO (Km)	COSTO DE EJECUCION POR KILOMETRO (S/)	PLAZO DE EJECUCION (DIAS)
RIGIDO	S/20,002,732.84	11,404	S/ 1,754,010.25	300 días
FLEXIBLE	S/ 16,926,717.77	11,404	S/ 1,484,279.01	270 días

- Cuadro comparativo para ambos tipos de pavimento

CUADRO COMPARATIVO		
CONCEPTO	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
COSTO DE EJECUCION	S/20,002,732.84	S/16,926,717.77
PLAZO DE EJECUCION	300 DIAS	270 DIAS
MANTENIMIENTO PERIODO RUTINARIO	5 – 1 AÑO	3 - 1 AÑO
DURABILIDAD	20 - 30 AÑOS	15 - 20 AÑOS

- Cuadro de ponderación mínimo y máximo, en base a criterios de elaboración de proyectos.

CUADRO DE PONDERACIÓN		
CRITERIOS	PUNTAJE MINIMO	PUNTAJE MAXIMO
COSTO EJECUCION	0.10	0.30
COSTO MANTENIMIENTO	0.10	0.20
IMPACTO AMBIENTAL	0.10	0.25
PLAZO DE EJECUCION	0.10	0.25
TOTAL	0.40	1.00

- A continuación, se presenta un cuadro de ponderación para ambos tipos de pavimento tomando en cuenta criterios de elaboración de proyectos.

CUADRO DE PONDERACIÓN			
CRITERIOS	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PUNTAJE MAXIMO
COSTO EJECUCION	0.10	0.30	0.30
COSTO MANTENIMIENTO	0.20	0.10	0.20
IMPACTO AMBIENTAL	0.10	0.25	0.25
PLAZO DE EJECUCION	0.10	0.25	0.25
TOTAL			1.00

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Los resultados del estudio de tráfico nos muestran que conforme pasen los años el IMDA va incrementar ya que por consiguiente es necesario realizar un proyecto de pavimentación para dicho tramo, donde los beneficiados sean ambos distritos.
- Haciendo las proyecciones de tráfico normal y tráfico generado con proyecto podemos observar un notorio incremento del tipo de vehículos, para tráfico normal se le aplica la tasa de crecimiento poblacional que es 1.90% para vehículos livianos, valor promedio de las tasas de crecimiento de los distritos de Sanagoran (1.66%) y Huamachuco (2.13%). Para el tráfico de vehículos pesados se tomó como base las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas del PBI de la región la libertad, para proyectar el crecimiento del tráfico hasta 20 años siendo 2.38% para vehículos pesados. Para tráfico generado con proyecto se ha considerado el 15% del tráfico normal para vehículos livianos y pesados una vez ejecutado el proyecto.
- Los resultados del estudio de mecánica de suelos, nos muestra que en el tramo predomina la Mezclas de Arenas con finos componentes limoso y arcilloso, y que por similitud de CBR se optó por trabajar con un solo CBR (8.29%) para todo el tramo del Desvío de Markahuamachuco – Sanagoran, de acuerdo a lo estipulado por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la guía AASHTO 93.
- Para el diseño de espesores de dichos pavimentos se trabajó con la guía AASHTO 93, siendo la más adecuada por su determinación de parámetros y variables de diseño, donde se determinó que para un pavimento flexible tenemos un espesor de carpeta de rodadura

de 3" = 8 cm, una base de 9" = 22 cm, una sub base de 6" = 15 cm y para un pavimento rígido tenemos una losa de concreto de 8" = 20 cm y una base de 6" = 15 cm.

VI. CONCLUSIONES

- Concluimos que en cuanto al índice medio diario anual (IMDA) en el tramo es de 260 vehículos compuesto por el 82.31% de M1, siendo este el tipo de vehículos los que transitan más por dicha zona.
- Se hizo el levantamiento topográfico del tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran, teniendo una topografía que va de ondulada a accidentada, y teniendo una distancia de 11,403 km, verificando el tramo nos dimos cuenta que existe un solo carril con escasas plazoletas de cruce, la superficie de rodadura es afirmado en mal estado de conservación y no cuenta con bermas laterales, señalización y tiene un deficiente sistema de drenaje.
- En cuanto al estudio de mecánica suelos, guiándonos del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” se optó por trabajar con un solo CBR (8.29%) para todo el tramo, esto debido a la similitud de CBR.
- Para los Ejes Equivalentes (EE), para el pavimento rígido fue 1,338,424.95 y para el pavimento flexible 1,182,888.63
- En cuanto a la realización del análisis comparativo entre los pavimentos rígido y flexible utilizando el método AASHTO 93, podemos concluir que es el pavimento flexible el más óptimo y recomendable para el tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran.
- Para la seguridad vial, el tramo desvió de Markahuamachuco – Sanagoran presenta inadecuada señalización preventiva, reglamentarias e informativas, existiendo en todo el tramo 04 señales: 01 informativa y 03 preventivas.

VII. RECOMENDACIONES

- Es necesario que el sistema de drenaje funcione adecuadamente para asegurar que el pavimento tenga la vida útil proyectada, se recomienda que, al momento de su ejecución se debe programar acciones periódicas de limpieza integral, mantenimiento y verificación del funcionamiento de los sistemas de alcantarillado pluvial.
- Para la ejecución del pavimento flexible, se recomienda usar las normas del Manual de diseño de carreteras (DG 2018), elaboradas por el MTC, ya que esta cuenta con los parámetros de diseño recomendado para este tipo de carretera.
- El pavimento flexible y pavimento rígido, tienen parámetros de diseño considerables que pueden ser bien aprovechados, pero ya dependerá de las autoridades si cuentan con fondos y financiamientos necesarios para dicho pavimento a emplear en el desvío de Markahuamachuco – Sanagoran.
- Se recomienda que, para determinar el tipo de pavimento a escoger en un determinado proyecto, una característica fundamental que influye en un gran porcentaje es saber cuánto será el coste del mantenimiento, dado que, en el desarrollo de la presente investigación, el pavimento flexible tiene mayor porcentaje de mantenimiento, pero menor costo de ejecución, saber diferenciar estos aspectos será de vital importancia en nuestra actividad profesional.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014),** MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. SECCIÓN: SUELOS Y PAVIMENTOS. Peru.
- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018),** MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO.
- ✓ **Briceño Estrada, C. (2019)** “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN ECONÓMICA ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO, FLEXIBLE Y ADOQUINADO UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, PARA LA AV. MIGUEL GRAU, TRES DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE”. (Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- ✓ **Briceño Torres, L. (2019)** ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE ENTRE LAS METODOLOGÍAS DE LA AASHTO-93 Y LA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO PARA EL CAMINO VECINAL DE JULCAN AL CASERÍO DE CHUAN PARTE BAJA, DISTRITO DE JULCAN, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD. (Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- ✓ **Asociación Española de la Carretera (2001),** JORNADAS SOBRE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE. Barcelona
- ✓ **Pérez Jiménez, F.E. (2002),** CAPAS DE RODADURA: MEZCLAS POROSAS Y MICROS EN CALIENTE. JORNADAS PARA JEFES DE OBRA DE PROBISA

- ✓ **Llorach Vargas, J. (1992)** “MANUAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS”. Perú
- ✓ **Vivar Romero,G (1995)** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS”, Perú
- ✓ **Burgos Vázquez, B. (2014)** “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA RUTA S/R: SANTA EL VIRA – EL ARENAL, EN LA COMUNA DE VALDIVIA”. Chile
- ✓ **Torres Zirion, R. (2017)** “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Guatemala.
- ✓ **Chambi Chambilla, M. (2017)** “ESTUDIO COMPARATIVO TÉCNICO–ECONÓMICO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE COMO ALTERNATIVA DE PAVIMENTACIÓN DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN DEL DISTRITO DE YUNGUYO, PROVINCIA DE YUNGUYO –PUNO”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil) Universidad Nacional del Altiplano.
- ✓ **Rengifo Gonzales, José. (2017)** ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL Y PAVIMENTO FLEXIBLE RECICLADO EN LAS CUADRAS 1 - 29 DE LA AVENIDA LA PAZ SAN MIGUEL – LIMA”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú
- ✓ **Hurtado Acuña. R (2016),** “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO PARA USO EN RUTA CANTONAL DE EL GUARCO”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Costa Rica
- ✓ **Ramírez Rojas, W (2017)** “ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y

FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO-TRUJILLO-
LA LIBERTAD”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil)- Perú

- ✓ **Rengifo Gonzales, J. (2017)** “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL Y PAVIMENTO RECICLADO EN LAS CUADRAS 1-29 DE LA AVENIDA LA PAZ SAN MIGUEL – LIMA”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú
- ✓ ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA (2010) –Perú

IX. ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01: Inicio del tramo de investigación, desvío de Markahuamachuco – Sanagoran



Fotografía 02: Ubicación de calicata N° 01, para su posterior excavación.



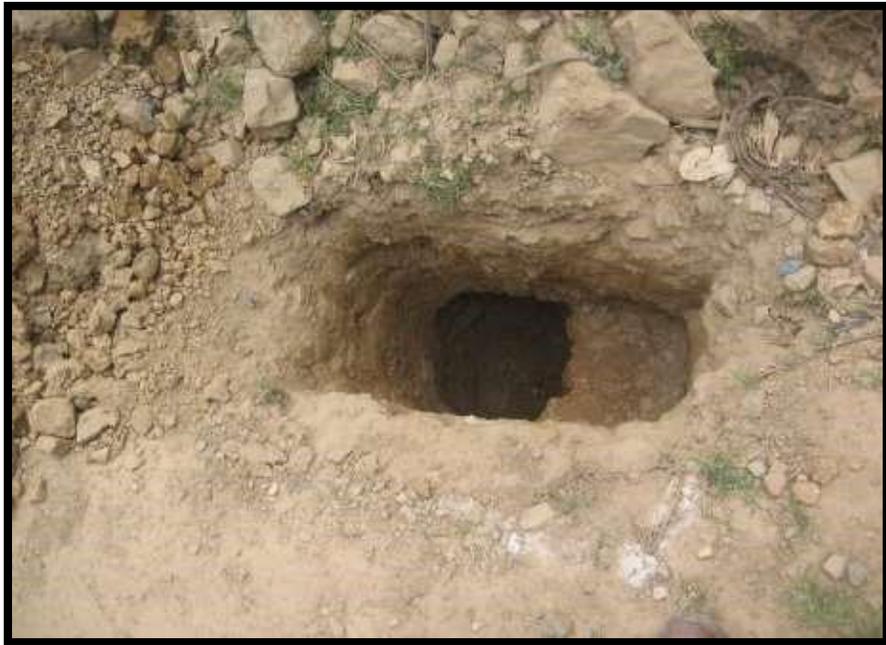
Fotografía 03: Excavación de la calita N° 02 y toma de muestra.



Fotografía 04: Ubicación de calicata N° 03 para su posterior excavación.



Fotografía 05: Ubicación de calicata N° 04 para su posterior excavación.



Fotografía 06: Ubicación de calicata N° 05 para su posterior excavación.



Fotografía 07: Excavación de la calita N° 06 y toma de muestra.



Fotografía 08: Ubicación de calicata N° 07 para su posterior excavación.



Fotografía 08: Excavación de la calita N° 08 y toma de muestra.



Fotografía 10: Ubicación de calicata N° 09 para su posterior excavación.



Fotografía 11: Excavación de la calita N° 09 y toma de muestra.



Fotografía 15: Vista de la situación actual de la carretera hacia Sanagoran



Fotografía 15: Vista de la situación actual de la carretera hacia Sanagoran



Fotografía 15: Vista de la situación actual de la carretera hacia Sanagoran

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO - ASFALTO
MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

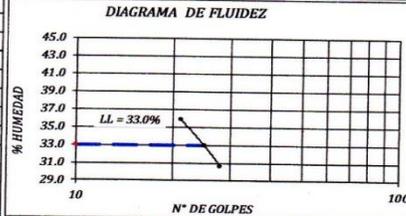
NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-1 KM 0+000
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	12.10	2.2	97.8
Nº 4	4.76	21.50	3.8	94.0
Nº 8	2.38	17.70	3.2	90.8
Nº 10	2.00	2.30	0.4	90.4
Nº 16	1.19	6.80	1.2	89.2
Nº 30	0.59	7.10	1.3	87.9
Nº 40	0.43	10.50	1.9	86.1
Nº 50	0.30	22.60	4.0	82.0
Nº 100	0.15	83.20	14.9	67.2
Nº 200	0.074	34.70	6.2	61.0
-200		341.50	61.0	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 560.00	% Grava:	6.0
Peso Lavado Seco(g)	: 218.5	% Arena:	33.0
Pérdida por Lavado(g)	: 341.50	% Finos:	61.0
ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	33.0	Nº GOLPES	%w
Límite Plástica (%)	19.5	28	30.64
Índice Plasticidad (%)	13.5	25	32.97
		21	35.83

CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216			
Peso de suelo húmedo + tara	g.	552.4	
Peso de suelo seco + tara	g.	475.2	
peso de tara	g.	48.4	
Contenido de Humedad	%	18.09	



KINSA
GEOLABS SAC
ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
REG. Nº. 145562 UET

Nº RESOLUCIÓN INDECOPI:016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO - TRUJILLO/ URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE ALUMINIO MZ. R- LT. 13
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: laboratorio_kingro@hotmail.com / javier_jjdv@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

TESIS :

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-2 KM 1+500
 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	0.00	-	100.0
N° 4	4.76	0.00	-	100.0
N° 8	2.38	11.90	2.1	97.9
N° 10	2.00	1.60	0.3	97.7
N° 16	1.19	6.20	1.1	96.6
N° 30	0.59	23.00	4.0	92.6
N° 40	0.43	37.60	6.5	86.2
N° 50	0.30	90.40	15.6	70.6
N° 100	0.15	122.10	21.0	49.6
N° 200	0.074	29.60	5.1	44.5
-200		258.00	44.5	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 580.40	% Grava:	0.0
Peso Lavado Seco(g)	: 322.4	% Arena:	55.5
Pérdida por Lavado(g)	: 258.00	% Finos:	44.5

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	25.4	N° GOLPES	%w
Límite Plástico (%)	18.3	27	23.43
Índice Plasticidad (%)	7.1	24	26.86
		20	31.24

CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216	
Peso de suelo húmedo + tara	g. 521.5
Peso de suelo seco + tara	g. 467.4
peso de tara	g. 50.4
Contenido de Humedad	% 12.97

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	SC
AASHTO	ASTM D 3282	A-4(0)



KINSA GEOLABS SAC
 JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. 145659

INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

TESIS :

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-3 **KM 3+000**
MUESTRA : M-1 **PROFUNDIDAD :** 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	6.60	1.3	98.7
N° 4	4.76	12.10	2.4	96.3
N° 8	2.38	10.50	2.1	94.2
N° 10	2.00	1.40	0.3	93.9
N° 16	1.19	3.70	0.7	93.2
N° 30	0.59	8.20	1.6	91.5
N° 40	0.43	18.60	3.7	87.8
N° 50	0.30	32.10	6.4	81.4
N° 100	0.15	189.50	37.8	43.6
N° 200	0.074	24.30	4.8	38.7
-200		194.20	38.7	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 501.20	% Grava:	3.7
Peso Lavado Seco(g)	: 307.0	% Arena:	57.5
Pérdida por Lavado(g)	: 194.20	% Finos:	38.7

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	28.3	N° GOLPES	%w
Límite Plástico (%)	18.1	29	24.77
Índice Plasticidad (%)	10.2	26	26.91
		23	30.09

CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216			
Peso de suelo húmedo + tara	g.	1553.6	
Peso de suelo seco + tara	g.	1402.1	
peso de tara	g.	50.2	
Contenido de Humedad	%	11.21	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	SC
AASHTO	ASTM D 3282	A-4(1)

CURVA GRANULOMÉTRICA	
Cc=	-0.05
Cu=	-0.58

KINSA GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. Nº 145659

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

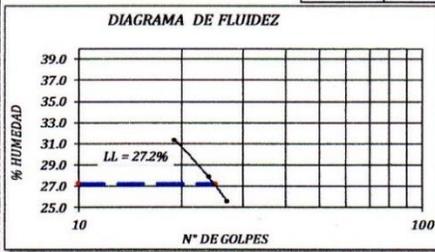
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-4 KM 4+500
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	0.00	-	100.0
N° 4	4.76	21.90	4.4	95.6
N° 8	2.38	9.30	1.9	93.8
N° 10	2.00	1.60	0.3	93.5
N° 16	1.19	8.60	1.7	91.8
N° 30	0.59	9.10	1.8	89.9
N° 40	0.43	19.90	4.0	86.0
N° 50	0.30	45.70	9.1	76.9
N° 100	0.15	114.70	22.8	54.0
N° 200	0.074	22.30	4.4	49.6
-200		248.90	49.6	-

Datos del Material		
Peso Inicial Seco(g)	: 502.00	% Grava: 4.4
Peso Lavado Seco(g)	: 253.1	% Arena: 46.1
Pérdida por Lavado(g)	: 248.90	% Finos: 49.6
ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	27.2	N° GOLPES %w
Límite Plástico (%)	18.4	27 25.56
Índice Plasticidad (%)	8.8	24 27.87
		19 31.32



CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216	
Peso de suelo húmedo + tara	g. 1512.4
Peso de suelo seco + tara	g. 1355.9
peso de tara	g. 50.6
Contenido de Humedad	% 11.99

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	SC
AASHTO	ASTM D 3282	A-4(2)



KINSA GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VAQUERO
 REC. 14565

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-5 KM 6+000
 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	0.00	-	100.0
Nº 4	4.76	39.40	6.5	93.5
Nº 8	2.38	27.30	4.5	89.0
Nº 10	2.00	2.20	0.4	88.6
Nº 16	1.19	7.50	1.2	87.4
Nº 30	0.59	16.40	2.7	84.7
Nº 40	0.43	27.40	4.5	80.1
Nº 50	0.30	76.30	12.6	67.5
Nº 100	0.15	132.10	21.8	45.7
Nº 200	0.074	32.80	5.4	40.3
-200		243.60	40.3	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 605.00	% Grava:	6.5
Peso Lavado Seco(g)	: 361.4	% Arena:	53.2
Pérdida por Lavado(g)	: 243.60	% Finos:	40.3

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	28.5	Nº GOLPES	%w
Límite Plástico (%)	18.6	27	26.87
Índice Plasticidad (%)	9.9	24	29.26
		20	31.88

CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216	
Peso de suelo húmedo + tara	g. 725.2
Peso de suelo seco + tara	g. 652.4
peso de tara	g. 50.0
Contenido de Humedad	% 12.08

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	SC
AASHTO	ASTM D 3282	A-4(1)



**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VÁSQUEZ
 REG. CIP: 14565

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-6 KM 7+500
 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	0.00	-	100.0
Nº 4	4.76	18.40	3.7	96.3
Nº 8	2.38	3.50	0.7	95.6
Nº 10	2.00	0.90	0.2	95.5
Nº 16	1.19	1.10	0.2	95.2
Nº 30	0.59	3.70	0.7	94.5
Nº 40	0.43	13.20	2.6	91.9
Nº 50	0.30	29.50	5.9	86.0
Nº 100	0.15	86.30	17.2	68.8
Nº 200	0.074	24.00	4.8	64.0
-200		320.90	64.0	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 501.50	% Grava:	3.7
Peso Lavado Seco(g)	: 180.6	% Arena:	32.3
Pérdida por Lavado(g)	: 320.90	% Finos:	64.0

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	34.4	Nº GOLPES	%w
Límite Plástico (%)	19.4	30	31.96
Índice Plasticidad (%)	15.0	27	33.43
		22	35.72

CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216			
Peso de suelo húmedo + tara	g.	622.4	
Peso de suelo seco + tara	g.	527.3	
peso de tara	g.	45.8	
Contenido de Humedad	%	19.75	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	CL
AASHTO	ASTM D 3282	A-6(7)



**KINSA
 GEOLABS SAC**

ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. CIP: 145650

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-7 KM 9+000
 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

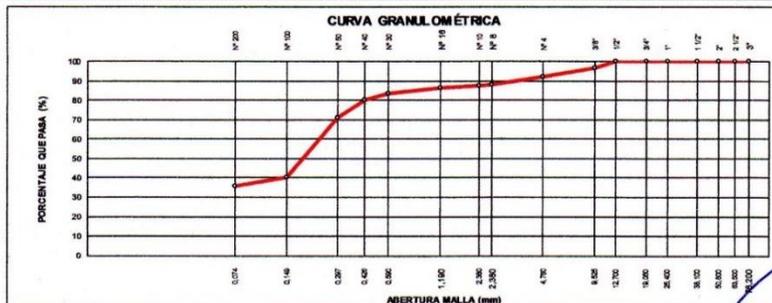
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	16.60	3.3	96.7
Nº 4	4.76	22.40	4.5	92.2
Nº 8	2.38	20.10	4.0	88.2
Nº 10	2.00	2.00	0.4	87.8
Nº 16	1.19	7.60	1.5	86.3
Nº 30	0.59	13.10	2.6	83.6
Nº 40	0.43	18.40	3.7	80.0
Nº 50	0.30	43.70	8.7	71.2
Nº 100	0.15	155.70	31.1	40.1
Nº 200	0.074	21.50	4.3	35.8
-200		178.90	35.8	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 500.00	% Grava:	7.8
Peso Lavado Seco(g)	: 321.1	% Arena:	56.4
Pérdida por Lavado(g)	: 178.90	% Finos:	35.8

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	26.4	Nº GOLPES	%w
Límite Plástico (%)	18.3	28	23.24
Índice Plasticidad (%)	8.1	25	26.42
		22	29.22

CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216	
Peso de suelo húmedo + tara	g. 698.6
Peso de suelo seco + tara	g. 630.1
peso de tara	g. 45.6
Contenido de Humedad	% 11.72

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	SC
AASHTO	ASTM D 3282	A-4(0)



KINSA
 GEOLABS SAC

ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V. QUEZ
 REC. 010 145657

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

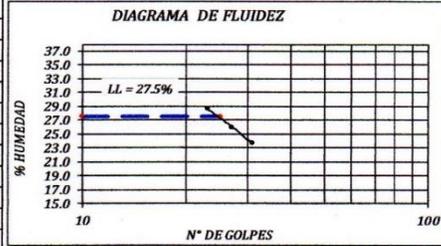
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

CALICATA : C-8 KM 10+500
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	0.00	-	100.0
N° 4	4.76	55.60	6.8	93.2
N° 8	2.38	31.20	3.8	89.3
N° 10	2.00	3.10	0.4	88.9
N° 16	1.19	14.20	1.7	87.2
N° 30	0.59	22.50	2.8	84.4
N° 40	0.43	65.80	8.1	76.3
N° 50	0.30	77.20	9.5	66.8
N° 100	0.15	186.90	23.0	43.8
N° 200	0.074	44.60	5.5	38.3
-200		310.90	38.3	-

Datos del Material			
Peso Inicial Seco(g)	: 812.00	% Grava:	6.8
Peso Lavado Seco(g)	: 501.1	% Arena:	54.9
Pérdida por Lavado(g)	: 310.90	% Finos:	38.3
ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318			
Límite Líquido (%)	27.5	N° GOLPES	%w
Límite Plástico (%)	17.9	31	23.65
Índice Plasticidad (%)	9.6	27	25.93
		23	28.68



CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216	
Peso de suelo húmedo + tara	g. 1543.0
Peso de suelo seco + tara	g. 1353.5
peso de tara	g. 50.5
Contenido de Humedad	% 14.54

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
SUCS	ASTM D 2487	SC
AASHTO	ASTM D 3282	A-4(0)



**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. CIP: 145650

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

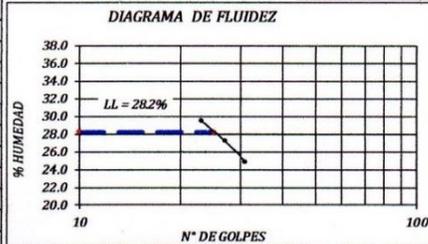
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128 / ASTM D-422

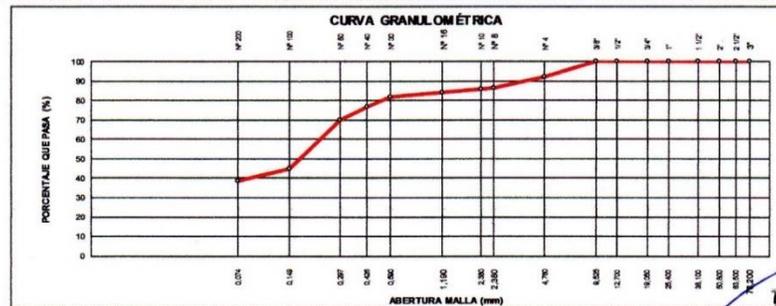
CALICATA : C-9 KM 11+403
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	0.0	-	100
2 1/2"	63.50	0.0	-	100
2"	50.80	0.0	-	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	-	100.0
1"	25.40	0.00	-	100.0
3/4"	19.05	0.00	-	100.0
1/2"	12.70	0.00	-	100.0
3/8"	9.53	0.00	-	100.0
Nº 4	4.76	42.70	7.7	92.3
Nº 8	2.38	32.90	5.9	86.4
Nº 10	2.00	2.80	0.5	85.9
Nº 16	1.19	11.10	2.0	84.0
Nº 30	0.59	12.50	2.2	81.7
Nº 40	0.43	28.40	5.1	76.6
Nº 50	0.30	35.80	6.4	70.2
Nº 100	0.15	143.00	25.6	44.6
Nº 200	0.074	32.60	5.8	38.7
-200		216.00	38.7	-

Datos del Material		
Peso Inicial Seco(g)	: 557.80	% Grava: 7.7
Peso Lavado Seco(g)	: 341.8	% Arena: 53.6
Pérdida por Lavado(g)	: 216.00	% Finos: 38.7
ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA- ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	28.2	Nº GOLPES %w
Límite Plástico (%)	18.7	31 24.85
Índice Plasticidad (%)	9.5	27 27.19
		23 29.41



CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D2216	
Peso de suelo húmedo + tara	g. 1511.1
Peso de suelo seco + tara	g. 1301.4
peso de tara	g. 48.5
Contenido de Humedad	% 16.74



**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER A. DE LA CRUZ VALENZUELA
 REG. Nº: 145656

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(ASTM D-1557)

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

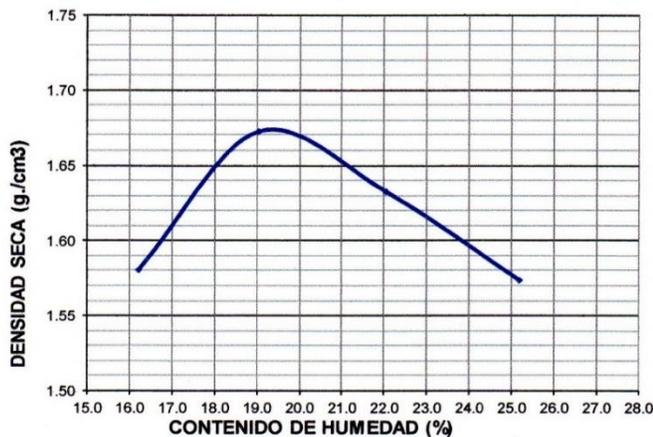
TESIS :

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN
FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-1 KM 0+000 **PROFUNDIDAD :** 0.20-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	6015.5	6,160.10	6,162.40	6,141.00
Peso del Molde (g.)	4278.5	4278.50	4278.50	4278.50
Peso Suelo Húmedo (g.)	1737.0	1881.6	1883.9	1862.5
Volúmen del molde (cm3)	945.5	945.5	945.5	945.5
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.837	1.990	1.992	1.970

Número de Tarro	1	5	6	3
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	356.1	435.00	441.50	426.80
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	312.7	375.90	386.40	363.60
Peso Tarro (g.)	45.5	65.50	136.40	112.80
Peso del agua (g.)	43.4	59.1	55.1	63.2
Peso de suelo seco (g.)	267.2	310.4	250	250.8
Contenido de Humedad (%)	16.24	19.04	22.04	25.20
Densidad Seca (g./cm3)	1.580	1.672	1.633	1.573



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.672
OCH (%)	19.04

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	4278.5
VOLÚMEN(cm3):	945.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
 El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

KINSA
 GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
 REG. CIP: 14565

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN
FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-1 KM 0+000

MUESTRA : M-1

Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CONDICIÓN						
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12819.0	13122.0	12622.0	12931.0	12529.0	12760.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4207.7	4510.7	4081.4	4390.4	3966.3	4197.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	1.995	2.139	1.925	2.071	1.870	1.979

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	512.40	470.30	431.20	485.40	382.40	447.90
Muestra seca + Tara (g.)	438.20	371.90	370.30	383.70	328.50	352.80
Peso del Agua (g.)	74.20	98.40	60.90	101.70	53.90	95.10
Peso de la Tara (g.)	48.60	45.70	50.30	48.50	45.60	50.10
Muestra Seca (g.)	389.60	326.20	320.00	335.20	282.90	302.70
Contenido de Humedad (%)	19.05	30.17	19.03	30.34	19.05	31.42
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	1.676		1.617		1.571	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. (mm)	Lectura dial	Hincham. (mm)	Lectura dial	Hincham. (mm)
			0	0	0	0	0	0
		24	16	0.406	20	0.508	26	0.660
		48	19	0.483	30	0.762	32	0.813
		72	22	0.559	33	0.838	35	0.889
		96	23	0.584	34	0.864	36	0.914

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
	(mm)	(pulg)	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	20.8	1.1	15.8	0.82	10.7	0.55
1.27	0.050	56.4	2.9	40.2	2.08	27.5	1.42	
1.91	0.075	74.9	3.9	54.9	2.84	45.6	2.36	
2.54	0.100	113.4	5.9	90.4	4.67	75.3	3.89	
3.81	0.150	140.7	7.3	112.7	5.83	91.5	4.73	
5.08	0.200	163.8	8.5	130.8	6.76	109.5	5.66	
6.35	0.250	183.2	9.5	151.2	7.82	114.3	5.91	
7.62	0.300	200.5	10.4	170.5	8.81	142.5	7.37	
12.7	0.500	230.2	11.9	190.2	9.83	165.9	8.58	

KINSA
GEOLABS SAC

ING. JAVIER DE LA CRUZ V.
 REG. CIP: 14565

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

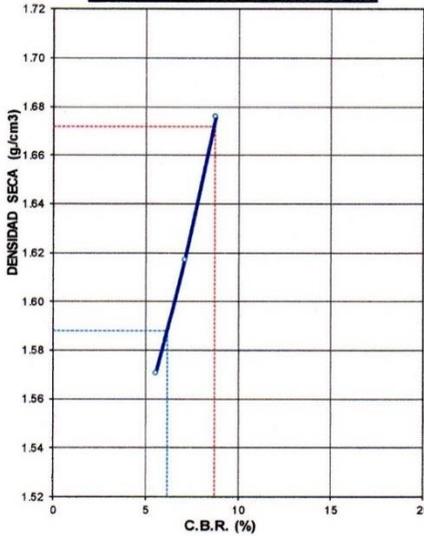
Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-1 KM 0+000

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN:		19.35	cm ²
CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	8.81	7.11
	5.08mm (0.2")	8.28	6.66
		5.54	5.24

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.672 (g./cm³)

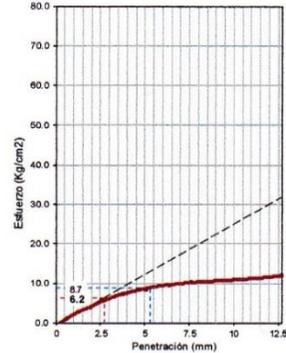
HUMEDAD ÓPTIMA : 19.04 (%)

95 % DSM : 1.588 (g./cm³)

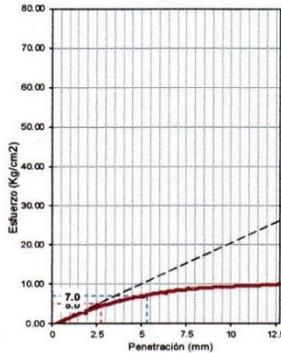
RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	
VALOR CBR AL 100% DSM:	8.7	8.1	(%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	6.2	5.8	(%)

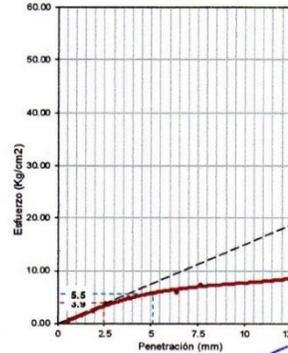
56 Golpes



25 Golpes



12 Golpes



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER DE LA CRUZ VÁSQUEZ
 REG. CIP: 145659

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

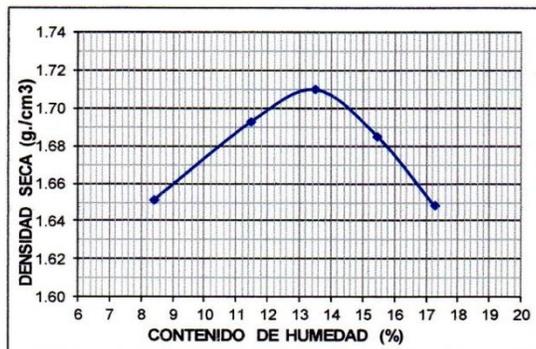
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2 KM 1+500

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,979.2	6,071.1	6,121.9	6,126.9	6,114.6
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1700.80	1792.70	1843.50	1848.50	1836.20
Volúmen del molde (cm3)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo humedo (g./cm3)	1.790	1.887	1.941	1.946	1.933
Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	470.20	397.80	447.90	471.00	396.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	437.50	361.60	400.40	414.60	344.50
Peso Tarro (g.)	49.00	46.50	48.90	50.00	45.20
Peso del agua (g.)	32.70	36.20	47.50	56.40	51.70
Peso de suelo seco (g.)	388.50	315.10	351.50	364.60	299.30
Humedad promedio (%)	8.417	11.488	13.514	15.469	17.274
Densidad Seca (g./cm3)	1.651	1.693	1.710	1.685	1.648



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.710
OCH (%)	13.50

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm3):	950.0

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VÁSQUEZ
 REG. CIP: 145659

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN
FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-2 KM 1+500

MUESTRA : M-1

Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12739.0	13231.0	12548.0	13067.0	12425.0	12934.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8540.6
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4127.7	4619.7	4007.4	4526.4	3862.3	4393.4
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2120.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	1.957	2.190	1.890	2.135	1.821	2.072

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	519.70	491.10	452.90	485.60	472.90	491.30
Muestra seca + Tara (g.)	463.80	415.10	405.00	409.60	421.90	411.50
Peso del Agua (g.)	55.90	76.00	47.90	76.00	51.00	79.80
Peso de la Tara (g.)	50.10	51.00	51.20	48.60	45.80	49.50
Muestra Seca (g.)	413.70	364.10	353.80	361.00	376.10	362.00
Contenido de Humedad (%)	13.51	20.87	13.54	21.05	13.56	22.04
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	1.724		1.665		1.604	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincam.	Lectura	Hincam.	Lectura	Hincam.
		(horas)	díal	(mm)	díal	(mm)	díal	(mm)
		0	0	0	0	0	0	0
		24	3	0.076	6	0.152	9	0.229
		48	5	0.127	8	0.203	12	0.305
		72	5	0.127	12	0.305	15	0.381
		96	7	0.178	12	0.305	16	0.406

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	51.0	2.6	36.2	1.87	20.9	1.08
1.27	0.050	100.5	5.2	91.3	4.72	62.5	3.23	
1.91	0.075	143.6	7.4	118.7	6.14	89.0	4.60	
2.54	0.100	225.8	11.7	153.5	7.93	124.3	6.43	
3.81	0.150	266.5	13.8	182.0	9.41	168.2	8.69	
5.08	0.200	353.2	18.3	243.4	12.58	195.7	10.12	
6.35	0.250	401.7	20.8	283.7	14.66	236.5	12.23	
7.62	0.300	499.6	25.8	384.9	19.90	280.2	14.48	
12.7	0.500	579.0	29.9	471.3	24.36	379.3	19.61	

GEOLABS SAC

ING. JAVIER DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. N° 145650

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

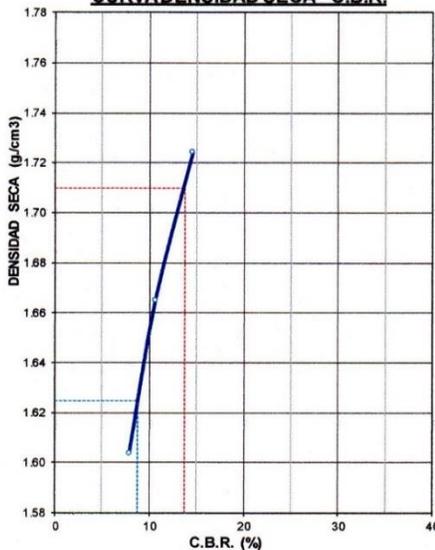
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-2 KM 1+500

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



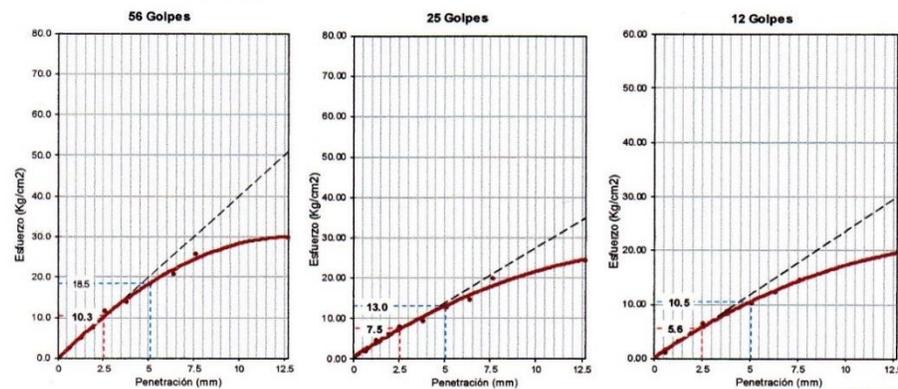
ÁREA DEL PISTÓN:	19.35	cm ²	
CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	14.64	7.96
	5.08mm (0.2")	17.61	10.00

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.710 (g./cm³)
HUMEDAD ÓPTIMA : 13.50 (%)
95 % DSM : 1.625 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	13.7	16.2 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	8.8	10.8 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
 REG. N.º: 145650

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3 KM 3+000

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,983.5	6,081.4	6,138.7	6,145.8	6,121.0
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1705.10	1803.00	1860.30	1867.40	1842.60
Volúmen del molde (cm ³)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo humedo (g./cm³)	1.795	1.898	1.958	1.966	1.940

Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	435.80	446.00	382.40	496.60	418.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	403.00	402.30	339.30	432.40	358.70
Peso Tarro (g.)	45.50	46.10	45.90	45.00	49.00
Peso del agua (g.)	32.80	43.70	43.10	64.20	59.80
Peso de suelo seco (g.)	357.50	356.20	293.40	387.40	309.70
Humedad promedio (%)	9.175	12.268	14.690	16.572	19.309
Densidad Seca (g./cm³)	1.644	1.690	1.707	1.686	1.626



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.707
OCH (%)	14.69

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm ³):	950.0

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
 REG. CIP: 14565

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-3 KM 3+000

MUESTRA : M-1

Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12763.0	13013.0	12587.0	12854.0	12476.0	12759.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4151.7	4401.7	4046.4	4313.4	3913.3	4196.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.968	2.087	1.909	2.035	1.845	1.978

N°	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)					
	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	498.50	502.40	463.60	497.30	467.20	511.10
Muestra seca + Tara (g.)	441.20	419.20	410.40	412.10	413.30	418.90
Peso del Agua (g.)	57.30	83.20	53.20	85.20	53.90	92.20
Peso de la Tara (g.)	50.80	51.20	48.50	48.80	46.50	47.00
Muestra Seca (g.)	390.40	368.00	361.90	363.30	366.80	371.90
Contenido de Humedad (%)	14.68	22.61	14.70	23.45	14.69	24.79
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.716		1.664		1.609	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
	(horas)	(horas)	(dia)	(mm)	(dia)	(mm)	(dia)	(mm)
	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	4	0.102	5	0.127	11	0.279	
	48	6	0.152	9	0.229	13	0.330	
	72	7	0.178	11	0.279	17	0.432	
	96	8	0.203	11	0.279	18	0.457	

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	49.2	2.5	31.6	1.63	21.8	1.13
1.27	0.050	101.5	5.2	95.3	4.93	59.5	3.08	
1.91	0.075	181.0	9.4	125.9	6.51	94.0	4.86	
2.54	0.100	218.2	11.3	168.1	8.69	123.8	6.40	
3.81	0.150	247.3	12.8	201.0	10.39	150.6	7.78	
5.08	0.200	306.1	15.8	268.5	13.88	181.4	9.38	
6.35	0.250	424.0	21.9	301.9	15.61	210.0	10.86	
7.62	0.300	484.7	25.1	370.5	19.15	277.2	14.33	
12.7	0.500	555.4	28.7	449.3	23.23	317.9	18.45	

KINSA 645
GEOLABS SAC

ING. JAVIER DE LA CRUZ V.
 REG. CIP: 14565

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

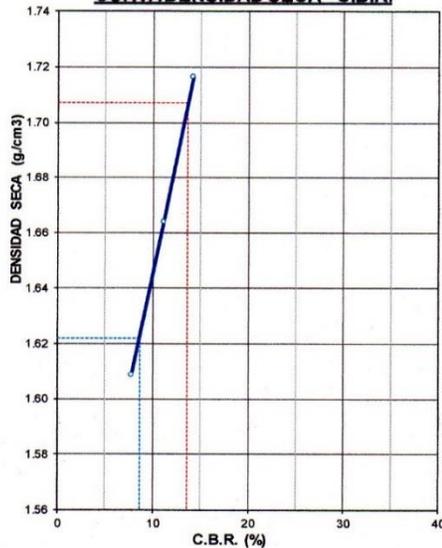
Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-3 KM 3+000

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN:	19.35	cm ²
CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²

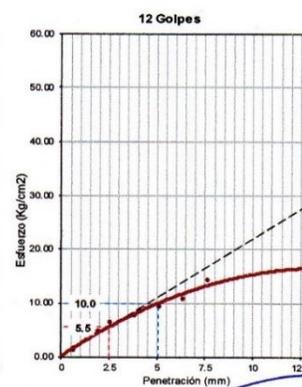
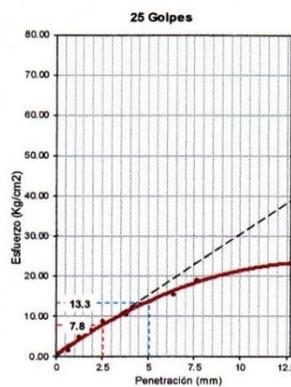
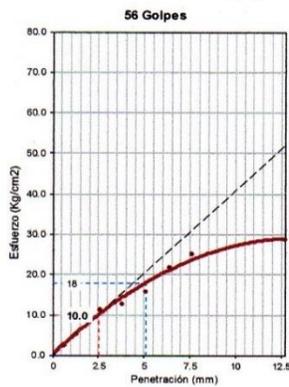
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	14.21	11.09
	5.08mm (0.2")	17.14	12.66

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.707 (g./cm³)
 HUMEDAD ÓPTIMA : 14.69 (%)
 95 % DSM : 1.622 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	13.6	16.1 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	8.6	10.2 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER DE LA CRUZ VA
 REG. CIP: 145656

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

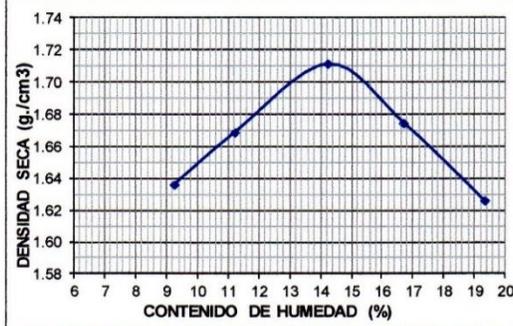
CALICATA : C-4 KM 4+500

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,976.6	6,041.6	6,135.5	6,134.9	6,121.1
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1698.20	1763.20	1857.10	1856.50	1842.70
Volúmen del molde (cm ³)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo humedo (g./cm³)	1.788	1.856	1.955	1.954	1.940

Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	389.40	409.10	403.60	390.50	367.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	360.20	372.50	359.30	341.20	315.10
Peso Tarro (g.)	45.00	46.40	48.30	46.00	45.90
Peso del agua (g.)	29.20	36.60	44.30	49.30	52.10
Peso de suelo seco (g.)	315.20	326.10	311.00	295.20	269.20
Humedad promedio (%)	9.264	11.224	14.244	16.701	19.354
Densidad Seca (g./cm³)	1.636	1.669	1.711	1.675	1.625



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.711
OCH (%)	14.24

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm ³):	950.0

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ
 REG. CIP: 14507

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-4 KM 4+500

MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada** : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12771.0	13031.0	12599.0	12773.0	12480.0	12652.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4159.7	4419.7	4058.4	4232.4	3917.3	4089.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm³)	1.972	2.095	1.914	1.996	1.847	1.928

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Nº	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	491.40	489.00	494.50	493.20	452.50	508.10
Muestra seca + Tara (g.)	436.50	407.70	438.80	409.40	402.00	419.50
Peso del Agua (g.)	54.90	81.30	55.70	83.80	50.50	88.60
Peso de la Tara (g.)	51.00	50.80	48.20	46.50	47.50	46.20
Muestra Seca (g.)	385.50	356.90	390.60	362.90	354.50	373.30
Contenido de Humedad (%)	14.24	22.78	14.26	23.09	14.25	23.73
DENSIDAD SECA (g./cm³)	1.726		1.675		1.617	

EXPANSIÓN	Molde Nº		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(hora)	día	(mm)	día	(mm)	día	(mm)
		0	0	0	0	0	0	0
		24	7	0.178	12	0.305	16	0.406
		48	9	0.229	13	0.330	18	0.457
		72	11	0.279	15	0.381	18	0.457
		96	11	0.279	15	0.381	19	0.483

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde Nº 01		Molde Nº 02		Molde Nº 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	40.3	2.1	35.2	1.82	20.0	1.03
1.27	0.050	101.2	5.2	91.4	4.72	61.3	3.17	
1.91	0.075	166.8	8.6	112.4	5.81	89.6	4.63	
2.54	0.100	222.1	11.5	147.9	7.65	122.5	6.33	
3.81	0.150	250.9	13.0	183.6	9.49	149.8	7.74	
5.08	0.200	310.2	16.0	226.3	11.70	180.2	9.31	
6.35	0.250	371.4	19.2	265.7	13.73	245.0	12.66	
7.62	0.300	430.2	22.2	307.9	15.92	272.2	14.07	
12.7	0.500	501.4	25.9	395.0	20.42	318.0	16.44	

KINSA
GEOLABS SAC

ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
 REG. CIP: 145650

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

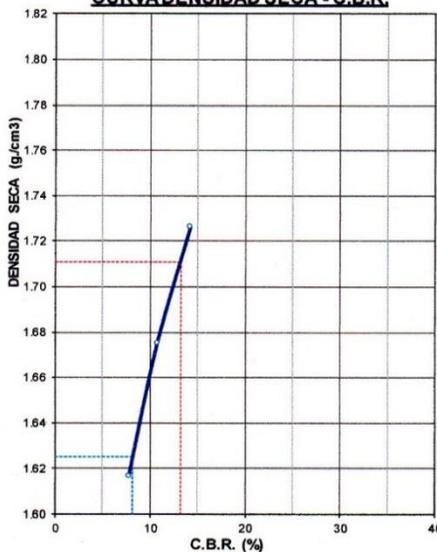
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-4 KM 4+500

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm ²	
CARGAS PATRÓN	
(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²

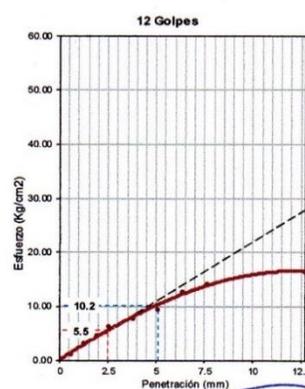
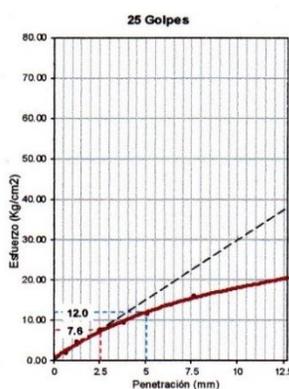
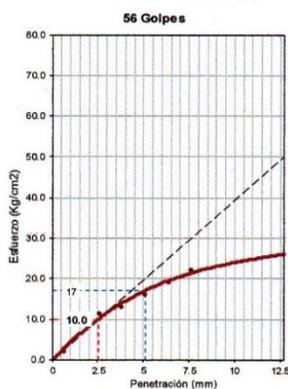
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)			
2.54mm (0.1")	14.21	10.80	7.82
5.08mm (0.2")	16.19	11.43	9.71

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.711 (g./cm³)
HUMEDAD ÓPTIMA : 14.24 (%)
95 % DSM : 1.625 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	13.3	14.7 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	8.2	10.0 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VAZQUEZ
 REC. 145650

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

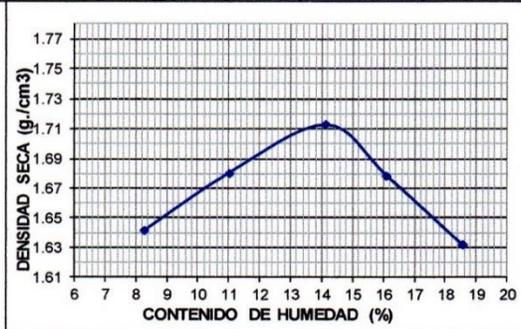
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CALICATA : C-5 KM 6+000

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,966.9	6,050.2	6,135.2	6,129.3	6,116.0
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1688.50	1771.80	1856.80	1850.90	1837.60
Volúmen del molde (cm3)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo humedo (g./cm3)	1.777	1.865	1.955	1.948	1.934
Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	463.00	370.20	438.90	459.20	383.80
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	431.30	337.50	390.50	402.40	330.70
Peso Tarro (g.)	48.50	40.60	48.00	50.10	44.80
Peso del agua (g.)	31.70	32.70	48.40	56.80	53.10
Peso de suelo seco (g.)	382.80	296.90	342.50	352.30	285.90
Humedad promedio (%)	8.281	11.014	14.131	16.123	18.573
Densidad Seca (g./cm3)	1.641	1.680	1.713	1.678	1.631



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.713
OCH (%)	14.13

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm3):	950.0

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ
 REG. 14511

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-5 KM 6+000

MUESTRA : M-1

Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CONDICIÓN						
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12747.0	13074.0	12569.0	12939.0	12466.0	12817.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8611.3	8562.7	8611.3
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4135.7	4462.7	4028.4	4327.7	3903.3	4205.7
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2109.2	2121.0	2109.2
Densidad húmeda (g./cm³)	1.961	2.116	1.900	2.052	1.840	1.994

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	495.00	501.10	462.20	496.90	452.60	509.30
Muestra seca + Tara (g.)	439.90	415.60	410.90	407.90	402.40	415.70
Peso del Agua (g.)	55.10	85.50	51.30	89.00	50.20	93.60
Peso de la Tara (g.)	50.20	51.00	48.00	46.80	47.00	48.80
Muestra Seca (g.)	389.70	364.60	362.90	361.10	355.40	366.90
Contenido de Humedad (%)	14.14	23.45	14.14	24.65	14.12	25.51
DENSIDAD SECA (g./cm³)	1.718		1.665		1.613	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. (mm)	Lectura dial	Hincham. (mm)	Lectura dial	Hincham. (mm)
		0	0	0	0	0	0	0
	24	6	0.152	8	0.203	12	0.305	
	48	7	0.178	10	0.254	14	0.356	
	72	9	0.229	13	0.330	14	0.356	
	96	9	0.229	14	0.356	15	0.381	

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	46.2	2.4	32.4	1.67	12.8	0.66
1.27	0.050	111.2	5.7	99.8	5.16	60.9	3.15	
1.91	0.075	154.8	8.0	120.3	6.22	72.4	3.74	
2.54	0.100	219.5	11.3	181.9	9.40	111.1	5.74	
3.81	0.150	251.2	13.0	206.0	10.65	152.4	7.88	
5.08	0.200	319.9	16.5	235.3	12.16	188.0	9.72	
6.35	0.250	371.2	19.2	288.7	14.92	221.2	11.43	
7.62	0.300	461.4	23.9	326.2	16.86	280.8	14.52	
12.7	0.500	565.6	29.2	370.5	19.15	313.2	16.19	

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VÁSQUEZ
 REG. CIP: 145650

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

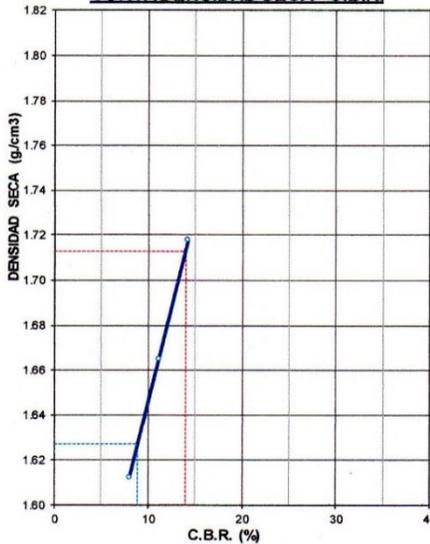
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-5 KM 6+000

MUESTRA: M-1

CURVADENSIDAD SECA - C.B.R.

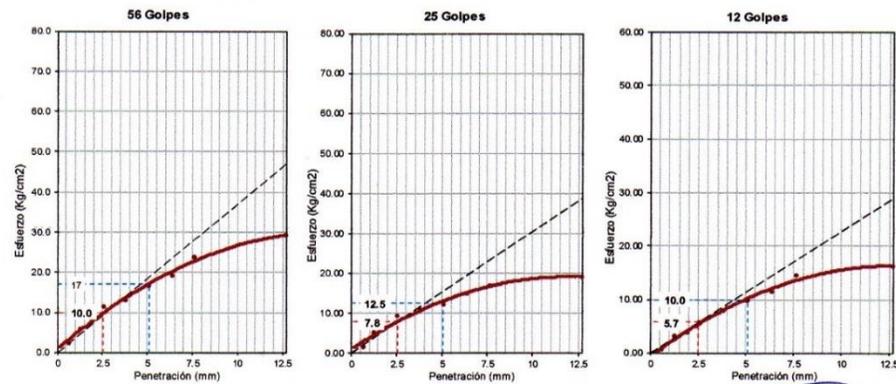


ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm ²	
CARGAS PATRÓN	
(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²
Nº GOLPES	56 25 12
C.B.R. (%)	
2.54mm (0.1")	14.21 11.09 8.10
5.08mm (0.2")	16.19 11.90 9.52

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.713 (g./cm³)
HUMEDAD ÓPTIMA : 14.13 (%)
95 % DSM : 1.627 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	
VALOR CBR AL 100% DSM:	14.0	15.8	(%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	8.9	10.3	(%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REC. CIP: 145650

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(ASTM D-1557)

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

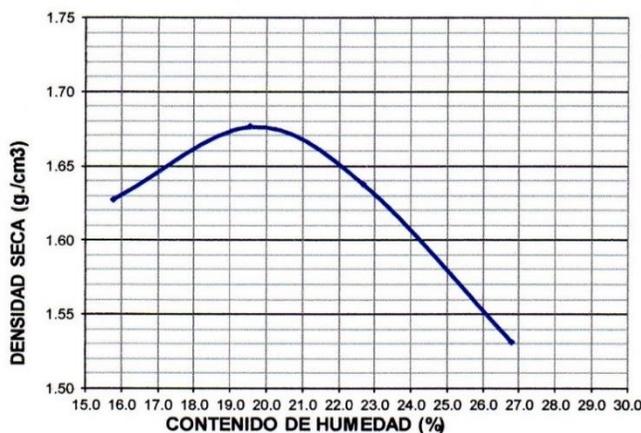
UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-6 KM 7+500 **PROFUNDIDAD :** 0.20-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	6060.1	6,173.20	6,177.90	6,113.50
Peso del Molde (g.)	4278.5	4278.50	4278.50	4278.50
Peso Suelo Húmedo (g.)	1781.6	1894.7	1899.4	1835.0
Volúmen del molde (cm3)	945.5	945.5	945.5	945.5
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.884	2.004	2.009	1.941
Número de Tarro	1	5	6	3
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	385.6	424.30	450.10	414.70
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	339.9	362.80	376.70	340.90
Peso Tarro (g.)	50.5	48.40	53.40	65.30
Peso del agua (g.)	45.7	61.5	73.4	73.8
Peso de suelo seco (g.)	289.4	314.4	323.3	275.6
Contenido de Humedad (%)	15.79	19.56	22.70	26.78
Densidad Seca (g./cm3)	1.627	1.676	1.637	1.531



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.676
OCH (%)	19.56

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g):	4278.5
VOLÚMEN(cm3):	945.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
 El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. CIP: 145650

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN
FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-6 KM 7+500

MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada** : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CONDICIÓN						
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12853.0	13155.0	12665.0	12997.0	12532.0	12855.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4241.7	4543.7	4124.4	4456.4	3969.3	4292.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.011	2.154	1.945	2.102	1.871	2.024

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Nº	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	510.20	489.30	444.80	484.10	480.20	441.30
Muestra seca + Tara (g.)	434.40	385.20	379.90	380.40	409.60	346.70
Peso del Agua (g.)	75.80	104.10	64.90	103.70	70.60	94.60
Peso de la Tara (g.)	45.90	46.50	47.70	46.00	48.60	48.20
Muestra Seca (g.)	388.50	338.70	332.20	334.40	361.00	298.50
Contenido de Humedad (%)	19.51	30.74	19.54	31.01	19.56	31.69
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	1.683		1.628		1.565	

EXPANSIÓN	Molde Nº		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
	(horas)	diaf	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	14	0.356	17	0.432	24	0.610	
	48	18	0.457	28	0.711	31	0.787	
	72	20	0.508	29	0.737	34	0.864	
	96	21	0.533	33	0.838	34	0.864	

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	21.1	1.1	17.9	0.93	13.1	0.68
1.27	0.050	55.9	2.9	45.8	2.37	25.2	1.30	
1.91	0.075	85.7	4.4	63.8	3.30	54.7	2.83	
2.54	0.100	112.8	5.8	90.9	4.70	76.8	3.97	
3.81	0.150	131.2	6.8	111.2	5.75	92.7	4.79	
5.08	0.200	152.7	7.9	121.3	6.27	100.1	5.17	
6.35	0.250	171.3	8.9	149.8	7.74	116.3	6.01	
7.62	0.300	200.9	10.4	168.7	8.72	137.1	7.09	
12.7	0.500	223.6	11.6	187.9	9.71	165.3	8.54	

KINSA
GEOLABS SAC
 INS. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. CIP: 145650

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

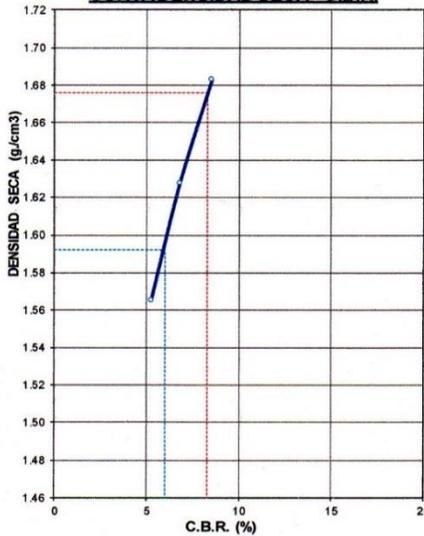
Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-6 KM 7+500

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm ²	
CARGAS PATRÓN (2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²

Nº GOLPES	56	25	12	
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	8.53	6.82	5.26
	5.08mm (0.2")	8.00	6.38	5.05

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

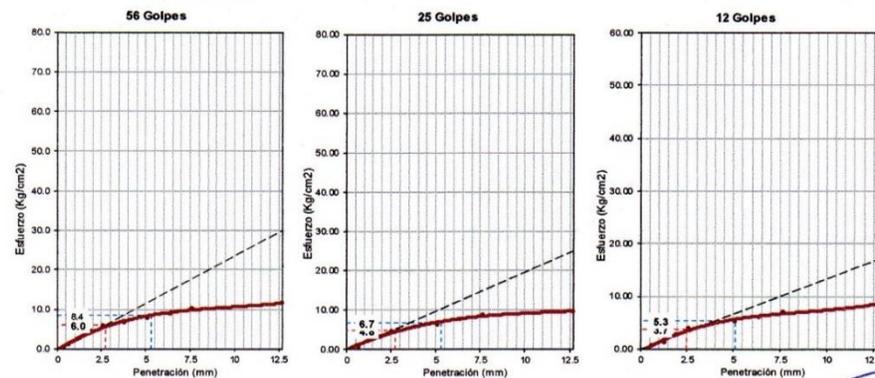
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.676 (g./cm³)

HUMEDAD ÓPTIMA : 10.11 (%)

95 % DSM : 1.592 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	8.3	7.8 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	6.0	5.6 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. N.º 145659

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

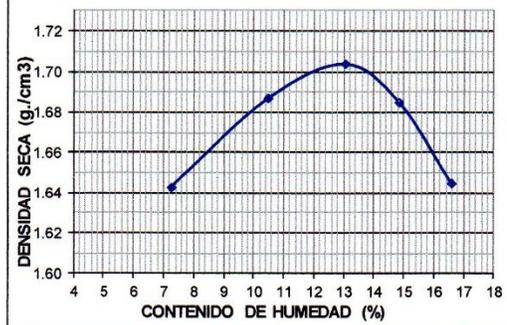
CALICATA : C-7 KM 9+000

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,952.3	6,048.7	6,108.1	6,116.7	6,099.8
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1673.90	1770.30	1829.70	1838.30	1821.40
Volúmen del molde (cm ³)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo húmedo (g./cm³)	1.762	1.863	1.926	1.935	1.917

Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	335.90	389.50	434.80	429.00	426.30
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	316.30	356.90	390.20	379.80	372.40
Peso Tarro (g.)	46.50	46.00	48.50	49.00	47.60
Peso del agua (g.)	19.60	32.60	44.60	49.20	53.90
Peso de suelo seco (g.)	269.80	310.90	341.70	330.80	324.80
Humedad promedio (%)	7.265	10.486	13.052	14.873	16.595
Densidad Seca (g./cm³)	1.643	1.687	1.704	1.685	1.644



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.704
OCH (%)	13.05

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm ³):	950.0

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V. E7
 REG. CIP: 145667

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-7 KM 9+000

MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada : 4530**

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CONDICIÓN	5/56		5/25		5/12	
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12689.0	13049.0	12537.0	12867.0	12435.0	12743.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4077.7	4437.7	3996.4	4326.4	3872.3	4180.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	1.933	2.104	1.885	2.041	1.826	1.971

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	495.60	492.40	491.00	500.10	451.20	498.20
Muestra seca + Tara (g.)	443.80	407.80	439.90	412.40	404.70	410.10
Peso del Agua (g.)	51.80	84.60	51.10	87.70	46.50	88.10
Peso de la Tara (g.)	46.50	50.20	48.50	47.00	49.60	48.70
Muestra Seca (g.)	397.30	357.60	391.40	365.40	355.10	361.40
Contenido de Humedad (%)	13.04	23.66	13.06	24.00	13.09	24.38
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	1.710		1.667		1.614	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo (horas)	Lectura (dia)	Hincham. (mm)	Lectura (dia)	Hincham. (mm)	Lectura (dia)	Hincham. (mm)
		0	0	0	0	0	0	0
		24	3	0.076	6	0.152	8	0.203
		48	4	0.102	9	0.229	11	0.279
		72	7	0.178	10	0.254	13	0.330
		96	7	0.178	10	0.254	13	0.330

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
	(mm)	(pulg)	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	42.9	2.2	25.0	1.29	18.9	0.98
1.27	0.050	114.6	5.9	84.6	4.37	55.4	2.86	
1.91	0.075	188.0	9.7	134.7	6.96	86.8	4.49	
2.54	0.100	245.1	12.7	191.5	9.90	155.9	8.06	
3.81	0.150	298.2	15.4	235.3	12.16	170.6	8.82	
5.08	0.200	362.2	18.7	265.0	13.70	206.2	10.66	
6.35	0.250	440.3	22.8	350.5	18.12	252.5	13.05	
7.62	0.300	552.1	28.5	418.6	21.64	292.0	15.09	
12.7	0.500	645.2	33.4	513.2	26.53	364.7	18.85	

KINSA
GEOLABS SAC
ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V. JE7
REG. N° 145656

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

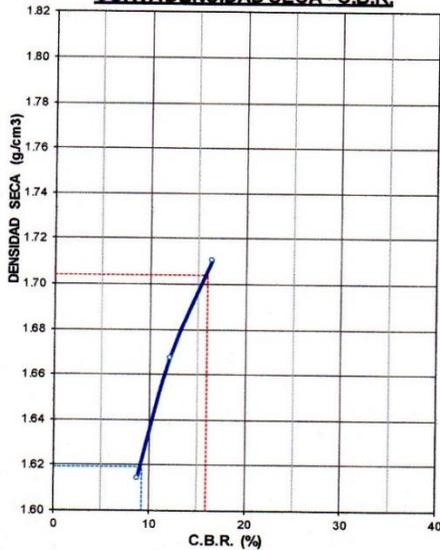
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-7 KM 9+000

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



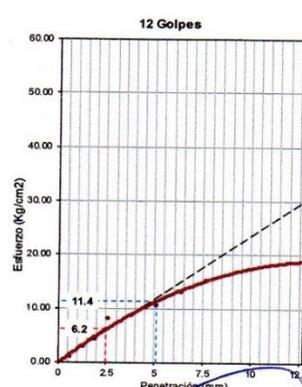
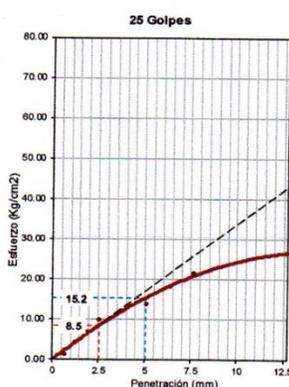
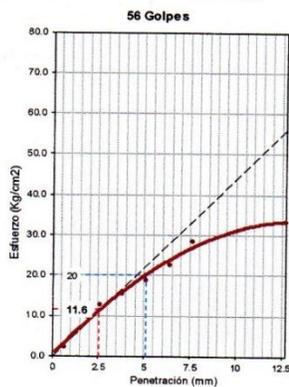
ÁREA DEL PISTÓN:	19.35	cm ²
CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	16.49	8.81
	5.08mm (0.2")	19.04	10.85

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.704 (g./cm³)
HUMEDAD ÓPTIMA : 13.05 (%)
95 % DSM : 1.619 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	16.0	18.6 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	9.3	11.4 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

**KINSA
 GEOLABS SAC**
 INC. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. CIP: 14565*

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

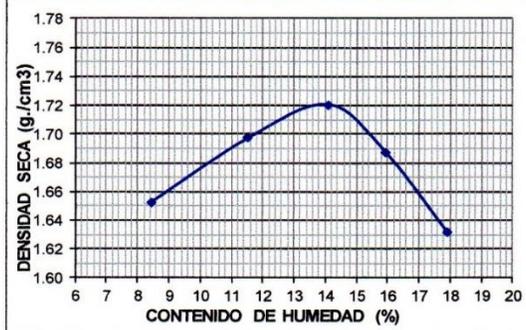
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CALICATA : C-8 KM 10+500

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,980.7	6,076.9	6,142.9	6,136.6	6,105.9
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1702.30	1798.50	1864.50	1858.20	1827.50
Volúmen del molde (cm ³)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo humedo (g./cm³)	1.792	1.893	1.963	1.956	1.924
Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	432.40	477.60	432.90	396.00	407.60
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	402.50	433.10	385.20	347.70	352.50
Peso Tarro (g.)	48.00	47.60	46.50	44.80	45.00
Peso del agua (g.)	29.90	44.50	47.70	48.30	55.10
Peso de suelo seco (g.)	354.50	385.50	338.70	302.90	307.50
Humedad promedio (%)	8.434	11.543	14.083	15.946	17.919
Densidad Seca (g./cm³)	1.653	1.697	1.720	1.687	1.631



MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.720
OCH (%)	14.08

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm ³):	950.0

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ
 REG. CIP. 145...

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-8 KM 10+500

MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada : 4530**

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12764.0	13089.0	12572.0	12865.0	12474.0	12784.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4152.7	4477.7	4031.4	4324.4	3911.3	4221.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	1.969	2.123	1.902	2.040	1.844	1.990

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	512.90	509.30	486.30	490.20	510.60	500.50
Muestra seca + Tara (g.)	455.70	419.70	432.20	402.30	453.30	410.80
Peso del Agua (g.)	57.20	89.60	54.10	87.90	57.30	89.70
Peso de la Tara (g.)	50.00	48.60	48.00	47.60	45.80	49.60
Muestra Seca (g.)	405.70	371.10	384.20	354.70	407.50	361.20
Contenido de Humedad (%)	14.10	24.14	14.08	24.78	14.06	24.83
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	1.726		1.667		1.617	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
		0	0	0	0	0	0	0
		24	8	0.203	13	0.330	14	0.356
		48	9	0.229	14	0.356	16	0.406
		72	10	0.254	15	0.381	17	0.432
		96	11	0.279	15	0.381	17	0.432

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
	(mm)	(pulg)	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	49.2	2.5	33.4	1.73	23.4	1.21
1.27	0.050	118.5	6.1	90.4	4.67	63.5	3.28	
1.91	0.075	167.1	8.6	126.3	6.53	99.5	5.14	
2.54	0.100	227.9	11.8	179.0	9.25	126.0	6.51	
3.81	0.150	254.7	13.2	202.5	10.47	168.3	8.70	
5.08	0.200	300.8	15.5	255.2	13.19	206.4	10.67	
6.35	0.250	359.0	18.6	308.6	15.95	250.0	12.92	
7.62	0.300	424.2	21.9	375.6	19.42	292.4	15.11	
12.7	0.500	588.9	30.4	459.4	23.75	382.5	19.77	

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
 REG. CIP: 14565

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

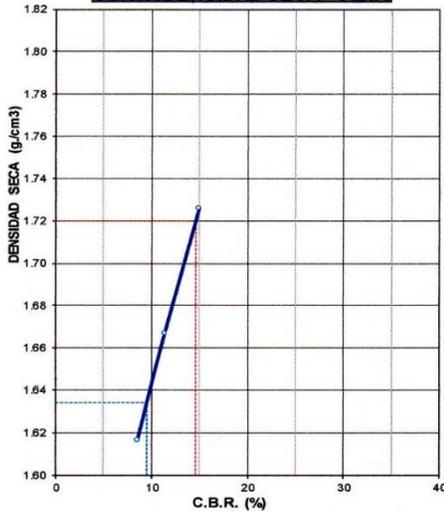
Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-8 KM 10+500

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm ²	
CARGAS PATRÓN (2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²

N° GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	14.92	11.37
	5.08mm (0.2")	15.90	13.33

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

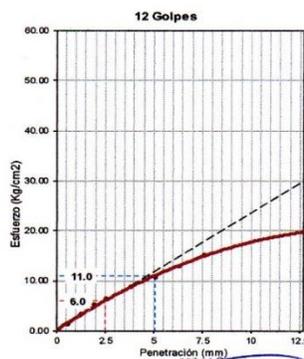
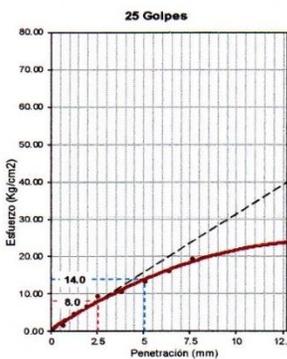
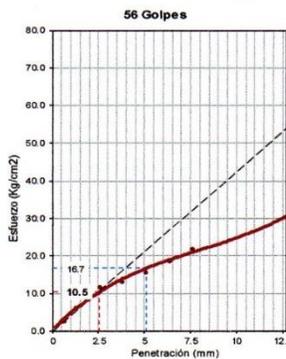
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.720 (g./cm³)

HUMEDAD ÓPTIMA : 14.08 (%)

95 % DSM : 1.634 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	14.6	15.5 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	9.5	11.6 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA
GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ V.
 REG. N°: 145651

INFORME DE ENSAYO

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE TESIS : MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

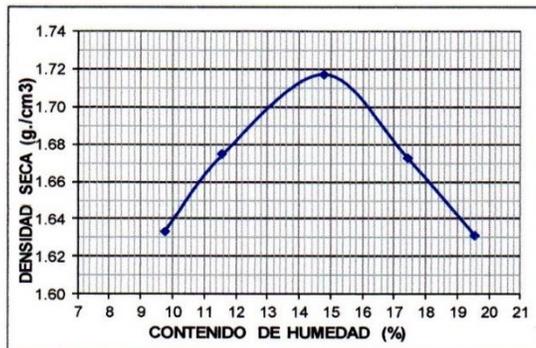
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CALICATA : C-9 KM 11+403

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.20-1.50 m.

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	5,981.2	6,053.2	6,150.9	6,144.5	6,131.1
Peso del Molde (g.)	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40	4278.40
Peso Suelo Húmedo (g.)	1702.80	1774.80	1872.50	1866.10	1852.70
Volúmen del molde (cm ³)	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Densidad Suelo humedo (g./cm³)	1.792	1.868	1.971	1.964	1.950
Número	1	2	3	4	5
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	430.90	448.50	358.10	440.20	499.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	396.80	406.70	317.20	382.20	425.90
Peso Tarro (g.)	47.00	45.60	40.50	49.80	50.00
Peso del agua (g.)	34.10	41.80	40.90	58.00	73.60
Peso de suelo seco (g.)	349.80	361.10	276.70	332.40	375.90
Humedad promedio (%)	9.748	11.576	14.781	17.449	19.580
Densidad Seca (g./cm³)	1.633	1.674	1.717	1.672	1.631



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

MÉTODO:	A
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	25
DSM (g./cm³)	1.717
OCH (%)	14.78

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	II
PESO(g.):	4278.4
VOLÚMEN(cm ³):	950.0

KINSA
 GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ
 REG. C.O.P. 14577

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN

Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA : C-9 KM 11+403

MUESTRA : M-1

Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12787.0	13107.0	12594.0	12885.0	12468.0	12765.0
Peso del Molde (g.)	8611.3	8611.3	8540.6	8540.6	8562.7	8562.7
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4175.7	4495.7	4053.4	4344.4	3905.3	4202.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2109.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	1.980	2.131	1.912	2.049	1.841	1.981

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	454.50	488.40	397.20	511.00	387.80	446.70
Muestra seca + Tara (g.)	401.70	400.30	351.90	417.40	343.80	363.60
Peso del Agua (g.)	52.80	88.10	45.30	93.60	44.00	83.10
Peso de la Tara (g.)	44.50	46.80	45.00	47.00	46.20	44.80
Muestra Seca (g.)	357.20	353.50	306.90	370.40	297.60	318.80
Contenido de Humedad (%)	14.78	24.92	14.76	25.27	14.78	26.07
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	1.725		1.666		1.604	

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo (horas)	Lectura (dia)	Hincham. (mm)	Lectura (dia)	Hincham. (mm)	Lectura (dia)	Hincham. (mm)
		0	0	0	0	0	0	0
	24	5	0.127	7	0.178	10	0.254	
	48	7	0.178	11	0.279	14	0.356	
	72	8	0.203	12	0.305	15	0.381	
	96	8	0.203	12	0.305	16	0.406	

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	41.3	2.1	30.5	1.58	26.4	1.36
1.27	0.050	123.7	6.4	94.6	4.89	61.5	3.18	
1.91	0.075	150.8	7.8	116.4	6.02	80.8	4.18	
2.54	0.100	208.2	10.8	147.3	7.61	111.0	5.74	
3.81	0.150	252.0	13.0	188.0	9.72	145.8	7.54	
5.08	0.200	292.5	15.1	207.9	10.75	167.4	8.65	
6.35	0.250	365.9	18.9	271.3	14.02	227.0	11.73	
7.62	0.300	433.6	22.4	340.9	17.62	267.2	13.81	
12.7	0.500	527.9	27.3	405.5	20.96	305.0	15.77	

KINSA
GEOLABS SAC
 JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ
 REG. CIP: 145659

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : HUAMACHUCO Y SANAGORAN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD.

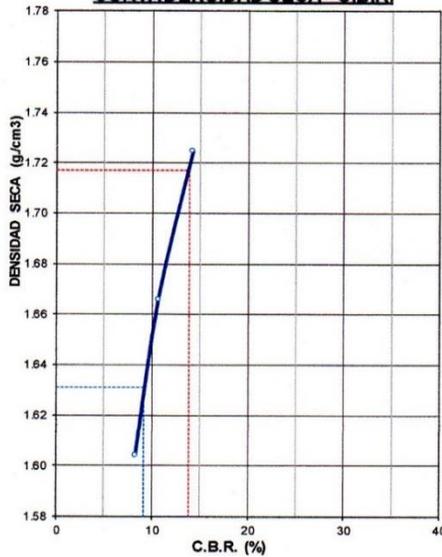
SOLICITANTE : Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
 Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

FECHA DE ENTREGA : OCTUBRE DEL 2019.

CALICATA: C-9 KM 11+403

MUESTRA: M-1

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.

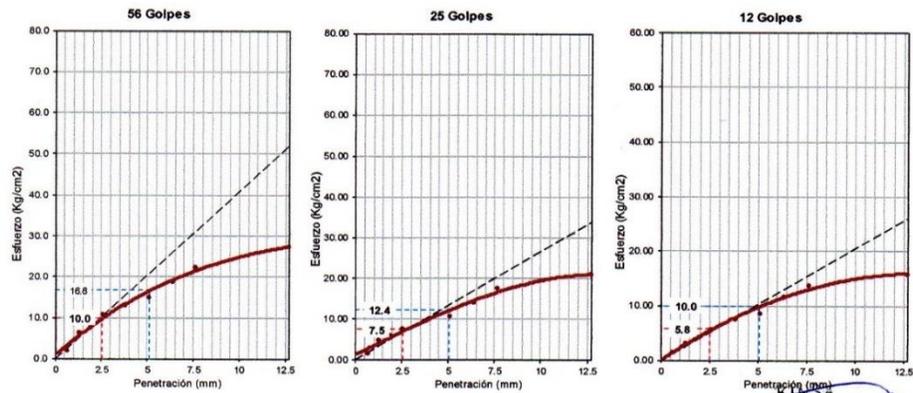


ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm ²	
CARGAS PATRÓN	
(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm ²
(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm ²
Nº GOLPES	56 25 12
C.B.R. (%)	
2.54mm (0.1")	14.21 10.66 8.24
5.08mm (0.2")	16.00 11.81 9.52

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:
 DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.717 (g./cm³)
 HUMEDAD ÓPTIMA : 14.78 (%)
 95 % DSM : 1.631 (g./cm³)

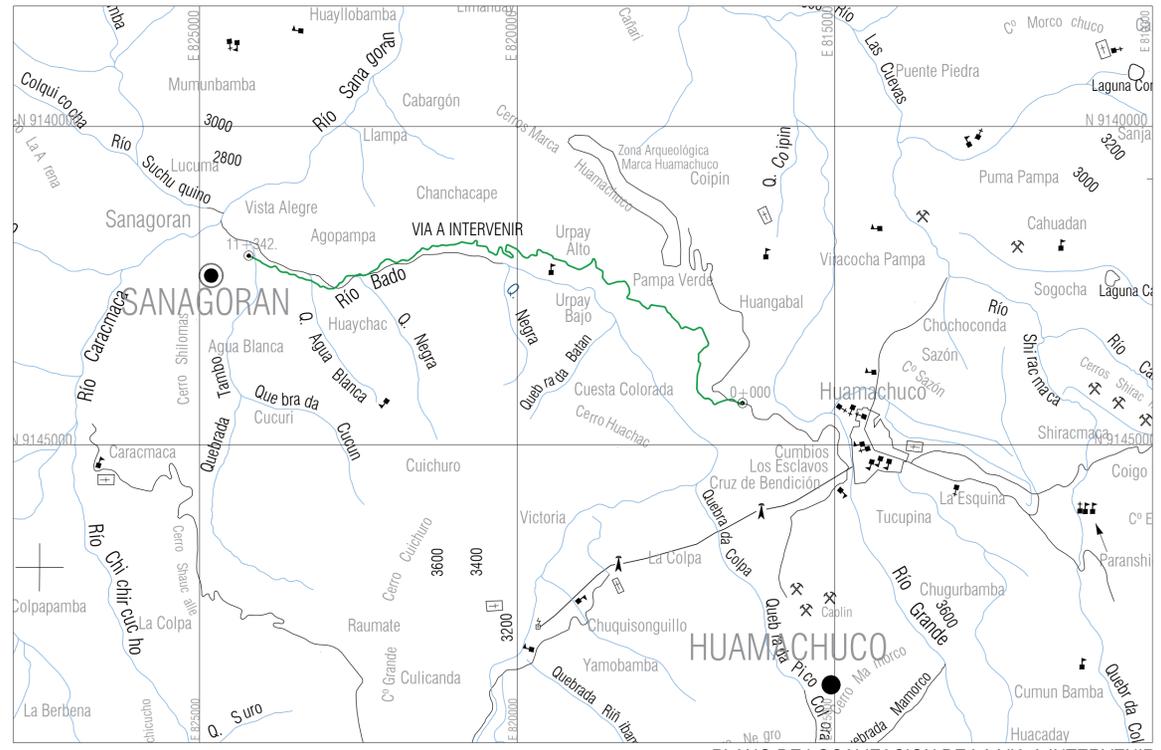
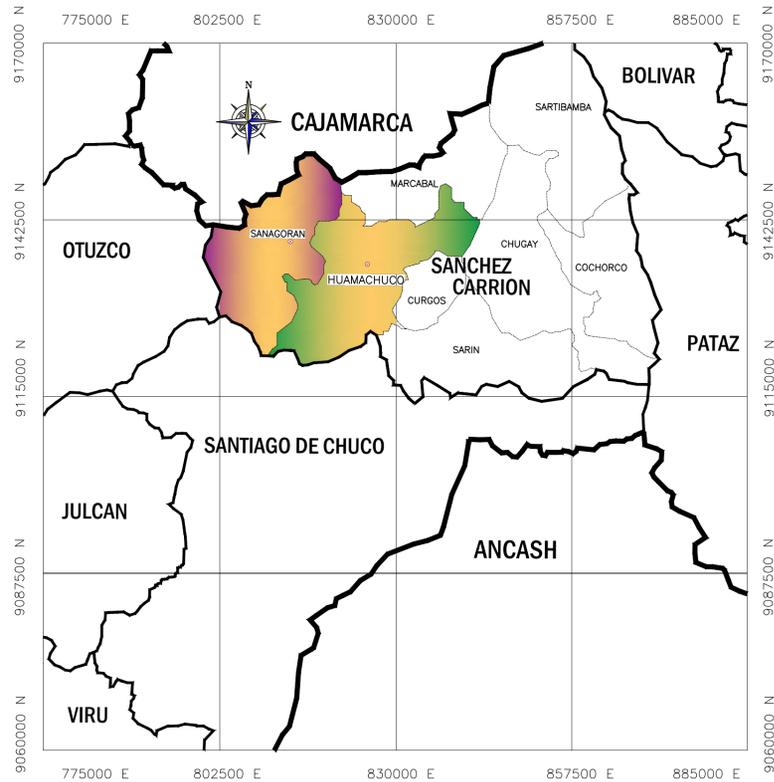
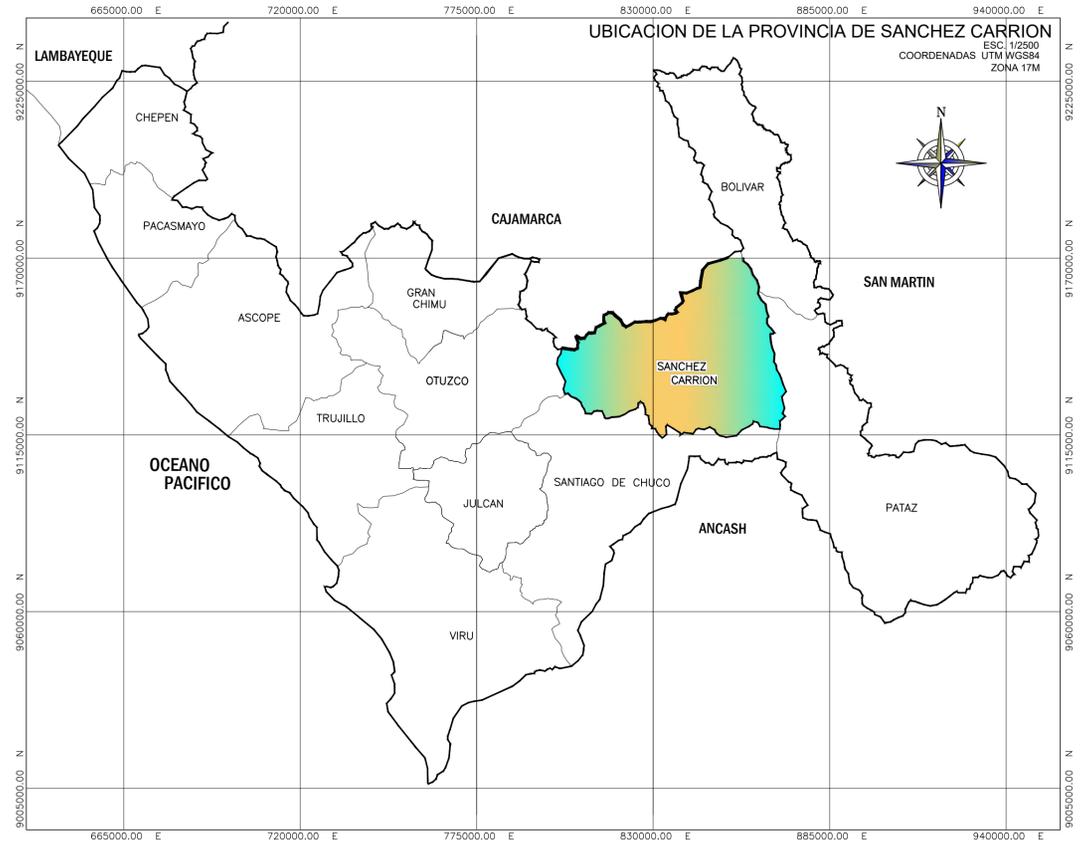
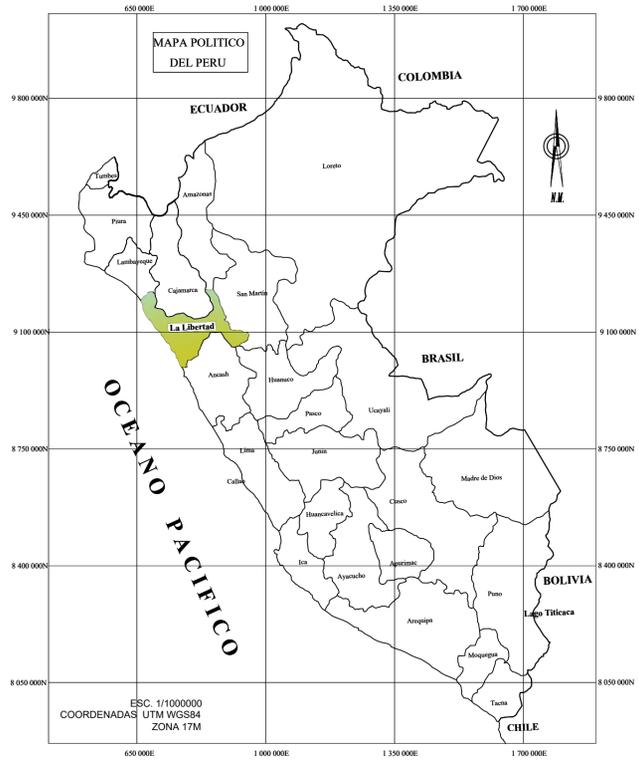
RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	13.9	15.5 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	9.1	10.4 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

GEOLABS SAC
 ING. JAVIER J. DE LA CRUZ
 REG. 11411



PROPIETARIO:
Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN
Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN

PROYECTO:
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL. DESVÍO DE MARKA HUAMACHUCO - SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

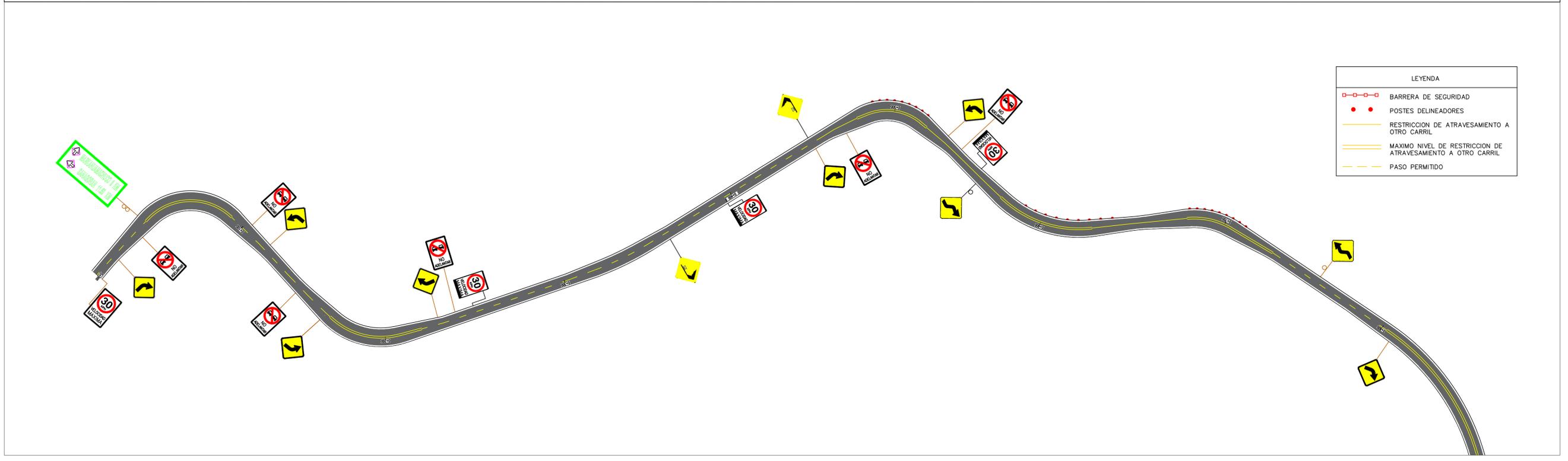
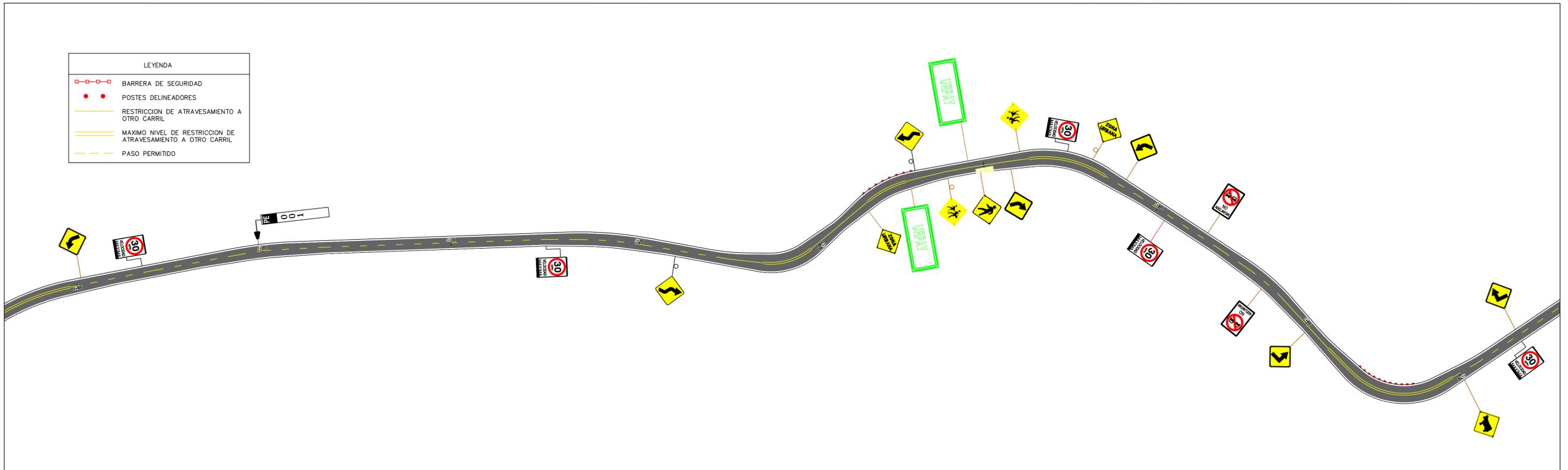
UNIVERSIDAD:
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

PLANO:
UBICACIÓN

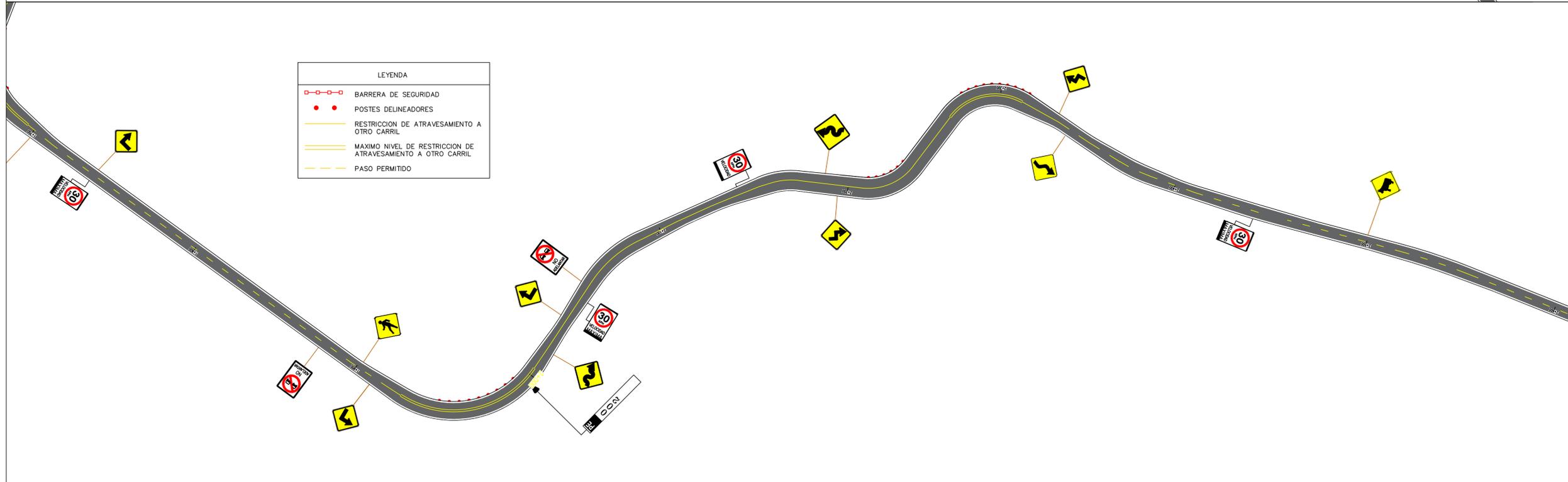
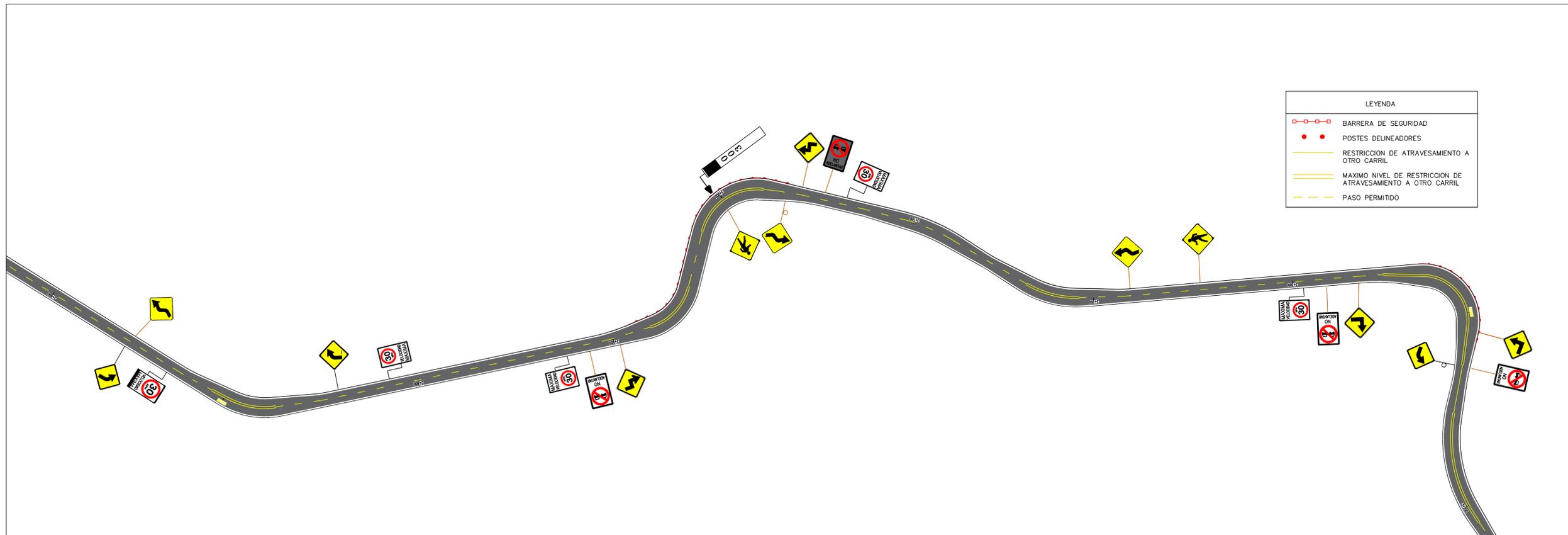
UBICACION:
DPTO.: La Libertad
PROV.: Sanchez Carrion
DIST.: Sanagoran y Huamachuco

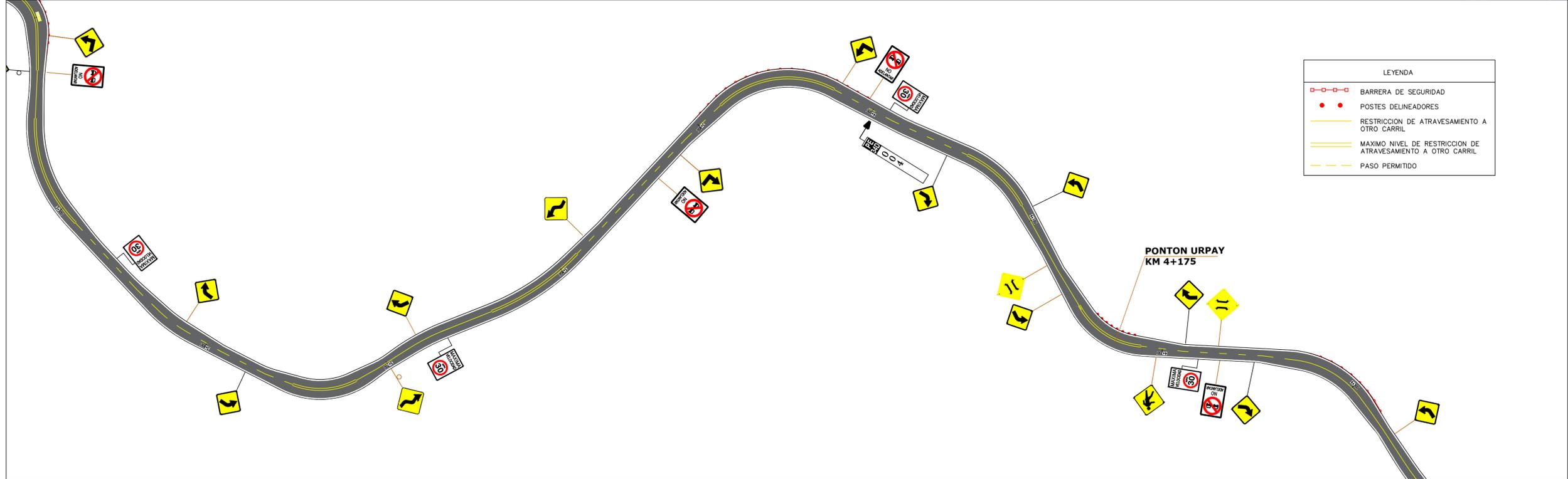
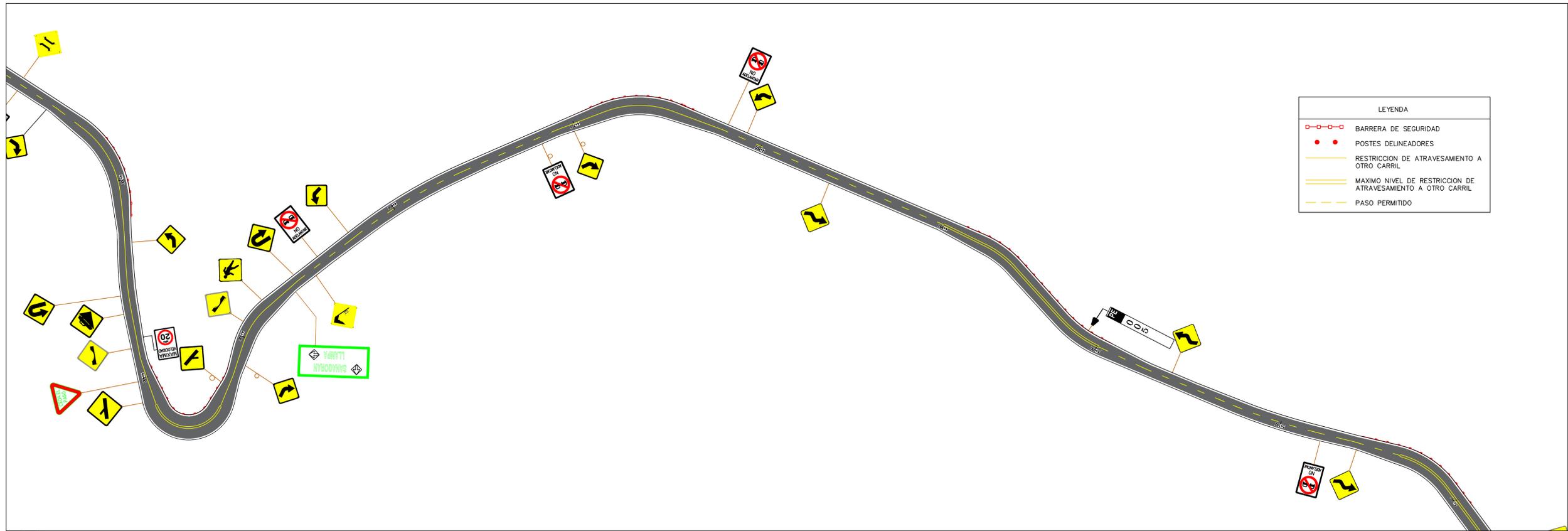
ESCALA:
INDICADA
FECHA:
NOVIEMBRE 2019

PLANO N°:
U-01

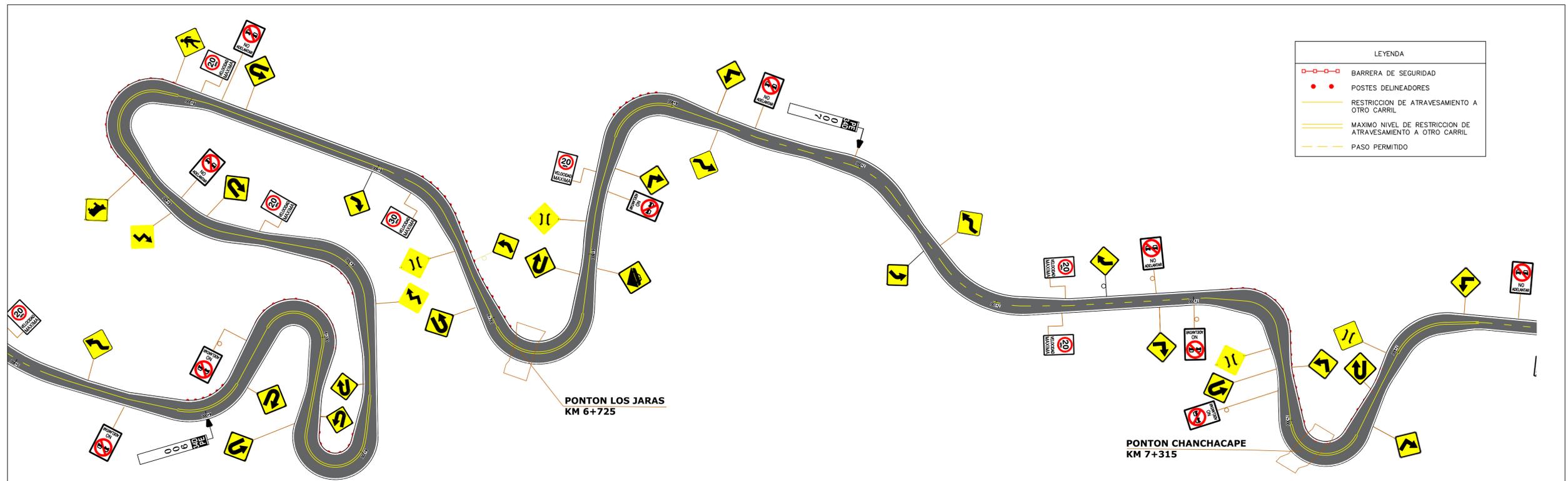


PROPIETARIO: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	PLANO DE : SEÑALIZACIÓN EN EL PAVIMENTO Y SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UBICACIÓN : DPTO : La Libertad PROV : Sanchez Carrión DIST : Sanagorán y Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N° SE-01 01-07
---	--	--	--	--	---	----------------------------

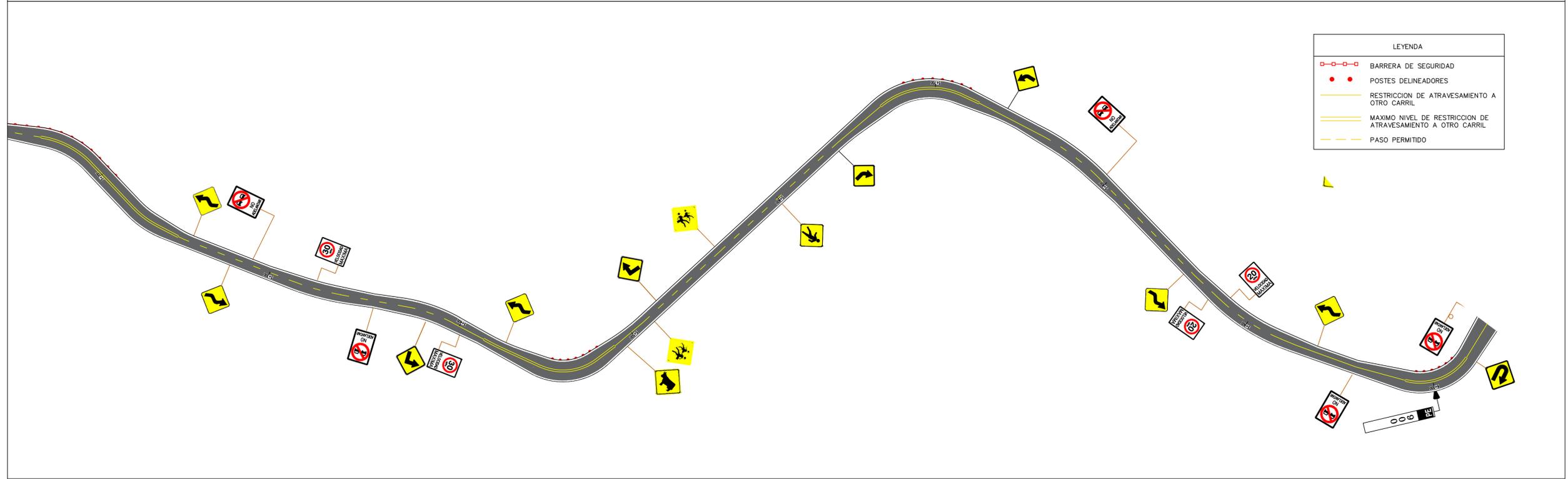




PROPIETARIO: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	PLANO DE : SEÑALIZACIÓN EN EL PAVIMENTO Y SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UBICACIÓN: DPTO.: La Libertad PROV.: Sánchez Carrión DIST.: Sanagorán y Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N°: SE-03
---	--	---	---	---	---	---------------------------



LEYENDA	
	BARRERA DE SEGURIDAD
	POSTES DELINEADORES
	RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	MAXIMO NIVEL DE RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	PASO PERMITIDO

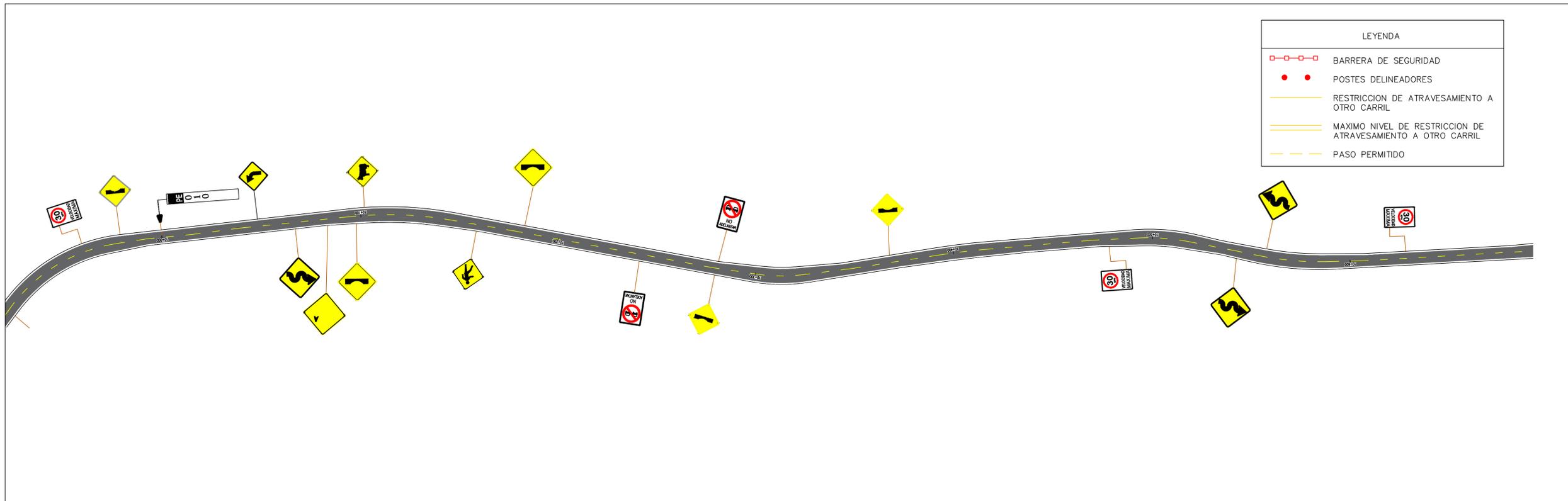


LEYENDA	
	BARRERA DE SEGURIDAD
	POSTES DELINEADORES
	RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	MAXIMO NIVEL DE RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	PASO PERMITIDO

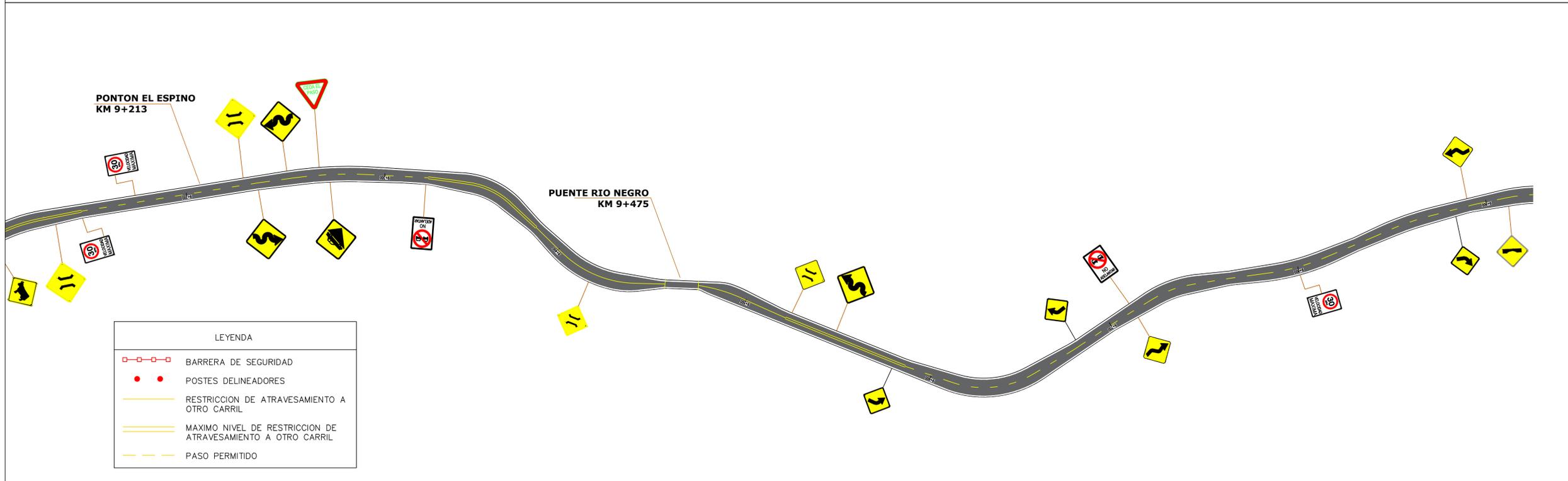
PROPIETARIO: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	PLANO DE: SEÑALIZACIÓN EN EL PAVIMENTO Y SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UBICACION: DPTO.: La Libertad PROV.: Sánchez Carrión DIST.: Sanagorán y Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N°: SE-04
---	--	---	--	---	---	---------------------------



PROPIETARIO: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	PLANO DE : SEÑALIZACIÓN EN EL PAVIMENTO Y SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UBICACION: DPTO : La Libertad PROV : Sánchez Carrión DIST : Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N° : SE-05
---	--	---	---	---	---	----------------------------

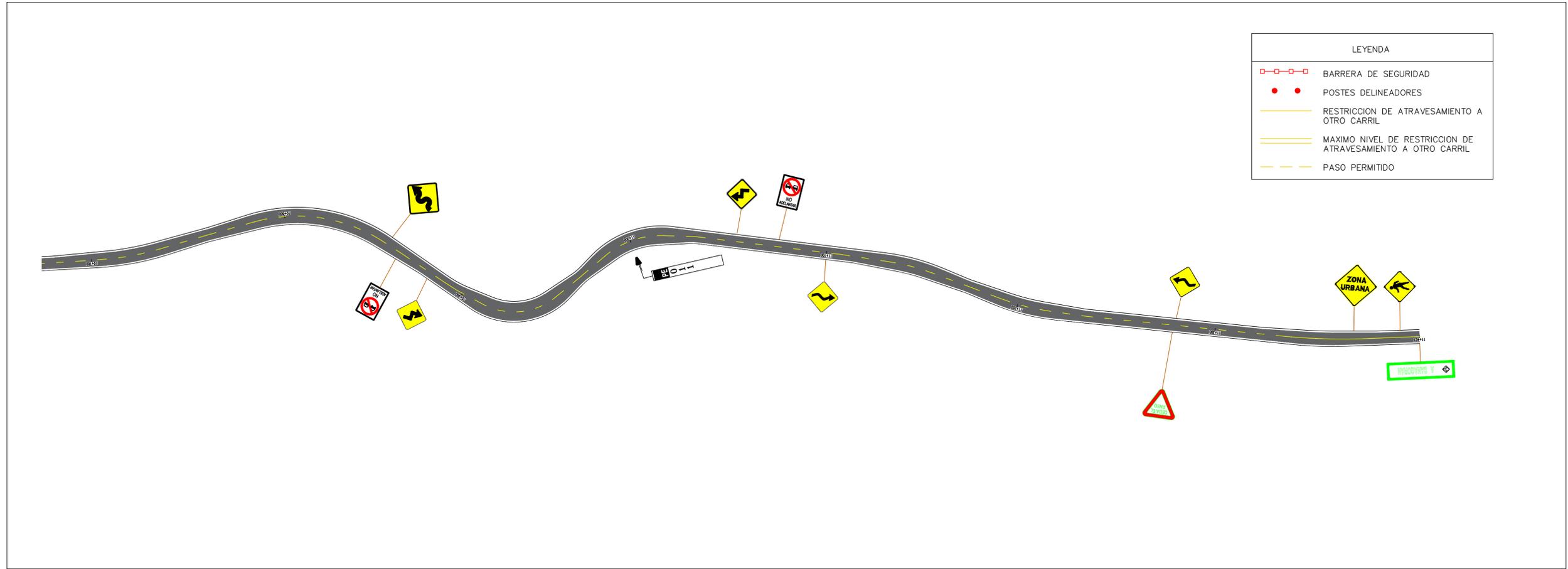


LEYENDA	
	BARRERA DE SEGURIDAD
	POSTES DELINEADORES
	RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	MAXIMO NIVEL DE RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	PASO PERMITIDO



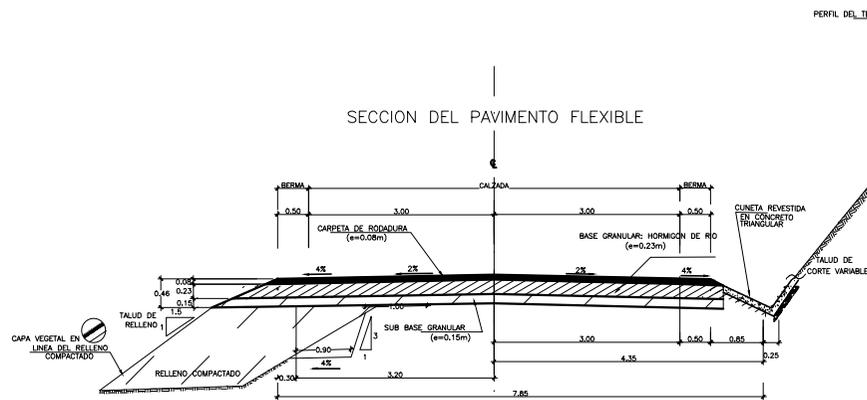
LEYENDA	
	BARRERA DE SEGURIDAD
	POSTES DELINEADORES
	RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	MAXIMO NIVEL DE RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	PASO PERMITIDO

PROPIETARIO: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL... DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	PLANO DE: SEÑALIZACIÓN EN EL PAVIMENTO Y SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UBICACION: DPTO.: La Libertad PROV.: Sánchez Carrión DIST.: Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N°: SE-06
---	--	---	--	---	---	---------------------------



LEYENDA	
	BARRERA DE SEGURIDAD
	POSTES DELINEADORES
	RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	MAXIMO NIVEL DE RESTRICCIÓN DE ATRAVESAMIENTO A OTRO CARRIL
	PASO PERMITIDO

PROPIETARIO: Sr. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Sr. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESVÍO DE MARKAHUAMACHUCO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	PLANO DE : SEÑALIZACIÓN EN EL PAVIMENTO Y SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UBICACION: DPTO : La Libertad PROV : Sánchez Carrión DIST : Sanagorán y Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N° : SE-07
---	--	---	---	---	---	----------------------------



PROPIETARIO: Br. FLORES TANDAYPAN, ORLANDO MARTIN Br. VALVERDE RODRIGUEZ, GERSON STEVEN	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL DESVÍO DE MARKAHUAMACHICO - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORRIGO	PLANO DE: SECCIONES DE PAVIMENTO	UBICACION: DIPTO.: La Libertad PROV.: Sanchez Carrión DIST.: Sanagorán y Huamachuco	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2019	PLANO N°: D-01
--	--	--	--	---	--	---------------------------------