



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Propuesta de Diseño Geométrico para un Pavimento Rígido del  
tramo 0+000 – 2+500 de la Carretera Llanganuco – Yungay –  
Áncash – 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Casiano Villanueva, Celenia Zulma (ORCID:0000-0003-4784-6612)

Principe Flores, Marco Ivan (ORCID:0000-0003-3454-1249)

**ASESOR:**

Mg. Castañeda Sánchez, Willy Alex (ORCID:0000-0002-4421-4778)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2020

## Dedicatoria

Esta investigación es dedicada en primer lugar a Dios por permitirnos llegar con buena salud y grandes logros acompañados de las personas con las que siempre contamos con su apoyo. Así mismo está dedicada a nuestros padres, pilares fundamentales en nuestras vidas. Sin ellos, jamás hubiésemos podido conseguir lo que hasta ahora hemos alcanzado; a lo largo de nuestra existencia han velado por nuestro bienestar y educación siendo el mejor apoyo en todo momento. Su espíritu invencible ante diversas e intensas luchas y su paciencia han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para nosotros sino también para nuestros hermanos(as) y familia en general.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios porque nos dio el don de la perseverancia para poder alcanzar nuestras metas y objetivos planteados.

A la Universidad que nos abrió sus puertas para ser mejores persona y buenos profesionales.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de cuadros .....	v
Índice de Gráficos y Figuras.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	9
3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	9
3.2. Variables y Operacionalización.....	10
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos .....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN .....	64
VI. CONCLUSIONES .....	68
VII. RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS .....	71
ANEXOS .....	79

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Diseño Geométrico.....	15
Cuadro 2. Puntos de estaciones.....	18
Cuadro 3. Número de calicatas.....	19
Cuadro 4. Número y ubicación de calicatas.....	19
Cuadro 5. Resumen de los valores de los ensayos.....	20
Cuadro 6. Situación actual de la carretera.....	21
Cuadro 7. Factor de Corrección.....	23
Cuadro 8. Vehículo según el tipo.....	25
Cuadro 9. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes.....	80
Cuadro 10. Número de repeticiones de ejes equivalentes.....	80
Cuadro 11. Factor de distribución direccional y carril.....	81
Cuadro 12. Factores de crecimiento acumulado (Fca).....	82
Cuadro 13. Ejes equivalentes.....	26
Cuadro 14. Número de repeticiones acumulados de ejes equivalentes de 8.2 tn.....	83
Cuadro 15. Datos del CBR.....	26
Cuadro 16. Clasificación mediante CBR.....	84
Cuadro 17. Velocidad de diseño.....	84
Cuadro 18. Radios mínimos.....	85
Cuadro 19. Fricción transversal máximas en curvas.....	86
Cuadro 20. Distancia de visibilidad de parada.....	86
Cuadro 21. Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	87
Cuadro 22. Tramos en tangentes.....	87
Cuadro 23. Curvas de transición.....	88
Cuadro 24. Longitud de curvas de transición.....	29
Cuadro 25. Curvas de Vuelta.....	88
Cuadro 26. Pendiente máxima.....	88
Cuadro 27. Longitud de curvas verticales convexa.....	89
Cuadro 28. Longitud de curvas verticales cóncava.....	89
Cuadro 29. Anchos mínimos de calzada.....	90
Cuadro 30. Ancho de berma.....	90

Cuadro 31. Valores del bombeo de la calzada.....	91
Cuadro 32. Valores del peralte máximo.....	91
Cuadro 33. Valores referenciales para taludes en corte.....	91
Cuadro 34. Taludes referenciales en zonas de relleno.....	91
Cuadro 35. Resumen de elementos de curva.....	92
Cuadro 36. Parámetros de diseño de la carretera.....	33
Cuadro 37. Diferencial de serviciabilidad.....	93
Cuadro 38. Nivel de confiabilidad y desviación estándar normal.....	94
Cuadro 39. Coeficiente de drenaje de las capas granulares.....	94
Cuadro 40. Valores de coeficiente de transmisión de carga J.....	95
Cuadro 41. Datos para diseño de espesores.....	36
Cuadro 42. Datos Meteorológicos de la estación Yungay.....	37
Cuadro 43: Datos de precipitación acumulada mensual .....	38
Cuadro 44. Precipitación máxima (mm/año) .....	39
Cuadro 45. Intensidades máximas de diseño (mm/min), Duración, Periodo.....	41
Cuadro 46. Valores para determinar el coeficiente de escorrentía.....	95
Cuadro 47: Coeficiente de escorrentía.....	96
Cuadro 48. Coeficiente de escorrentía.....	96
Cuadro 49. Precipitación máxima por periodo de retorno en 24 horas.....	44
Cuadro 50. Precipitación máxima por periodo de retorno en 24 horas.....	45
Cuadro 51. Intensidades de máximas de distribución de Gumbel.....	46
Cuadro 52. Periodo de retorno para diseño de obras de drenaje.....	96
Cuadro 53. Inclinationes máximas del talud (V:H) interior de la cuneta.....	97
Cuadro 54. Cuadro de resumen para el cálculo del caudal máximo .....	49
Cuadro 55. Cálculo de caudales de diseño.....	97
Cuadro 56. Valores de rugosidad de Manning.....	97
Cuadro 57. Velocidades Admisibles.....	98
Cuadro 58. Relaciones Geométricas de diseño de cuneta.....	51
Cuadro 59. Cálculo de la sección de cunetas.....	51
Cuadro 60. Ubicación de alcantarillas de alivio.....	52
Cuadro 61. Cuadro de resumen del cálculo del caudal máximo.....	53

Cuadro 62. Relaciones geométricas del diseño de alcantarilla.....	54
Cuadro 63. Resultado del Cálculo de las secciones de la alcantarilla.....	54
Cuadro 64. Sección y ubicación de alcantarillas.....	55
Cuadro 65. Relaciones geométricas del Diseño de alcantarillas.....	55
Cuadro 66. Diseño de sección para las alcantarillas.....	56
Cuadro 67. Parámetros de alcantarillas de paso.....	56
Cuadro 68. Matriz de Leopold.....	98
Cuadro 69. Matriz de Leopold.....	99

## Índice de Gráficos y Figuras

### GRÁFICOS

Gráfico 1. Clasificación vehicular.....	24
Gráfico 2. Histograma de precipitación máxima (mm/año) .....	41
Gráfico 3. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia.....	43

### FIGURAS

Figura 1. Simbología de la curva horizontal.....	101
Figura 2. Curvas verticales convexas y cóncavas.....	101
Figura 3. Curvas verticales simétricas y asimétricas.....	102
Figura 4. Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante.....	102
Figura 5. Número estructural propuesta con la ecuación AASTHO 93.....	103
Figura 6. Fórmula de diseño de espesores AASTHO 93.....	104
Figura 7. Estructuración del pavimento.....	104
Figura 8. Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica.....	105
Figura 9. Diseño de la Cuneta.....	105
Figura 10. Relaciones Geométricas de las secciones transversales.....	106
Figura 11. Diseño de sección de la alcantarilla de alivio.....	107
Figura 12. Diseño de alcantarilla de paso.....	107

## Resumen

La trocha carrozable de la carretera Llanganuco, se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Yungay, departamento de Áncash, en donde se desarrolló un Diseño Geométrico para un Pavimento Rígido, teniendo como referencia el Manual de Carreteras - DG 2018. Se efectuó el levantamiento topográfico, en donde se obtuvo los puntos topográficos para obtener la superficie del terreno. Se realizó el estudio de suelos de las tres calicatas extraídas de la carretera, empleando el manual de Ensayos de Laboratorio del MTC. Así mismo se realizó el estudio hidrológico, para determinar el sistema de drenaje y las obras de artes. Por otro lado, se realizó el estudio de impacto ambiental, con la finalidad de salvaguardar el ecosistema.

La investigación fue de tipo no experimental, ya que las muestras extraídas de las calicatas de la carretera fueron manipuladas. Es de tipo descriptivo, ya que con las muestras obtenidas en el laboratorio se pudo determinar el tipo de suelo que presenta la carretera. Así mismo es de tipo aplicativa, dado que se diseñó un pavimento rígido en función a las normas del MTC, cuya muestra es de 1.5 kilómetros de longitud.

Palabras clave: Propuesta, Diseño Geométrico y Pavimento Rígido

## **Abstract**

The floatable trail of the Llanganuco highway is located in the district and province of Yungay, department of Áncash, where there is a Geometric Design for a Rigid Pavement, having as reference the Highway Manual - DG 2018. The topographic survey, where the topographic points are obtained to obtain the land surface. The soil study of the three test pits extracted from the road was carried out, using the MTC Laboratory Testing manual. Likewise, the hydrological study was carried out to determine the drainage system and the works of art. On the other hand, the environmental impact study was carried out, with the proposal to safeguard the ecosystem.

The investigation was non-experimental, since the samples taken from the roadside pits were manipulated. It is descriptive, since with the samples obtained in the laboratory it was possible to determine the type of soil presented by the road. It is also of the application type, since a rigid pavement was designed according to the MTC standards. The sample is 1.5 km long.

Keywords: Proposal, Geometric Design and Rigid Pavement

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad se puede apreciar que la mayoría de las carreteras del Perú aún no cuentan con su respectivo pavimentado, ante esta problemática el gobierno viene implementando nuevos proyectos en beneficio de los ciudadanos, así como también se sabe que la infraestructura vial es una fuente de desarrollo económico a nivel nacional.

A consecuencia de las precipitaciones pluviales que cada vez son más intensas debido a los inoportunos cambios climáticos que se generan, las infraestructuras viales son los más afectados. En la visita a campo que se realizó, se pudo observar que la carretera no cuenta con sus respectivas cunetas a lo largo de la carretera ni tampoco con las alcantarillas que se necesita ante las inundaciones que se pueden generar a causa de las intensas lluvias.

El área de estudio se localiza en el departamento de Áncash, en el distrito y provincia de Yungay; en la cual se desea plasmar una propuesta para la vía que parte desde el km 0+000 hasta km 2+500 de la carretera Llanganuco; con exactitud se encuentra a la salida de dicho pueblo. Dicha vía se categoriza como Red Vial Vecinal; cuyo estado actual es trocha, por aún no contar con un pavimentado a pesar que la población sigue en aumento el terreno muestra una topografía accidentada propia de la zona, el terreno tiene características en su mayoría un material granulada pedregosa y semi compactada, debemos señalar que no se observa fallas geológicas, ni inestabilidad de taludes en la vía.

Así mismo la falta del pavimentado perjudica la salud de la población por ciertas enfermedades que se pueden originar a causa del aumento del polvo en tiempos de sequía y en tiempos de lluvia la generación de lodo. Desde otro punto de vista se puede resaltar que la zona de estudio ya cuenta con las instalaciones de agua y desagüe, reduciéndose a solo enfocarnos al diseño de la carretera para un pavimento rígido, por ello se vio como una propuesta de un pavimentado rígido con ayuda de los software o programas como Civil 3D, levantamiento topográfico, nivel topográfico, muestras, calicatas, entre otros.

Con los antecedentes mostrados, se puede plantear la siguiente pregunta:  
¿El Diseño Geométrico para un pavimento rígido desde el km 0+000 – 2+500 km mejorará la transitabilidad en la carretera Llanganuco, Yungay, Áncash - 2020?

Así mismo la justificación que se le atribuye a esta investigación es que el mejoramiento de una vía siempre conlleva a superar las deficiencias de transitabilidad peatonal y vehicular, optar por el mejoramiento de calidad de vida de los pobladores de la localidad, ya que si se da con el pavimentado de la carretera se dará inicio primeramente con los medios básicos de agua y desagüe, para proseguir con el pavimentado o asfaltado. Por otro ámbito el planteamiento o propuesta de un diseño geométrico para un pavimento rígido, está basado en la normativa peruana del MTC para un adecuado diseño de la infraestructura vial. Se planteó justificaciones en relación al aspecto social en beneficio a los vecinos de la carretera Llanganuco, de esta manera tener una infraestructura vial correcta para el transporte urbano; beneficiando con el transporte a los vecinos de dicho tramo, así como también se dará una asistencia rápida en casos de emergencias de salud o cualquier tipo de accidentes, el pavimentado de la carretera también ayudará a la disminución de polvo, ya que es causante de infecciones respiratorias; en cuanto al aspecto económico, los terrenos aledaños a la vía aumentaran su valor arancelar, ya que generaría mayor circulación de vehículos, originando de carácter positiva una disminución de costo y tiempo. La investigación genera un gran beneficio en el desarrollo social, en cuestión a la modernización de dicha calle, así mismo en aspectos económicos se generará que los pobladores puedan elevar el arancel de sus predios y por otro lado mejorará la salud, todo ello tomados desde el punto de vista que todo proyecto de infraestructura vial es transcendental en el desarrollo del país.

La hipótesis de esta investigación se comprobará con los estudios técnicos de acuerdo a las normas establecidas.

Cuyo objetivo general es determinar el diseño geométrico para un pavimento rígido desde el tramo del km 0+000 - 1+500 de la carretera Llanganuco, provincia de Yungay, Áncash - 2020 y como objetivos específicos es elaborar (a) el levantamiento topográfico, (b) elaborar el estudio de mecánica de suelos, (c) elaborar el estudio hidrológico, (d) elaborar el impacto ambiental mediante la matriz de Leopold.

## II. MARCO TEÓRICO

Para el apoyo de la presente investigación se tiene tres antecedentes que va desde el nivel internacional, nacional, regional y de la zona. En primera instancia a nivel internacional se tiene al autor Bravo (2016), en su tesis designada Estudio del Diseño de la Carretera Sacachun – La Ciénega, que tuvo como objetivo realizar un diseño vial, teniendo como origen el estudio de la mecánica de suelos; y así mismo diseñar las obras de arte sobre una carretera de orografía accidentada con pendientes que sobrepasan los 12.75%. Por su procedencia de su pobre CBR, lo cual tuvo que perfeccionar con una capa de afirmado de 0.20 metros; con las actuales condiciones que presenta la carretera, precisó una velocidad directriz de 30 km/h, con ancho de vía de 4 m, calzada de 0.50 m. (en ambos lados de la vía), bombeo de 2 % y alcantarillas tipo T.M.C. de 36”.

Así mismo se tiene a Alemán (2015), menciona que utilizó un software para el diseño del acceso vecinal Santa Tecla – La Libertad; cuyo objetivo es diseñar la calzada de la vía con asfalto, permitiéndole establecer el alineamiento geométrico vertical y horizontal, basándose en los reglamentos internacionales. Concluyó el autor de acuerdo al estudio de suelos que realizó, que obtuvo como resultados que un fragmento del suelo está constituido de un suelo Limoso (ML), de plasticidad media y de arcilla ligera con arena (CL), con respecto al diseño geométrico, tomó como referencias de diseño los parámetros mínimos establecidos en el DG – 2014, teniendo como resultado una velocidad de diseño de 30 km/h; así mismo una calzada de 6 m. con la cual se pudo establecer el espesor de la capa de sub-base de  $e = 0.20$  m; la base granular  $e = 0.15$  m y la carpeta de rodadura con un espesor de  $e = 0.05$  m. Por todos los resultados que obtuvo, concluyó que el terreno presentaba una orografía accidentada.

En pleno siglo XXI en América del Sur se puede observar que existe déficit en las vías de comunicación. Una investigación elaborada por el Foro Económico Mundial, a nivel la Latinoamérica, el país que cuenta con una adecuada infraestructura vial es Estados Unidos, con un puntaje de 5.7, siendo el país de Chile el segundo lugar con 5.2, y situando en el décimo

quinto lugar a nuestro país, así mismo a nivel internacional está ubicada en el 108 lugar con un puntaje de 3.0. Esto conlleva a tener una mínima competencia con los países en desarrollo, ya que en Latinoamérica se cuenta con 0.05 Km de recorrido que han sido ya pavimentados, cada 2 km de terreno en diferencia de otros países sub desarrollados que tiene 2.1 km de autopistas y pistas pavimentadas, un inconveniente al transporte, ya que se si presenta una vía apta, los precios generan un menor gasto, y estos se elevan cuando las vías se encuentran en mal estado. (Fajardo, 2015)

A nivel nacional, se tiene a Escobar (2014), en su estudio, Mejoramiento del Diseño Geométrico de la vía Carlos Izaguirre, distrito de San Martín de Porres de la provincia de Lima. Después de haber realizado los estudios de acuerdo al manual del DG – 2014, determinó que el método más recomendable para poder reconocer el desnivel entre diferentes puntos es el método de nivelación geométrica. Para este proyecto, el autor manejó el método de nivelación compuesta de doble visuales, con la finalidad de obtener desniveles referenciales que nos ayudará a la autocomprobación en el campo.

Así mismo el autor Peche (2014), en su tesis, establece como objetivo calcular los espesores para la mejora del suelo de la sub rasante en la carretera Lima - Canta. El tipo de su investigación es no experimental, manejó la normativa del M.T.C. cuyas fichas que fueron habilitadas permitió la recolección de datos en campo, cubriendo las características y parámetros de la normativa. Con todo lo que recolecto para su investigación, concluyó que los resultados logrados, las dimensiones calculadas no concuerdan con las dimensiones del mejoramiento proporcionado en el foco de estudio, es por ello que ambos tramos, con las dimensiones que se trabajó el mejoramiento son defectuosas. Así mismo el autor ejecutó previamente en los tramos de mejoramiento ensayos de deflectometría y posteriormente, tras el mejoramiento donde pudo realizar un ensayo, en donde las deflexiones sobre pasan a la máxima admisible.

Así mismo el autor Flores (2018), en su tesis plantea diseñar una carretera en el caserío de Chalabamba, Bolívar – La Libertad. Obteniendo como resultado en su estudio de suelo un CBR de 40.25 %, en función de la normativa del manual de carreteras DG – 2018 y el tipo de su orografía accidentada se consideró una pendiente máxima de 9.98 %. Por otro lado, en cuanto al DG se estableció una calzada de 6.00, velocidad de diseño de 30 km/h, IMDA de 400 Veh/día, radio mínimo de 25 m, pendiente máxima de 10 % y un ancho de berma de 0.50.

En el ámbito regional, Áncash es el departamento que posee más problemas viales, es así que Barreto (2018), tuvo como objetivo dar con el mejoramiento y restitución de algunas partes de la trocha de Taricá – Marcará. El tipo de la investigación que realizó es de tipo experimental. Utiliza la normativa de M.T.C. y el manual de DG- 2018, de esta metodología mencionada, usó fichas de recolección de datos en campo, cubriendo las características y parámetros de la normativa, concluyó de acuerdo a su IMDA que es 856 Veh/día, clasificando la carretera Taricá – Marcará km 1 + 200 – 4+500 de segunda clase y posterior a ello obtuvo el valor promedio de CBR que es de 17.83%, debido a los estudios ejecutados con el suelo del camino.

Así mismo, Martínez (2017), en su tesis, se plantea como objetivo general dar una alternativa de diseño geométrico de la calzada Chancos – Vicos - Wiash, bajo parámetros económicos. Su tipo de la investigación es no experimental. Utiliza el manual de DG – 2014, del manual se utilizó fichas de recolección de datos en campo, cubriendo las características y parámetros de la normativa, concluyó, que de acuerdo a lo que está establecido en el manual DG-2014 con respecto al diseño, se reestablecieron las dimensiones de toda la vía, primordialmente en el último tramo, donde se encuentran mayores fallas geométricas.

Cueva y Conde (2018), presenta una propuesta para la trocha carrozable a nivel del afirmado en servicio de los pobladores de Cusca – Aco. Utilizó un esquema detallado con todas sus características y utilizó instrumentos como

parámetros ya determinados en norma, dispositivos topográficos, estudios en laboratorios de suelos, así como también la recopilación de datos en software. En el cual logró con ello, deducir que la ciudad de Cusca corresponde a una carta topográfica 18 – L, de tal manera se pudo determinar una pendiente máxima de 10 %, por lo tanto, se clasifica como una vía escarpada, así como también resultado de su estudio una velocidad de diseño de 30 km/h, en función a los datos obtenidos del levantamiento topográfico del terreno que es accidentada.

Para el progreso del propósito de esta investigación, de acuerdo a las teorías relacionadas a la investigación, se debe de obtener conocimientos de un diseño geométrico de una carretera, tenemos a Torres (2010), que indica que un levantamiento topográfico es un procedimiento científico que se basa en la medición de dimensiones de una superficie establecida, en donde se determina las distancias horizontales, ángulos, elevaciones y direcciones. Para diseñar una carretera es fundamental realizar un levantamiento topográfico con la finalidad de alcanzar una perspectiva real, en donde se realizará el proyecto.

Según el Manual de Carreteras (Suelos, Geología; Geotécnica y Pavimentos, 2014), realizar el estudio de suelos es una parte fundamental para la investigación de este manual, que le permite obtener el ejemplar perfecto de material que resalta en el terreno donde se ejecutará el proyecto. Este estudio que se realizó, se fundamenta en las normas ASTM y en cuanto a la clasificación del material, contó con dos métodos: American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), cabe recalcar que el método que frecuentemente se utiliza para decretar el tipo de suelo, es el método AASHTO; que consiste en la clasificación de siete grupos según su plasticidad y granulometría.

En tal sentido el Manual de Carreteras (DG, 2018), se delimita como una técnica de la Ingeniería Civil el cual tiene como finalidad determinar el trazo de una calzada de un terreno en específico. En circunstancias nos enseña a cómo debemos ubicar una carretera sobre la superficie, se puede manifestar

que tenemos la topografía de la superficie, hidrología, geología, medio ambiente. En primer lugar, para el trazo de una carretera es establecer los parámetros de diseño, ya que las carreteras tienen una clasificación según el número de calzadas y dimensiones que puede tener el carril, así como también radios de curvatura, pendientes, taludes de corte, bombeos y poseer un alineamiento definido, de esta manera poder realizar el perfil longitudinal y la sección transversal para determinar los volúmenes del material a rellenar y cortar.

Para el Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje (2018), menciona que el estudio hidrológico, es una fase determinante para el diseño de una carretera. Se inicia con el análisis morfo métrico del cauce en donde se integra, la delimitación del cauce, área, pendiente, curvas de intensidad, factor de forma, frecuencia, duración, alturas máximas y mínimas; de los cuales se llegará a obtener los caudales de diseño y así realizar los cálculos de estructuras de las obras de arte como por ejemplo las cunetas, alcantarillas y puentes; que probablemente se presentarán en la extensión de la carretera, de tal manera de que se pueda controlar de una forma eficaz los caudales provenientes de las constantes y fuertes precipitaciones pluviales, con la finalidad de mantener una carretera en perfectas condiciones de funcionamiento y estado.

Según Garmendia (2015), señala que de manera técnica y administrativa se debe ejecutar el estudio de impacto ambiental, en tal punto que nos ayudará a evaluar, identificar, así como también describir los impactos ambientales que se puedan manifestar durante el desarrollo de la obra. Con plena finalidad de poder realizar un plan de mitigación de impactos negativos, y resguardar nuestro ecosistema en el tramo de afluencia de la obra.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

##### Tipo de Investigación

La investigación fue de descriptiva con un enfoque cuantitativo, con el propósito de realizar un diseño geométrico donde procede la muestra de población de estudio. En ese sentido, Hernández y Baptista (2010, p. 4), sostiene que: “el enfoque cuantitativo respeta una secuencia y precede a ser demostrativo. En otras palabras, que cada proceso antecede a la siguiente y no se puede saltar o evitar pasos, el orden es estricto, sin embargo, se puede volver a definir algunas fases”.

##### Diseño de Investigación

La investigación fue de diseño descriptiva de tipo no experimental de corte transversal, porque se utilizará los conocimientos previos adquiridos de la carrera para lograr realizar el diseño geométrico para un pavimento rígido.

Según Murillo (2008, p. 156), sostiene que “la investigación de tipo aplicada acoge el nombre de “investigación práctica o empírica”, porque se singulariza en utilizar los conocimientos que hemos adquirido en todo el lapso del aprendizaje, como también de alcanzar otros conocimientos según la investigación”.

Según Borja (2016), sostiene que la “la investigación descriptiva explora y decreta las cualidades y singularidades más específicas de los elementos de análisis que se quieran indagar”.

Para Hernández (2010, p. 149) el diseño no experimental “es la que se desarrolla sin modificar abruptamente la variable independiente, se contempla hechos como suceden en el entorno innato, para luego explicarlos y examinarlos”.

El diseño que se presenta en el proyecto es descriptivo simple, como se muestra a continuación:

$$M \Rightarrow O$$

Dónde:

M : Es la zona en donde se realizará el diseño de la investigación

O : Representa la información recolectada del proyecto de investigación con relación a la topografía y el estudio de suelo.

### **3.2. Variables y Operacionalización.**

Para Valderrama (2015, p. 160) “la operacionalización de las variables es la indagación de los componentes que forman las variables, para establecer medidas, sub-dimensiones e indicadores que operan de forma conceptual”.

#### **Variable de estudio:**

Diseño Geométrico para Pavimento Rígido.

#### **Definición conceptual:**

El diseño geométrico de una carretera presentada en esta investigación se enfoca en los parámetros técnicos preestablecidos por la máxima entidad empleados en el rubro de ingeniería civil, que precisa especificar las características que presenta un terreno en estudio, convenientemente en conformidad de sus características técnicas viales. (M.T.C., 2018).

#### **Definición operacional:**

Para poder determinar el tipo de diseño que requiere una carretera, se basa fundamentalmente en las características que se presenta a lo largo de la investigación, rigiéndose a las normativas de nuestro país. Lo cual en base a las normativas se procederá a diseñar el proyecto teniendo en cuenta su topografía, y así como el estudio estratigráfico, el tipo y características de suelo que presenta.

#### **Dimensiones:**

- El levantamiento Topográfico
- El estudio de Mecánica de Suelos
- El estudio Hidrológico
- El diseño Geométrico de la carretera

- El estudio de impacto Ambiental (EIA).
- El diseño de pavimento

**Indicadores:**

- Trazo de poligonales
- Perfil longitudinal
- Sección transversal
- Pendientes
- Alineamiento
- Granulometría
- Límites de consistencia
- Proctor Modificado
- CBR
- Contenido de Humedad
- Peso Específico
- Precipitaciones pluviales
- Cunetas, alcantarillas, badén
- Caudal
- Estudio de tráfico
- Velocidad de diseño
- Derecha a vía
- Diseño de pavimentos
- Impacto Positivo
- Impacto Negativo

**Escala de Medición:**

- Razón (km)
- Intervalo (km)
- Intervalo (m/m)
- Razón (%)
- Razón (gr/cm<sup>3</sup>)
- Razón (%)
- Intervalo (mm)

- Intervalo (m)
- Intervalo (m<sup>3</sup>/s)
- Razón (km/h)
- Razón (m)
- Razón (unid)
- Nominal

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **Población**

La población está constituida por el tramo de la carretera Llanganuco de la Provincia de Yungay de 2.5 kilómetros de extensión.

- **Criterio de inclusión:**

Se incluirá para la presente investigación un tramo comprendido desde el km 0+000 hasta 1+500 de la carretera Llanganuco de la provincia de Yungay.

- **Criterio de Exclusión**

Se excluirá para la presente investigación un tramo comprendido desde el km 1+500 hasta el 2+500 de longitud de toda la carretera Llanganuco.

#### **Muestra**

Se consideró en el proyecto de investigación como muestra de 1.5 kilómetros de longitud de la carretera Llanganuco – Yungay.

#### **Muestreo**

A criterio del investigador

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Observación del área de estudio.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

En el proyecto se utilizó los siguientes instrumentos:

- Ensayo de Análisis Granulométrico
- Ensayo de Curva Granulométrica.

- Ensayo para la determinación del contenido de humedad natural.
- Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)
- Ensayo de Compactación (Proctor Modificado).
- Ensayo de Límites de Consistencia
- Manual de carreteras DG - 2018
- Software AutoCAD Civil 3D

### **Validez y Confiabilidad**

Para efectuar el presente proyecto de investigación no fue necesario obtener la validación ni la confiabilidad del instrumento, ya que se encuentran validados según norma y ya fueron manejados por el M.T.C.

### **3.5. Procedimientos**

En la presente investigación para el recojo de información apropiada se llevó a cabo con lo siguiente: Se procedió a realizar el levantamiento topográfico por intermedio de la estación total y el Civil 3D. Posterior a eso se realizó las tres calicatas en las progresivas del km 0+100, 1+000 y 1+500, respectivamente para determinar el estudio de suelos, así como también se realizó el conteo de tráfico para poder ejecutar el diseño geométrico de la calzada de acuerdo al manual de carreteras. Por otro lado, se realizó el estudio hidrológico con acorde al manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018), para poder realizar el diseño de cunetas, alcantarillas y pase de agua, que ayudarán con el acopio de las precipitaciones; y así mismo con ayuda de la matriz de Leopold se realizó el respectivo estudio de impacto ambiental del proyecto.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En primer lugar, se ejecutó el estudio de mecánica de suelos, en el cual se hicieron los ensayos necesarios según la norma técnica peruana. En seguida se realizó el levantamiento topográfico para proceder a la recolección de datos, posteriormente se empleó el software del Auto CAD Civil 3D para cargar los puntos topográficos y

obtener la superficie del terreno y trazar el diseño geométrico que consta de alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales. Posteriormente, se tomó datos de las precipitaciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), para ser procesado y puesto para hallar datos para el diseño de la cuneta, alcantarillas y pase de agua.

### **3.7. Aspectos éticos**

Teniendo en cuenta el código de ética del colegio de ingenieros del Perú, la investigación se desarrolló en el conjunto de preceptos y normas que servirá para orientar y asegurar el ejercicio profesional con una conducta honesta y digna. Siguiendo la resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Resultados de los objetivos de estudio

##### 4.1.1. Resultados según objetivo general

Determinar el diseño geométrico para un pavimento rígido del tramo km 0+000 - 1+500 de la Carretera Llanganuco, provincia de Yungay, Áncash – 2020.

##### Cuadro 1.

*Diseño Geométrico.*

Objetivo General	Parámetros	Medidas
Diseño Geométrico	Levantamiento Topográfico	El estudio del levantamiento topográfico es muy importante para toda infraestructura vial, pues se georreferenciara el terreno en estudio.
Se enfoca en el reglamento emitido por el MTC. Con la finalidad de poder determinar el trazo de la carretera.	Mecánica de Suelos	Se realizó con la finalidad de poder determinar el tipo de suelo que presenta el terreno, para posteriormente poder contar con los resultados del laboratorio.
	Estudio Hidrológico	Se realizó con la finalidad de poder determinar si la carretera en estudio debe de ser diseñada con sus respectivas obras de artes (cunetas, alcantarillas, puentes, etc.)
	Diseño Geométrico	Se realizó en base a los parámetros del manual de carreteras: DG. 2018, con la finalidad de obtener el trazado de la carretera en estudio.
	Estudio de Impacto Ambiental	Se realizó con la finalidad de poder salvaguardar el medio ambiente, según lo indica el reglamento.

Fuente: Del propio investigador, mayo – 2020

##### 4.1.2. Resultados según objetivos específicos

##### Levantamiento Topográfico

##### Generalidades

El levantamiento topográfico se ejecutó a lo largo de la carretera en estudio con ayuda de la estación total para poder trabajar con los datos necesarios de la zona y así obtener una representación real de la superficie.

## **Ubicación**

- ✓ **Carretera** : Carretera Llanganuco
- ✓ **Distrito** : Yungay
- ✓ **Provincia** : Yungay
- ✓ **Departamento** : Áncash

## **Reconocimiento de la zona**

La inspección del terreno se hizo caminando, para así de esta manera poder observar las diferentes características que presenta la carretera, que se determinó que dicha carretera presenta un terreno accidentado. Por otro lado, también pudimos estimar el impacto ambiental que se ocasionará en la zona.

## **Metodología de trabajo**

La investigación se desarrolló de acuerdo a las normativas preestablecidas en el manual de carreteras (DG – 2018).

## **Personal**

- (2) Tesista
- (1) Topógrafo
- (3) Asistentes de topografía

## **Equipo**

- Estación Total
- GPS navegador
- Bastones y primas
- Wincha

## **Materiales**

- Laptop
- Escritorio
- Impresora

## **Procedimiento**

### **Topografía de la zona**

La topografía es el punto de inicio para poder desarrollar un proyecto de carreteras, para ejecutar el levantamiento topográfico del foco de

estudio, se determinó las estaciones más visibles para tener una buena lectura con la estación total cuyo objetivo es recopilar la información necesaria y con información de la geodesia se pudo determinar el sistema nacional de coordenadas. Se determinó una zona accidentada.

### **Puntos de georreferenciación**

En el desarrollo del levantamiento topográfico se recolectaron los siguientes datos:

#### **Punto Inicial**

- Carretera : Carretera Llanganuco
- Distrito : Yungay
- Provincia : Yungay
- Coordenadas : 8988418.16E  
198756.49N
- Altitud : 2502.3235 m.s.n.m.

#### **Punto final**

- Carretera : Carretera Llanganuco
- Distrito : Yungay
- Provincia : Yungay
- Coordenadas : 8987803.17E  
199911.16N
- Altitud : 2581.0455 m.s.n.m.

### **Puntos de estación**

El levantamiento topográfico del proyecto se inició en la carretera Llanganuco en el km 0 + 000. Se realizó con la ayuda de la estación total.

## Cuadro 2.

### *Puntos de estaciones*

Ítem	Descripción	Coordenadas		Cota
		Este	Norte	
1	E - 0	8988418.16	198756.49	2502.3235
2	E - 1	8988253.35	199011.12	2510.9173
3	E - 2	8988155.58	199108.70	2514.8642
4	E - 3	8988017.39	199209.99	2524.1811
5	E - 4	8987971.93	199389.58	2532.4895
6	E - 5	8987947.56	199437.07	2536.2424
7	E - 6	8987971.90	199467.44	2541.2192
8	E - 7	8987876.50	199639.83	2548.3060
9	E - 8	8987849.43	199742.99	2554.7582
10	E - 9	8987879.40	199821.12	2569.2004
11	E - 10	8987824.24	199924.60	2578.2987
12	E - 11	8987900.40	199806.84	2567.8768
13	E - 12	8987803.17	199911.16	2581.0455

**Fuente:** Elaboración propia investigador, mayo – 2020.

### **Trabajo de gabinete**

#### **Procesamiento de la información**

Los datos que se obtuvieron en los programas que se utilizó para el levantamiento topográfico, se trasladaron al AutoCAD Civil 3D, en coordenadas UTM, para poder iniciar con la elaboración de:

- ✓ Curvas de nivel
- ✓ Trazo y replanteo del eje en planta
- ✓ Curvas horizontales y verticales
- ✓ Perfil longitudinal

#### **Estudio de mecánica de suelos**

##### **Objetivo**

Poder fijar las particularidades químicas y físicas que se presentan a lo largo de la superficie, así mismo poder determinar el CBR.

### Descripción del proyecto

- ✓ **Carretera** : Carretera Llanganuco
- ✓ **Distrito** : Yungay
- ✓ **Provincia** : Yungay
- ✓ **Departamento** : Áncash

### Descripción del trabajo

A lo largo de la superficie de la carretera se ejecutaron 03 calicatas, con dimensiones de 1.0 m x 1.0 m (largo x ancho), con una profundidad de 1.5 m, las calicatas estuvieron situadas en la progresiva del kilómetro 0+100, 1+000 y 1+500. De donde se extrajo 30 kg de tierra por cada calicata conservando su humedad, para luego ser trasladado al laboratorio de suelo.

### Número de calicatas

#### Cuadro 3.

*Número de calicatas.*

Tipo de carreteras	Profundidad
Carretera de tercera clase	1.50 mts

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020

### Ubicación de calicatas

Se efectuó 03 calicatas que estuvieron ubicado a lo largo de la carretera, como se muestra a continuación:

#### Cuadro 4.

*Número y ubicación de calicatas.*

Calicata	Ubicación	Dimensiones		
		Largo	Ancho	Profundidad
C -01	km 00+100	1.00 m	1.00 m	1.5 m
C -02	km 01+000	1.00 m	1.00 m	1.5 m
C -03	km 01+500	1.00 m	1.00 m	1.5 m

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020

## Cuadro 5.

*Resumen de los valores de los ensayos*

Descripción		Calicatas		
Número		C-1	C-2	C-3
Ubicación		Km 00+100	Km 01+000	km 01+500
Profundidad De estrato		1.50 m	1.50 m	1.50 m
Propiedades Físicas	% CH	9.9	7.1	7.88
	% Finos	20.5	27.0	23.6
	% Arenas	18.2	18.9	20.9
	% Gravas	61.3	54.1	55.5
	% LL	37	38	43
	%LP	27	28	32
	% IP	10	9	11
Clasificación	% SUCS	GM	GM	GM
	AASHTO	A-2-4	A-2-4	A-2-4
	IG	0	0	0
Propiedades Mecánicas	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	1.913	1.893	1.945
	OCH (%)	9.9	7.1	7.88
	CBR (100 %)	35	25	25
	CBR (95 %)	24	15.5	19

Fuente: Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

## Diseño Geométrico de la Carretera

### Generalidades

El proyecto se elaboró con la finalidad de poder contar con una buena transitabilidad vehicular y peatonal de la carretera Llanganuco – Yungay. Rigiéndose a las normativas que se presentan en el Manual de carreteras, lo mismo que garantizará en cuanto a la vida útil del diseño.

Primeramente, se procedió a elaborar el estudio de viabilidad para poder realizar el trazo de la carretera, con el propósito de poder diseñar un proyecto en base a la normativa del Manual de carreteras. Así mismo se evaluó la situación actual de la carretera.

## Cuadro 6.

*Situación actual de la carretera.*

Características	Carretera
Longitud	1.5 km
Ancho de la calzada	6.00 m
Material de la superficie	Tierra - Trocha
Estado de Conservación	Regular
Tipo de daño	Ahuellamiento
Pendiente transversal	50 % - 100 %
Pendiente longitudinal	6 % - 10 %
Bombeo	No
Puentes	No
Badenes	No
Alcantarilla	No
Cunetas	No

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

### **Normatividad**

El presente DG que realizó en función del Manual de DG – 2018. Determinado por el M.T.C.

### **Clasificación de la carretera**

#### **Clasificación por demanda**

Es esencial poder fijar el tipo de la carretera que se tiene para tener un correcto diseño de carretera, la clasificación nos permitirá conocer la transitabilidad de la carretera y así poder determinar el prototipo de diseño que requiere el proyecto. Nuestra carretera está considerada como una de tercera clase, ya que se localiza en la condición de IMDA < 400 Veh/día. Según el conteo de tráfico que se realizó previamente. Ver anexo, formato 2 y 3.

#### **Carretera de tercera clase**

De acuerdo al manual de carreteras: “Presentan un IMDA inferiores a 400 Veh/día, así como también un ancho de calzada de 3 m como

mínimo. Así mismo con excepción pueden existir vías de 2.5 m. cumpliendo las normas” (DG, 2018).

### **Clasificación por su orografía**

#### **Terreno accidentado – Tipo 3**

“Este terreno presenta pendientes perpendiculares al eje en un rango de 51% y el 100%, y sus pendientes longitudinalmente se manifiestan entre el 6% y 8%, por lo que se deberá requerir el corte y relleno de tierras, dificultando el trazo de la vía”. (DG – 2018, pág. 14).

### **Estudio de tráfico**

#### **Generalidad**

De acuerdo al M.T.C, se puede mencionar que la tasa de crecimiento vehicular se encuentra en un rango del 2% y el 6%. Así mismo se puede conocer que el crecimiento vehicular es constante, de esta manera se tomó por conveniente, diseñar con un periodo de utilidad sin presencia de desfase de 20 años.

#### **Conteo y clasificación vehicular**

Al realizar el estudio de tráfico en el foco, se visualizó que los carros modelo Station wagon y las combis son los vehículos que mayormente circulan por dicha zona.

#### **Metodología**

Se identificó un punto visible aledaña a la zona de estudio para poder establecer el volumen de tráfico que representa. Se tomó como referencia el pedagógico “I.A.R.O.” (Estación 1).

Se realizó el conteo en una estación de control en ambos sentidos por un periodo de 7 días de la semana por 24 horas.

#### **Determinación de Índice Medio Diario (IMD)**

El IMD constituye la cantidad de vehículos que transitan durante el día, es de suma importancia realizar el estudio para poder determinar las particularidades que presenta el diseño. Se determinará mediante el promedio de vehículos por día y que se deberá aumentar la tasa de crecimiento anual.

### Determinación del factor de corrección

La demanda de tráfico vehicular varía de acuerdo a las estaciones climatológicas, por ende, se procederá a reducir la variación del volumen del tráfico por todo un año. Se podrá determinar de acuerdo a la estación de peaje más cercana. Se consideró al peaje de Cátac.

#### Cuadro 7.

*Factor de Corrección.*

<b>F.C.E. Vehículos ligeros</b>	1.08225108
<b>F.C.E. Vehículos pesados</b>	1.08225108

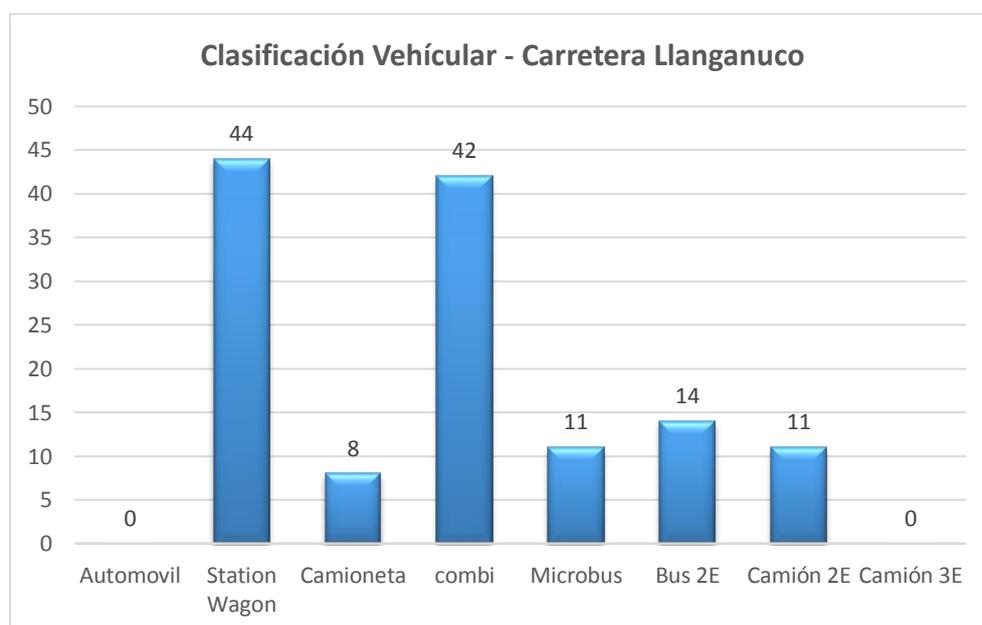
**Fuente:** Unidad peaje Cátac, el año 2016.

### Resultados del conteo vehicular

La información adquirida del foco de estudio, dados en campo, se representó en tablas y gráficos; tal como se muestra a continuación:

#### Gráfico 1.

*Clasificación Vehicular.*



**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

**Descripción:** Se determinó el conteo de vehículos según su clasificación, por un tiempo de 7 días en 24 horas en ambos sentidos. Ubicados en la E-1: Pedagógico "I.A.R.O.". En donde se observó que hay una mayor de circulación de vehículos tipo Station Wagon y combi.

### **IMD por estación**

IMD se realizó mediante un proceso aritmético del total de vehículos que transitan habitualmente, en forma diferencial de acuerdo al tipo de vehículo.

Se determinó en conteo vehicular que transitan por la vía, en donde se presentó un IMD igual a 130 Veh/día, y considerando la tasa de crecimiento en un rango de 2% y 6% anual. Para el proyecto se consideró un 3% (Vehículos Ligeros).

### **Proyección del Tráfico**

Se debe de considerar los pasajeros y la carga en cuanto a la influencia del tránsito de diseño. Se consideró una vida útil de 20 años, donde también se aplicó las tasas de crecimientos de acuerdo al INEI.

### **Tráfico total**

Se consideró la siguiente fórmula:

$$Tf = Ti (1 + Tc)^{n-1}$$

Dónde:

Tf = Tránsito final

Ti = Tránsito inicial

Tc = Tasa de crecimiento anual vehicular (%)

N = Vida útil

Al reemplazar:

$$Tf = 130 (1 + 0.03)^{20-1}$$

$$Tf = 228$$

Se pudo determinar que se tendrá 228 Veh/día, en un periodo de 20 años.

### **Cálculo de ejes equivalentes**

Se debe de considerar las cargas que se generan por ejes a través de los neumáticos. El estudio de tráfico se desarrolló en todo el tramo de la carretera Llanganuco, teniendo un conteo de 7 días y 24 horas.

### Cuadro 8.

*Vehículo según el tipo*

Vehículos	N° de vehículos	% de incidencia
Automóvil	0	0
Station Wagon	44	33.85
Camioneta	8	6.15
Combi	42	32.31
Microbús	11	8.46
Bus 2E	14	10.77
Camión 2E	11	8.46
Camión 3E	0	0.00
Total	130	100.00

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

**Descripción:** Es muy importante determinar el peso de los vehículos que pasan en ambos sentidos por la calzada, al no contar con estos datos relevantes se procedió a manejar los parámetros que indica el manual de carreteras no pavimentadas de bajo tránsito. **Ver anexo, cuadro 9 y cuadro 10.**

**Factor direccional y Factor carril. Ver anexo cuadro 11.**

$$Fd = 0.5$$

$$Fc = 1.0$$

**Tasa de crecimiento y proyección. Ver anexo cuadro 12.**

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{(1 + 0.03)^{20} - 1}{0.03} = 26.87$$

**Número de repeticiones de EE**

$$N_{rep. de EE_{8.2 tn}} = \sum \frac{[EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times ((1 + t)^n - 1)]}{t}$$

Dónde:

$$EE_{\text{día-carril}} = EE \times Fd \times Fc$$

$EE = N^{\circ}$  de veh. según tipo \* factor de presión de llantas

$t =$  Tasas de proyección de tráfico

Periodo de diseño = 20 años

$$\text{Ejes Equivalentes} = W18 = 502,818.52$$

**Cuadro 13.**  
*Ejes equivalentes*

Tipo de vehículo	Trafico actual (A)	Factor de crecimiento (B)	Trafico de Diseño (C)=(A)*(B)*365	Factor E:S:A:L (D)	E:S:A:L de Diseño (E)=(C)*(D)	
Autos	22.000	26.87	215769	0.0008	173	
Camionetas	Pick Up	4.000	26.87	39231	0.0008	31
	Combis	21.000	26.87	205961	0.0008	165
Micro	5.500	26.87	53942	2.5457	137321	
Ómnibus 2E	7.000	26.87	68654	2.5457	174772	
Camión 2E	5.500	26.87	53942	3.5289	190357	
Camión 3E	0.000	26.87	0	4.3500	0	
Todos los vehículos	65.000		637500	<b>E:S:A:L de Diseño</b>	<b>502819</b>	

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

**Descripción:** El siguiente cuadro se realizó con la finalidad de poder determinar el tránsito de diseño de la carretera, en donde después de haber calculado el ESAL de cada tipo de vehículo se procedió a sumar y se obtuvo como resultado  $W18 = 502,819$

### **Caminos no pavimentados**

Rango de tráfico pesado expresado en EE. **Ver anexo, cuadro 14**

$$T_{p3} = 500,000 \text{ EE } a \leq 750,000 \text{ EE}$$

### **Resistencia de terreno de fundación**

De acuerdo al estudio de suelo se determinó el CBR para todo el diseño de la carretera.

**Cuadro 15.**

*Datos del CBR.*

Número de calicatas	CBR AL 95%	CBR AL 100%
C - 01	24	35
C - 02	15.5	25
C - 03	19	25

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

**Descripción:** Se diseñará con los datos más críticos del CBR obtenido en los estudios de suelos que es de 15.5 %, dicho porcentaje se maneja para el diseño de pavimento.

### **Clasificación mediante CBR**

Se determinó la clasificación del CBR, en donde se consideró como una subrasante buena - categoría S3. **Ver anexo, cuadro 16.**

### **Clasificación de vehículos**

Según el manual de carreteras se clasifican en:

- Automóviles menores a 4 ruedas: Motos, moto taxi, moto furgón, etc.
- Automóviles de 4 ruedas: Autos, camionetas, combis, camión (1E Y 2E).
- Automóviles mayores a 8 asientos a excepción del conductor, por otra parte, el peso bruto del vehículo debe ser menor a 5 toneladas.

### **Parámetros básicos para el diseño de la zona**

#### **Índice medio diario anual**

IMDA de 228 Veh/día.

#### **Velocidad de diseño**

Teniendo en cuenta la categorización de la carretera y la orografía del terreno al cual pertenece, en este caso a un terreno accidentado, se tomará para el presente diseño 30 km/h. **Ver anexo, cuadro 17.**

#### **Radios mínimos**

Se determinara en cuanto a la velocidad de diseño, así como también su peralte máximo ( $\rho_{m\acute{a}x.}$ ), y el factor máximo de fricción ( $f_{m\acute{a}x.}$ ). **Ver anexo, cuadro 18.**

De acuerdo a los parámetros del manual de carreteras se pudo determinar que se tiene un radio mínimo de 25 m, así como también se estableció una pendiente de 12 % como máxima y con una fricción lateral de 0.17.

Para poder hallar el factor máximo de fricción, para una carretera de tercera clase en cuanto a la vel. de diseño, se considera 0.17. **Ver anexo, cuadro 19.**

### **Distancia de visibilidad**

Es la distancia hacia adelante perceptible en donde el conductor podrá efectuar maniobras necesarias que permitan al vehículo circular con seguridad.

### **Distancia de visibilidad de parada**

Es la distancia requerida que necesita el automóvil para inmovilizarse y no chocar con algún otro objeto en el trayecto. Está en función de la velocidad de diseño y se calcula con la siguiente fórmula, **Ver anexo, figura 1.**

De acuerdo al manual de carreteras, en función a la velocidad de diseño del proyecto que es 30 km/h, se determinó una distancia de visibilidad de 35 m. **Ver anexo, cuadro 20.**

### **Distancia de visibilidad de adelantamiento**

El conductor debe de tener en consideración la distancia, para poder sobrepasar a otro vehículo que este a una velocidad menor.

Se determinó que la velocidad del vehículo adelantado debe ser de 29 km/h, por ende, la velocidad del vehículo que adelanta será de 44 km/h, en consecuencia, se tendrá una distancia de velocidad de adelantamiento de 200 m. todo esto en función a la velocidad de diseño que es 30 km/h. **Ver anexo, cuadro 21.**

### **Diseño geométrico en planta**

En el siguiente parámetro es primordial, ya que con ello se conllevará el trazo del eje que está conformado por alineaciones rectos y curvos, así como también se podrá determinar los elementos geométricos.

### **Tramos en tangentes**

En función a la velocidad de diseño que es 30 km/h. Se determinó una longitud mínima, en curvas en sentido contrario, la tangente será de

42 m y para curvas con en el mismo sentido la tangente será de 84 m, y con una longitud máxima de 500 m. **Ver anexo, cuadro 22.**

### Curvas Circulares o horizontales

Se representan como arcos de circunferencias que conectan dos tangentes seguidas. **Ver anexo, figura 2.**

### Curvas de transición

Tiene como finalidad no tener discontinuidad en las curvas del trazo ya que son espirales. Se utilizarán las curvas de transición en cuanto la curva horizontal sea inferior a lo indicado en la tabla. En este caso para una carretera de tercera clase en función a la vel. de diseño se tomará como radio 55 m. **Ver anexo, cuadro 23.**

Por otro lado, al utilizar una curva de transición, la distancia tiene que ser menor a la  $l_{min}$  y mayor a la  $l_{max}$  de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$l_{min} = 0.0178 * \frac{v^3}{R}$$

$$l_{max} = (24R)^{0.5}$$

Dónde:

$R$  = Radio de la curvatura

$l_{min}$  = Long. min. de la curva

$l_{max}$  = Lon. max. de la curva

$V$  = Vel. directriz

### Cuadro 24.

*Longitud de curvas de transición.*

Longitud de Transición (L)			
Velocidad	Radio mín.	L mín.	L máx.
Km/h	m	m	m
30	25	19.224	24.495

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

**Descripción:** Se calculó la longitud de la curva de transición en base a las fórmulas mencionadas anteriormente y en función a la velocidad de diseño y al radio mínimo.

### Curvas de vuelta

En una orografía accidentada se proyectan unas curvas sobre una ladera, con el objetivo de que la pendiente sea mayor sin exceder las pendientes máximas.

De acuerdo al manual de carreteras, se consideró un radio interior de 6 m, y para la maniobra prevista para un vehículo tipo C2, se obtendrá un radio exterior de 15.75 m, es recomendable usar radios mayores a estos. **Ver anexo, cuadro 25.**

### **Sobre ancho**

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

### **Diseño Geométrico en Perfil**

Está conformado por una cadena de rectas unidas por curvas verticales parabólicas. Se debe de considerar lo siguiente:

En carreteras de una sola calzada, el eje central será igual al eje del perfil, así como también la rasante se adecuará en los terrenos accidentados, para impedir tramos en contrapendientes.

### **Pendientes**

#### **Pendiente Mínima**

- Es determinante para un diseño de carreteras, contar con una calzada con pendiente mínima al 0.2 % con el objetivo de realizar un drenaje de las aguas pluviales.
- En cuanto a la presencia de bermas, la pendiente mínima tendrá que ser 0.5 %, y la mínima excepcional 0.35 %, por otro lado, cuando la pendiente transversal sea nula se considerara una pendiente mínima de 0.5 %.
- Se colorará pendientes nulas, considerando que la calzada tenga una pendiente mínima de 0.5 % a la cuneta para que el drenaje fluya sin ningún problema.

#### **Pendiente Máxima**

- Se colocarán alcantarillas cada 180 m, siempre y cuando se presenten pendiente mayor a 10 %.

- En cuanto a las curvas que tengan radios < 50 m de longitud se debe considerar pendientes > 8 %, con el propósito de que las pendientes del lado interior no se incrementen. En cuanto a la pendiente máxima en función de la vel. de diseño, y el tipo de orografía se tomará una pendiente de 10 %. **Ver anexo, cuadro 26.**

### **Curvas verticales**

Son tramos consecutivos enlazados con distinta pendiente, considerando la diferencia algebraica que presenta la rasante será mayor al 1 % para carreteras pavimentadas, y el 2 % para otras. En cuanto a las curvas verticales parabólicas se representan con K, que es la longitud de la curva en el plano horizontal, en cada 1% de influencia en la pendiente.

$$K = \frac{L}{A}$$

Dónde:

K= Parámetro de curvatura

L= Longitud de la curva vertical

A= Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

### **Tipo de curvas verticales**

Por su forma: Convexas y cóncavas **Ver anexo, figura 3.**

Por su longitud: Simétricas y asimétricas. **Ver anexo, figura 4.**

### **Longitud de curvas verticales**

Se deberá de multiplicar la curvatura por la diferencia algebraica de pendientes.

$$L_C = K * A$$

En una curva vertical convexa en carreteras de tercera clase en función a la velocidad de diseño se determinó para la distancia de visibilidad de parada de 35 m con un índice de curvatura de 1.9, y para una distancia de visibilidad de paso será de 200 m con índice de curvatura de 46. **Ver anexo, cuadro 27.**

Para un cálculo de longitud de curva vertical cóncava, en función a la velocidad de diseño, se determinó una distancia de visibilidad de parada de 35 m y un índice de curvatura de 6. **Ver anexo, cuadro 28.**

## **Diseño geométrico de la sección transversal**

### **Generalidades**

Desarrolla los elementos de una calzada precisando y dimensionando los elementos que se encuentra en el punto de cada sección, así como la correlación con el terreno natural.

### **Calzada**

Se considera el servicio que se quiere adquirir en relación a los años de servicio, se determinó el ancho de la calzada en función de la velocidad de diseño, orografía y la clasificación de la carretera, para este diseño se consideró 6 m de ancho. **Ver anexo cuadro 29.**

### **Bermas**

Son franjas que están paralelas a la calzada, servirá como aparcamiento en casos de acontecimientos de emergencias. Así mismo contara con la misma pendiente de la calzada.

Se determinó en relación de la clasificación de la carretera, orografía y velocidad de diseño, para nuestro diseño se proyectó un ancho de berma de 0.50 m. **Ver anexo, cuadro 30.**

### **Bombeo**

Se consideró una inclinación transversal en cuanto a la carpeta de rodadura, con la finalidad de no tener inconvenientes con las precipitaciones pluviales.

En nuestro estudio se determinó el bombeo en función al tipo de superficie, en este caso se tomó el valor de 2.0 por ser un pavimento asfáltico y/o concreto portland y una precipitación < 500 mm/año. **Ver anexo, cuadro 31.**

### **Peralte**

Es una pendiente transversal cuya principal función es la de disminuir la fuerza centrífuga del automóvil.

El estudio se localiza en una zona rural y el tipo de terreno es accidentado, por ende, se determinó un peralte normal de 8%. **Ver anexo, cuadro 32.**

### **Taludes**

El talud de corte dependerá del tipo de terreno que presente, así como también la inestabilidad y la altura. **Ver anexo, cuadro 33.**

Por otro lado, el talud de relleno se deberá de considerar el tipo de material empleado y la altura. **Ver anexo, cuadro 34.**

### **Cunetas**

A lo largo de la carretera se deberá de diseñar canales, cuya principal función será ayudar a que las precipitaciones pluviales fluyan con normalidad. Se determinó para el presente estudio una cuneta triangular de 0.60 x 0.50 m. **Ver anexo, figura 9.**

### **Resumen de diseño**

Resumen de elementos de curva. **Ver anexo, cuadro 35.**

### **Cuadro 36.**

*Parámetros de diseño de la carretera.*

<b>Estudio</b>	<b>Resultado</b>
Clasificación según su demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación según su orografía	Terreno accidentado - tipo 3
Índice de medio diario anual	< 400 veh/día
Velocidad de diseño	30 km/h
Longitud de la carretera	1.5 km
Ancho de la calzada	6 m
Número de carriles	2
Ancho de la berma	0.5 m

Radio Mínimo	25 m
Peralte Máximo	P.M. Absoluto = 12 %
	P.M. Normal = 8 %
Pendientes	Pendiente Mínima = 0.5 %
	Pendiente Máxima = 10 %
Bombeo	2.00%
Talud	Corte = 1:3
	Relleno = 1:1.5

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020.

### **Diseño de Pavimento Rígido**

#### **Método de diseño AASHTO 93**

Mediante un proceso de iteración, para determinar el equilibrio mediante la ecuación del AASHTO 93 se deberá de asumir el espesor de la losa. El espesor del concreto deberá de resistir diferentes cargas con la finalidad de no sufrir deterioros en cuanto al nivel de serviciabilidad.

#### **Periodo de diseño**

P. de diseño = 20 años

#### **Variables**

##### **Número acumulado de ejes simples equivalentes**

ESAL =  $W 8.2tn = 502,819$

##### **Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)**

Se determinó en función a la capacidad de circulación del tráfico en la carretera y se consideró en un rango de 0 a 5, en donde 0 es una carretera intransitable y 5 una carretera excelente. Se debe de tener en cuenta el índice de servicio inicial y final para determinar la variación de índices. **Ver anexo, cuadro 37.**

$P_i = 4.10$

$P_t = 2.00$

$\Delta$  PSI = 2.10

### **Confiabilidad (%R)**

Se determinó en función al tipo de tráfico en este caso Tp3 y los EE, se tomaron los siguientes valores. **Ver anexo, cuadro 38.**

$$\%R = 80 \%$$

### **Coefficiente estadístico de desviación estándar (Zr)**

Significa el valor de la confiabilidad de diseño, para determinados valores en función a la distribución normal.

$$Zr = -0.842$$

### **Desviación Estándar (So)**

Se recomienda un rango comprendido entre 0.30 y 0.40, para el diseño se determinó.

$$So = 0.35$$

### **El suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc)**

Para el siguiente diseño se eligió el CBR mínimo adquirido en los estudios de mecánica de suelo, de donde se consideró Kc. **Ver anexo, figura 5.**

$$Kc = 67.5 \text{ Mpa/m} \Rightarrow Kc = 246.38 \text{ PCI}$$

### **Resistencia a la flexotracción del concreto (Sc)**

$$S_c = a\sqrt{f'c}$$

Dónde "a" toma valores entre 1.99 y 3.18

$$S_c = 2.59\sqrt{280} = 43.34 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_c = 616.5 \text{ PSI}$$

### **Módulo elástico del concreto (Ec)**

Generalmente es una característica transcendental para poder determinar las dimensiones de las estructuras de concreto armado. Se puede calcular en función a la flexotracción o la resistencia a la compresión.

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

$$E = 3597366 \text{ PSI}$$

### **Drenaje (Cd)**

Para este caso se contó con un drenaje bueno, y se determinó el coeficiente de drenaje en las capas granulares. **Ver anexo cuadro 39.**

$$Cd = 1.00$$

### **Transferencia de carga (J)**

Tienen la capacidad de transmitir las cargas entre uniones y grietas. **Ver anexo, cuadro 40.**

$$J = 3.8$$

### **Número estructural propuesto (SN)**

Con los datos propuestos se determinó el número estructural en la ecuación de diseño AASHTO 93. **Ver anexo, figura 6.**

### **Cálculo de espesores de diseño de pavimento rígido**

Para determinar el espesor se utilizó la fórmula del AASHTO 93 con la ayuda de una hoja de cálculo Excel, y los datos ya obtenidos anteriormente. **Ver anexo, figura 7.**

### **Cuadro 41.**

*Datos para diseño de espesores.*

<b>Datos</b>	
<b>NT</b>	5.03E+05
<b>Zr</b>	-0.842
<b>So</b>	0.35
<b>Pi</b>	4.1
<b>Pt</b>	2
<b>Δ PSI</b>	2.1
<b>Cd</b>	1
<b>Ec</b>	3.60E+06
<b>Sc</b>	616.5
<b>K</b>	246.38
<b>J</b>	3.8

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020

**Descripción:** Con los datos obtenidos anteriormente se efectuó en la fórmula hasta tener un punto de equilibrio, en donde se logró con un espesor de 7". SN propuesto = 6.02 > SN requerido = 5.70, sí cumple.

## Espesor propuesto para el pavimento

La base será de un espesor de 7" y el espesor de la losa de concreto será de 7" todo en función a la normativa. **Ver anexo, figura 8.**

## Estudio Hidrológico y Obras de Arte

### Hidrología

#### Generalidades

La ciudad de Yungay presenta un clima templado (por las mañanas es cálido y de noche baja la temperatura), por ello en los meses de diciembre hasta abril son fechas de grandes precipitaciones pronunciadas, en su mayoría, dando origen a las escorrentías superficiales, escorrentías subterráneas, escorrentías hipodérmicas, las infiltraciones, etc. Dado que se cumple el ciclo hidrológico, y que este ciclo tiende a modificar la topografía y las características del suelo, se tiene en cuenta en las obras civiles como construcciones y/o diseño de carretera, la habilitación de obras de arte que permitan en estos casos un drenaje adecuado para la evacuación de aguas pluviales, previniendo daños a la carretera generado por charcos de lodo.

#### Hidrometeorológica y cartográfica

En Yungay se presentan variaciones del tiempo durante el año, los veranos son muy cortos, frescos, nublados y los inviernos son fríos con precipitaciones pluviales, nublados. Su temperatura varía entre 4°C a 25°C, en esta zona muy pocas veces la temperatura baja hasta 0° C o sube hasta 16°C.

Información pluviométrica, se trabajó con la estación meteorológica de Yungay cuyos datos fueron adquiridos en la página de SENAMHI.

#### **Cuadro 42.**

*Datos Meteorológicos de la estación Yungay.*

Estación Yungay			
Distrito	Provincia	Departamento	
Yungay	Yungay	Áncash	
Latitud	Longitud	Altitud	
9°8'30.79"	77°44'59.91"	2466 m.s.n.m.	
Tipo	CO - Meteorológica	Código	109018

**Fuente:** Elaboración propia del investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** Con la data proporcionada de la estación Yungay, se procederá a realizar los cálculos de precipitación máxima anual.

**Cuadro 43.***Datos de precipitación acumulada mensual entre año 2000 - 2019.*

<b>Año</b>	<b>ENE.</b>	<b>FEB.</b>	<b>MAR.</b>	<b>ABRI.</b>	<b>MAY.</b>	<b>JUN.</b>	<b>JUL.</b>	<b>AGO.</b>	<b>SET.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>	<b>MÁXIMA (mm/24h)</b>
2000	105	195.4	163.6	72.2	0	0	0	0	4.2	44	13.6	43.6	195.4
2001	66.6	100.6	37.8	40.6	10.2	0	0	0	8.4	4.8	38.6	43	100.6
2002	48.1	66.6	40.8	60	23	0	0	5.6	17.4	15.8	11.7	71.1	66.6
2003	102.3	57	190.2	53.6	3.4	0	0	0	7.9	11	102.7	65.8	190.2
2004	127.4	117.8	90.6	95.4	0	0	0	0	0	271.9	173.9	138.4	271.9
2005	213.4	135	135.4	21.4	0	0	0	0	0	3.2	20.6	142.5	213.4
2006	45.8	177.4	58	71.5	0	0	0	0	6.9	107.8	81	69.1	177.4
2007	39.5	93.9	179.5	64.7	2	0	0	0	13.8	22	0	113	179.5
2008	60.4	157.7	291	188.2	0	3.4	0	2.6	4.3	13.6	59.9	240	291
2009	196.6	215.3	164.7	151.4	53.9	0	0	0	3.5	23.1	59.4	138.4	215.3
2010	85.2	68.3	169.9	46.8	43.5	0	1.2	0	4.3	65.3	9.5	239.3	239.3
2011	138.6	220.7	6.3	94.6	47.8	3.2	0	0	0	77.7	35.4	229.6	229.6
2012	164.5	135.5	8.5	96.7	102.5	0	0	0	8.6	113.5	24.4	169.4	169.4
2013	78.3	27.3	274.2	182.9	38.4	0	0	3.1	5.5	75.3	78.8	46.2	274.2
2014	110.5	152.1	24.2	85.4	115.7	0	0	0	3.3	3.7	3.6	24.4	152.1
2015	57.2	181.8	21.9	69.6	79.4	0	1.5	0	5.1	14.0	12.5	19	181.8
2016	67.4	71.8	33.6	55.3	82.0	0	0	0	3.9	10.2	10.1	3.6	82.0
2017	136.6	175.7	331.4	113.4	29.5	0	0	0	4.2	78.2	24.2	96.8	331.4
2018	155.6	96.8	172	145.1	77.1	0	0	0	4.5	35.3	49.1	78	155.6
2019	65.2	106.2	93	38.2	13	1.8	0	0	11.1	69.6	46.2	158.7	158.7
<b>PRECIPITACIÓN PROMEDIO</b>													193.8
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>													68.1

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** En el cuadro 43, se muestra la precipitación acumulada mensualmente en cada año tomados a partir del año 2000; así mismo para la elaboración de las obras de arte se diseñarán para una recurrencia de 10 y 20 años, según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje, para cunetas y alcantarilla. Para el desarrollo de las alcantarillas de paso se tuvo en cuenta para un tiempo de retorno de 50 años, se determinó una precipitación promedio de 193.8 mm/24hrs y una desviación estándar de 68.1 mm/24hrs.

### **Precipitaciones Máximas Anual**

Examinaremos brevemente ahora las precipitaciones máximas suscitados durante 20 años.

#### **Cuadro 44.**

*Precipitación máxima (mm/año).*

<b>Año</b>	<b>MÁX. (mm/año)</b>
2000	195.4
2001	100.6
2002	66.6
2003	190.2
2004	271.9
2005	213.4
2006	177.4
2007	179.5
2008	291
2009	215.3
2010	239.3
2011	229.6
2012	169.4
2013	274.2
2014	152.1
2015	181.8
2016	82.0
2017	331.4
2018	155.6
2019	158.7
<b>Máx.</b>	<b>331.4</b>

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

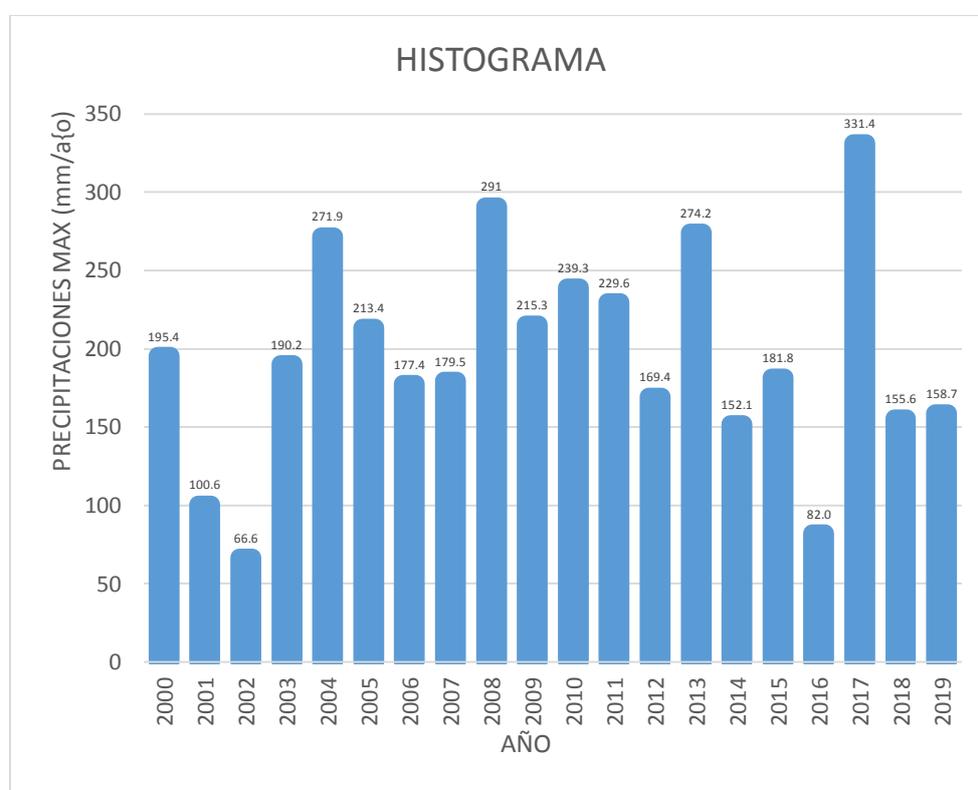
**Descripción:** En el cuadro 44, se muestra que la precipitación máxima es de 331.4 mm/año, con dicho dato se realizarán los diseños de las diferentes obras de arte.

### Histograma

A continuación, se visualizará la representación gráfica de las precipitaciones ocurridas durante el año 2000 hasta el año 2019 (periodo de 20 años).

### Gráfico 2.

*Histograma de precipitación máxima (mm/año).*



**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** Los datos meteorológicos fueron tomados de la estación de Yungay la cual cuenta con registros de los últimos 20 años hacia adelante.

### Análisis estadísticos de datos hidrológicos

#### Intensidad de diseño para duraciones menores a 24 horas

La ID esta correlacionado en función de las precipitaciones que se tiene; además distintos autores establecen que hay cierta existencia

en función entre la demanda de precipitación y el tiempo en que se concentra, siempre tomando en cuenta el periodo de retorno determinado. La expresión usada para determinar la curva IDF es:

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Dónde:

- I: La Intensidad máxima (mm/min)
- K, m, n: Factores característicos de la zona
- T: Periodo de retorno en años
- t: Duración de lluvia.

Siguiendo el procedimiento de los cálculos para el proyecto, se halló las intensidades máximas de diseño, lo cual para cunetas y alcantarilla se tomará los datos con frecuencia de 10 y 25 años según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

#### **Cuadro 45.**

*Resultados de Intensidades máximas de diseño (mm/min), con respecto a la duración y tiempo de retorno.*

Tabla de intensidades – Duración en minutos						
Frecuencia en años	Duración en minutos					
	5	10	15	20	25	30
2	209.63	144.17	115.82	99.16	87.90	79.66
5	245.64	168.94	135.72	116.19	103.00	93.34
10	276.93	190.47	153.01	131.00	116.12	105.24
25	324.51	223.18	179.30	153.50	136.07	123.31
50	365.85	251.62	202.14	173.05	153.41	139.02
100	412.46	283.68	227.89	195.10	172.95	156.74
500	544.89	374.75	301.06	257.74	228.48	207.06

Frecuencia en años	Duración en minutos					
	35	40	45	50	55	60
2	73.30	68.20	64.00	60.46	57.42	54.79
5	85.89	79.91	74.99	70.84	67.29	64.20
10	96.83	90.09	84.54	79.87	75.86	72.38
25	113.46	105.57	99.06	93.59	88.89	84.81
50	127.92	119.02	111.69	105.51	100.22	95.62
100	144.22	134.18	125.92	118.95	112.98	107.80
500	190.52	177.27	166.34	157.14	149.26	142.41

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

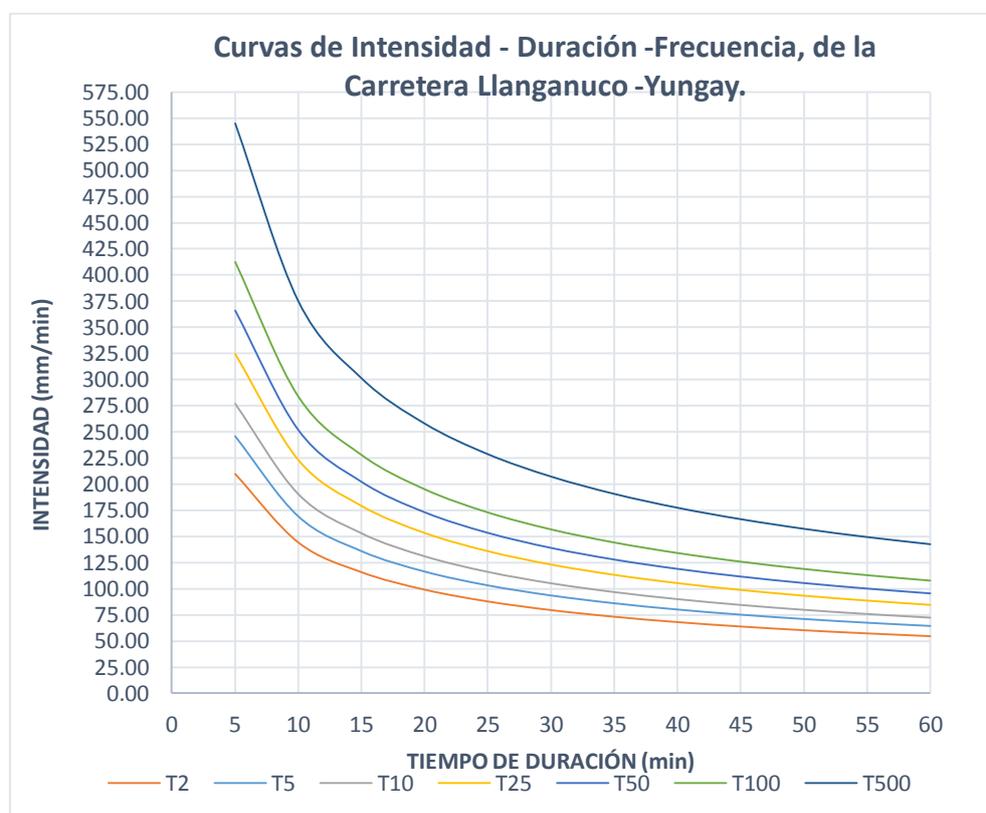
**Descripción:** En el cuadro 45 se muestra las intensidades calculadas en minutos durante una frecuencia de 2 a 500 años, lo cual se tomará los valores frecuentados en 10 y 25 años para los posteriores cálculos de diseño de cuneta y alcantarillas.

### **Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia**

Son curvas que se generan al coincidir puntos de intensidades máximas de diseño entre los rangos de la duración en minutos y de la intensidad, los cuales para el presente proyecto se pudo dar con la gráfica de las curvas IDF por medio de un Excel como se muestra.

### **Gráfico 3.**

*Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia.*



**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020

**Descripción:** Se muestra la representación gráfica de todos los valores obtenidos del periodo de frecuencia y los tiempos en minutos dados.

## Cálculos de caudales

Para la elaboración del cálculo del caudal, se consideró un método más accesible y rápido con la ayuda de la técnica racional.

### Método racional

Esta técnica es usada en la elaboración de obras hidráulicas y estructuras que evacuan las aguas pluviales.

$$Q = \frac{\text{Coeficiente de escurrimiento} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right) \times \text{Intensidad} \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}}\right) \times \text{Area (km}^2\text{)}}{360}$$

Para determinar el valor de coeficiente de escurrimiento, se consideró valores para una condición de topografía accidentada, de terreno permeable, de poca vegetación y de poca capacidad de retención. **Ver Anexo, cuadro 46.**

$$\rightarrow K=30+10+15+15 \rightarrow K=70$$

Por tanto, se obtuvo un k de 70 después de realizar la sumatoria de los valores de coeficiente, ahora por tanto el siguiente procedimiento es ver a que coeficiente de k se aproxima en la tabla para dar con coeficiente (C). **Ver anexo, cuadro 47.**

Por lo tanto, de acuerdo al cuadro 47 y los resultados obtenidos según el cuadro 46 se va obtener como: **C=0.65.**

Así mismo, por otro método cuando sea pertinente, se podrá tomar valores como referencia para la determinación del coeficiente de rodadura tomando referencia del tipo de superficie para luego obtener el coeficiente de escurrimiento. Lo cual mediante el cuadro se consideraría para una superficie de rodadura de C = 0.20 para el proyecto. **Ver anexo, cuadro 48.**

### Precipitación máxima por periodo de retorno en 24 horas.

Para el diseño de cuneta se necesitará la precipitación máxima entre un periodo de 20 años, el periodo en su mayoría está dado entre 10 años hasta 100.

(\*\*) Con respecto al cálculo del factor de frecuencia (Kt), se determinará mediante:

$$Kt = - \frac{\sqrt{6}}{\pi} \{0.5772 + \ln [\ln (\frac{Tr}{Tr-1})]\}$$

**Cuadro 49.**

*Precipitación máxima relacionado con el periodo de retorno de 24 horas.*

Tiempo de retorno	Factor frecuencia	Precipitación promedio (mm)	Desviación estándar	Precipitación máxima (PTR)
	1	2	3	2+1*3=4
10	1.305	193.8	68.1	282.671
20	1.866	193.8	68.1	320.87
50	2.592	193.8	68.1	370.315
100	3.137	193.8	68.1	407.43

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** Mediante este cuadro, se corrobora una vez más el resultado obtenido para un tiempo de reanudación de 20 años de precipitación máxima de 320.87mm/24hrs.

**Intensidad Máxima (I máx.)**

La intensidad máxima viene a ser las precipitaciones pluviales (mm/h), que fueron calculados en función de la técnica del matemático Yance Tueros y el modelo de distribución Gumbel, lo cual se expresa como:

**Modelo de Yance Tueros**

$$Intensidad\ máxima = a * (PTR\ máx.\ 24h)^b$$

Dónde:

Los valores de “a” y “b”, van a ser considerados con valores de: 0.4602 y 0.875.

### Cuadro 50.

Precipitación máxima por periodo de retorno en 24 horas.

Intervalos de Reanudación	Coef.	Coef.	Precip. Máxima (mm)	Intensidad Máxima (mm / hora)
	a	b	PTR máx. 24	
10	0,4602	0,875	282.671	64.242
20	0.4602	0.875	320.87	71.777
50	0.4602	0.875	370.315	81.366
100	0.4602	0.875	407.43	88.459

Fuente: Elaboración del propio investigador, mayo – 2020

**Descripción:** Mediante el Modelo de Yance Tueros, el cuadro muestra un resultado de una intensidad de 71.777, que en comparación con el método de Gumbel no varía mucho.

### Modelo de Distribución Gumbel

$$I = \frac{443.4279 * T^{0.173006}}{0.54001 t}$$

Dónde:

- I: Intensidad máxima (mm / horas).
- T: Periodo de retorno (años).
- t: Duración de lluvias (min)

### Tiempo de concentración

Con respecto al tiempo de concentración, esta técnica de Kirpich tiene como fórmula:

$$T_c = 0.01947 x \frac{\text{Long. canal aguas arriba hasta la salida}}{Pendiente (S)^{0.77}} x Pendinte (S)^{-0.385}$$

**Cuadro 51.**

*Intensidades de máximas de distribución de Gumbel.*

Tabla de intensidades - Duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	209.63	144.17	115.82	99.16	87.9	79.66	73.3	68.2	64	60.46	57.42	54.79
5	245.64	168.94	135.72	116.19	103	93.34	85.89	79.91	74.99	70.84	67.29	64.2
10	276.93	190.47	153.01	131	116.12	105.24	96.83	90.09	84.54	79.87	75.86	72.38
25	324.51	223.18	179.3	153.5	136.07	123.31	113.46	105.57	99.06	93.59	88.89	84.81
50	365.85	251.62	202.14	173.05	153.41	139.02	127.92	119.02	111.69	105.51	100.22	95.62
100	412.46	283.68	227.89	195.1	172.95	156.74	144.22	134.18	125.92	118.95	112.98	107.8
200	465.01	319.82	256.93	219.96	194.99	176.71	162.59	151.28	141.96	134.11	127.38	121.53

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020

**Descripción:** Según los cuadros calculados por el método de Gumbel, la intensidad va a ser de 72.38, lo cual se usó para el diseño de cunetas y 84.81 para las alcantarillas de alivio.

## Hidráulica y drenaje

### Periodo de recurrencia o retorno

La estructura para la deposición de las aguas que son de las lluvias debe proyectarse en función de la relación de la probabilidad o riesgo para el periodo de tiempo que fue diseñada. Por recomendación, para el diseño de cunetas se debe tener en cuenta para un tiempo de reanudación de 10 años, para las alcantarillas un tiempo de reanudación no menor de 20 años y para las alcantarillas de paso un periodo de 50 años. **Ver anexo, cuadro 52.**

### Diseño de cunetas

Para este proyecto, se ha elegido por conveniencia una cuneta de forma triangular, la cual se proyectará en toda la carretera específicamente al costado donde está el talud de corte, longitudinalmente paralela a la calzada de revestimiento de concreto. Los taludes exteriores e interiores de la cuneta estarán en función de la velocidad y volumen de tráfico de la carretera, todas ellas de acuerdo a las dimensiones mínimas de cuneta triangular típica. **Ver Anexo, figura 9.**

Así mismo para determinar las inclinaciones máximas de talud de la cuneta se usó de acuerdo a la velocidad de diseño menores de 70 y un IMDA de 750. **Ver Anexo, cuadro 53.**

### Cálculo hidráulico de cunetas

#### Caudal de aporte

En este caso se utilizó, para poder calcular las áreas pequeñas que aportan caudal a la cuneta, la fórmula más utilizada para cuencas de  $A < 10 \text{ Km}^2$ , se presenta a continuación:

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

Dónde:

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

### **Cálculo de Aporte del talud**

#### **Aporte del Talud de corte:**

- L (longitud de cuneta) = 0.1 Kilómetro
- Ancho Tributario = 0.1 Kilómetro
- Área Tributaria = Longitud x ancho tributario
- C (Coeficiente de escorrentía) = 0.65
- Periodo de Retorno = 10 años
- I (Intensidad máxima mm / h) = 72.38
- $Q_1$  (Caudal  $m^3 / s$ ) = 0.131

#### **Aporte del Talud de corte:**

- Área Tributaria = Longitud de cuneta x (Ancho de carril + Berma)
- Área Tributaria =  $0.10 \times 0.0035$
- C (Coeficiente de escorrentía) = 0.80
- Periodo de Retorno = 10 años
- I (Intensidad máx. mm/h) = 72.38
- $Q_2$  (Caudal  $m^3/s$ ) = 0.006
- $Q$  Total (Caudal  $m^3/s$ ) =  $0.131 + 0.006 = 0.136 m^3/s$

De acuerdo con los cálculos mostrados anteriormente para la elaboración de los caudales, se mostrará a continuación el cuadro de resumen:

**Cuadro 54.**

*Cuadro de resumen para el cálculo del caudal máximo en cuneta triangular.*

N°	PRECIPITACIÓN		LONG (Kilómetro)	TALUD DE CORTE						TALUD DE CORTE						Q TOTAL
	DESDE	HASTA		ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIB	C	PER. RET.	INT. MAX	Q1	ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIB	C	PER. DE RET.	INT. MAX	Q2	Q1 + Q2
			(m3/seg)						(m3/seg)						(m3/seg)	
0	00 + 000.00	00 + 100.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
1	00 + 100.00	00 + 180.00	0.080	0.10	0.0080	0.65	10	72.38	0.105	0.0035	0.000280	0.8	10	72.38	0.005	0.109
2	00 + 180.00	00 + 270.00	0.090	0.10	0.0090	0.65	10	72.38	0.118	0.0035	0.000315	0.8	10	72.38	0.005	0.123
3	00 + 270.00	00 + 360.00	0.090	0.10	0.0090	0.65	10	72.38	0.118	0.0035	0.000315	0.8	10	72.38	0.005	0.123
4	00 + 360.00	00 + 450.00	0.090	0.10	0.0090	0.65	10	72.38	0.118	0.0035	0.000315	0.8	10	72.38	0.005	0.123
5	00 + 450.00	00 + 550.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
6	00 + 550.00	00 + 650.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
7	00 + 650.00	00 + 750.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
8	00 + 750.00	00 + 850.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
9	00 + 850.00	00 + 950.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
10	00 + 950.00	01 + 050.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	72.38	0.131	0.0035	0.000350	0.8	10	72.38	0.006	0.136
		ACUMULADA	01 + 050.00												CAUDAL MÁXIMO=	0.136

Fuente: Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

## Capacidad de las cuentas

Se empleó el principio de flujo de canales abiertos, utilizamos la ecuación de Manning que se muestra a continuación.

$$Q=A \times V = \frac{(\text{área} \times \text{Radio hidráulico}^{2/3} \times S (\text{pendiente})^{1/2})}{n(\text{coeficiente de rugosidad})}$$

De acuerdo con los cálculos mostrados anteriormente para la elaboración de los caudales se toma en cuenta estas dimensiones para la sección de cunetas, y así mismo se tomará las precipitaciones máximas dadas anualmente para así comparar en el cuadro de caudales de diseño y posteriormente obtener su profundidad y tirante de la cuneta. Lo cual se dio con una profundidad de 0.2 m y un tirante de 0.5 m. Dichos valores se muestran en: **Ver anexo, cuadro 55.**

Por otro lado, se tiene el coeficiente de Manning, obteniéndose un coeficiente de 0.014 por ser una superficie de concreto sin pulir, este valor va ser usado posteriormente en el diseño. **Ver anexo, cuadro 56.**

También se tendrá en consideración una velocidad entre el intervalo de 4.50 – 6.00, por estar pronosticado para una superficie de concreto. **Ver anexo, cuadro 57.**

De acuerdo a los datos obtenidos de los cuadros anteriores se utilizó el n: 0.014, coeficiente de Manning y pendiente de 0.025%, lo cual el diseño se muestra en el anexo. **Ver anexo, figura 10.**

### Cálculo De Yc

$$SI \rightarrow Z = 1.5$$

$$n = 0.014$$

$$Q = 0.136 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{Ac^3}{Tc} = \frac{(Q_{max})^2}{g}$$

$$\frac{(Yc^2 * Z)^3}{2Yc * Z} = \frac{(Q_{max})^2}{g}$$

**Remplazando:**

$$Y_c = 0.2785 \text{ m} \rightarrow Y_c = 0.28 \text{ m} \cong 28 \text{ cm} \rightarrow \text{ok si}$$

Para poder llevar a cabo el cálculo del caudal para el diseño geométrico de una cuneta, se consideró las fórmulas de la tabla de relaciones geométricas de las secciones transversales. **Ver anexo, figura 11.**

**Cuadro 58.**

*Relaciones Geométricas - diseño de cuneta.*

Relaciones Geométricas				
Sección	Tirante	Pendiente		Área Hidráulico
Triangular	Y	Z1	Z2	A
	0.28	1.5	0.5	0.08
Perímetro Mojado	Radio Hidráulico	Espejo Agua		Borde Libre
P	R	T		H
0.818	0.1027	0.6		0.20
				0.50

**Fuente:** Elaboración propia del investigador, mayo - 2020.

**Descripción:** De acuerdo a las normas establecidas, los cuadros mostrados con anterioridad, se pudo obtener un tirante de 0.28m, una pendiente de 1.5 y 0.5, un área hidráulica de 0.08 m<sup>2</sup>, un perímetro mojado de 0.818, un radio hidráulico de 0.1027 un espejo de agua de 0.6, un borde libre de 0.2 m y una altura de 0.50.

**Cuadro 59. Cálculo de la sección de cunetas.**

Tipo de terreno		Ecuación de Manning		Máximo Calculado
Rugosidad	Pendiente Terreno	Velocidad (M/S)	Caudal (M3/S)	Caudal (M3/S)
N	S	V	Q	Q
0.014	0.025	4.5	0.198	0.136

**Fuente:** Elaboración propia del investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** Con los parámetros antes descritos de diseño la sección de la cuneta la que permitirá el paso del caudal de 0.198 m<sup>3</sup>/s,

el cual es mayor al caudal crítico de 0.136 m<sup>3</sup>/s, verificando de esta forma que cumple con la demanda hidráulica.

### **Diseño de alcantarilla**

#### **Consideraciones de aliviadero**

En cuanto a las consideraciones de aliviadero correspondiente se utilizó la metodología de Robert Manning, su método se utiliza para tuberías y canales abiertos, para el cálculo de la vel. del flujo y el caudal de la tubería. Se resumirá que el coeficiente de Manning adecuado para cunetas y alcantarillas de tubería metálica (TMC) va a ser de 0.025, cuya pendiente de 0.5% y el tirante de agua deberá de ser  $3/4 * h$ . En el proyecto se diseñaron alcantarillas de alivio las cuales están en las progresivas que se indicarán a continuación:

#### **Cuadro 60.**

*Ubicación de alcantarillas de alivio.*

<b>N°</b>	<b>PROGRESIVA</b>
1	00 + 275
2	00 + 440
3	00 + 580
4	00 + 780
5	00 + 960
6	01 + 140
7	01 + 479.10

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020.

**Descripción:** en el cuadro mostrado, se percibe la ubicación de cada alcantarilla de alivio

#### **Tipo y Sección**

El tipo de sección de las alcantarillas que se utilizan con frecuencia para proyectos de carreteras son de material metálicas corrugados, de concreto, y de polietileno, cuya característica que contenga una alta densidad para soportar sobrecargas o grandes caudales. Para el presente proyecto de investigación se propondrá tuberías (TMC), por su calidad de material y su buen trabajo a la hora de drenar las aguas.

**Cuadro 61.**

*Cuadro de resumen del cálculo del caudal máximo.*

N°	PRECIPITACIÓN		LONG	TALUD DE CORTE						TALUD DE CORTE						Q TOTAL	
	DESDE	HASTA		ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIB	C	PER. DE RET.	INT. MAX	Q1	ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIB	C	PER. DE RET.	INT. MAX	Q2	Q1 + Q2	
			(m3/seg.)						(m3/seg)						(m3/seg)		
0	00 + 000.00	00 + 100.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
1	00 + 100.00	00 + 180.00	0.080	0.10	0.0080	0.65	10	84.81	0.123	0.0035	0.000280	0.2	10	84.81	0.001	0.124	
2	00 + 180.00	00 + 270.00	0.090	0.10	0.0090	0.65	10	84.81	0.138	0.0035	0.000315	0.2	10	84.81	0.001	0.139	
3	00 + 270.00	00 + 360.00	0.090	0.10	0.0090	0.65	10	84.81	0.138	0.0035	0.000315	0.2	10	84.81	0.001	0.139	
4	00 + 360.00	00 + 450.00	0.090	0.10	0.0090	0.65	10	84.81	0.138	0.0035	0.000315	0.2	10	84.81	0.001	0.139	
5	00 + 450.00	00 + 550.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
6	00 + 550.00	00 + 650.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
7	00 + 650.00	00 + 750.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
8	00 + 750.00	00 + 850.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
9	00 + 850.00	00 + 950.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
#	00 + 950.00	01 + 050.00	0.100	0.10	0.0100	0.65	10	84.81	0.153	0.0035	0.000350	0.2	10	84.81	0.002	0.155	
	ACUMULADA		01 + 050.00													CAUDAL MÁXIMO PARA ALCANTARILLA	0.155

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

### Cálculo de alcantarillas de alivio

Se elaboró en base a los diámetros comerciales existentes en el mercado, por lo tanto, para este proyecto se dio con un diámetro comercial de 24" que equivale a 0.6096 m tal como se muestra a continuación. **Ver anexo, figura 12.**

#### Cuadro 62.

*Relaciones geométricas del diseño de alcantarilla de alivio.*

Sección	Tirante	Ángulo Rad.	Área Hidráulico
Circular	Y	$\Theta$	A
	0.366	3.544	0.183
Perímetro Mojado	Radio Hidráulico	Espejo de Agua	Altura
P	R	T	D
1.081	0.169	0.598	0.61

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** De acuerdo a las normas establecidas, los cuadros mostrados con anterioridad, se pudo obtener un tirante de 0.366m, un ángulo radial de 3.544 rad., un área hidráulica de 0.183 m<sup>2</sup>, un perímetro mojado de 1.081 m, un radio hidráulico de 0.169 m, un espejo de agua de 0.598 m, y una altura de 0.61m.

#### Cuadro 63.

*Resultado del diseño de alcantarilla de alivio.*

Tipo De Material		Velocidad (M/S)	Número De Froude	Ecuación Manning	Max. Calculado
Rugosidad	Pendiente			Caudal (m3/S)	Caudal (m3/S)
N	S	V	F	Q	Q
0.014	0.02	0.743	0.304	0.566	0.155

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** En los cuadros mostrados, se puede ver que se obtuvo un caudal de 0.155 m<sup>3</sup>/s, así mismo según la ecuación de Manning un caudal de 0,566 m<sup>3</sup>/s, y por ende, según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018) la ecuación de Manning debe ser mayor

que el caudal de aporte, por lo tanto, se puede señalar que el resultado obtenido es correcto.

### Diseños de pase de agua

Para dichas estructuras se calculó el área de las cuencas que pertenece a la zona en estudio. **Ver anexo, figura 13.**

#### Cuadro 64.

##### *Sección y ubicación de pase de agua*

N°	Sub cuenca	Tiempo de Retorno	Progresiva	Estructura	Diámetro (pulg)
1	Cuenca N°01	50 años	01 + 289.30	Pase de agua	0.5 x 0.5 m
2	Cuenca N°02	50 años	01 + 350	Pase de agua	0.5 x 0.5 m

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** Se muestra todas las secciones con su respectiva ubicación de cada alcantarilla de pase.

#### Cuadro 65.

##### *Relaciones geométricas del Diseño de alcantarillas.*

Sección	Tirante	Ángulo Rad.	Área Hidráulico
Circular	Y	$\Theta$	A
	0.452	1.528	0.066
Perímetro Mojado	Radio Hidráulico	Espejo De Agua	Altura
P	R	T	D
0.754	0.088	0.653	0.944

**Fuente:** Del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** De acuerdo a las normas establecidas, los cuadros mostrados con anterioridad, se pudo obtener un tirante de 0.452 m, un ángulo radial de 1.528 rad., un área hidráulica de 0.066 m<sup>2</sup>, un perímetro mojado de 0.754 m, un radio hidráulico de 0.088 rad, un espejo de agua de 0.598 m, y una altura de 0.944 m.

### Cuadro 66.

*Diseño de sección para las alcantarillas.*

Tipo De Material		Velocidad (M/S)	Número De Froude	Ecuación Manning
Rugosidad	Pendiente			Caudal (M3/S)
N	S	V	F	Q
0.014	0.02	2	0.106	0.132

**Fuente:** Del propio investigador, mayo – 2020.

**Descripción:** Se obtuvo como resultado una tirante de 0.452 m, dispuesto para una rugosidad de 0.014m, una pendiente de 0.02 m, una velocidad de 2 m/s y con un caudal de 0.132 m<sup>3</sup>/s, los cuales se llevará a cabo para todas las alcantarillas de pase, de revestimiento de concreto de 0.50 x 0.50 m de diámetro de pase que estarán planteadas de acuerdo a las coordenadas previamente predispuestas a lo largo de la muestra de un kilómetro y medio de carretera.

### Cuadro 67.

*Parámetros de alcantarillas de paso*

Obras de Arte	Cantidad
Alcantarilla de alivio	7
Alcantarilla de paso	2

**Fuente:** Elaboración propia del investigador, mayo - 2020.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

#### ACTIVIDADES QUE OCASIONARÍAN IMPACTOS.

##### Obras Provisionales.

De acuerdo a la aprobación y predestinación realizada del supervisor se dará inicio de la instalación del almacén y caseta de guardianía. Para este proyecto, de acuerdo al área donde se designe deberá tener en cuenta que el mobiliario debe estar en óptimas condiciones, con una adecuada instalación eléctrica y con la disposición de residuos sólidos.

### **Movilización y desmovilización de equipo**

En esta partida, tal como se ve en campo, va existir de hecho la adulteración del ambiente actual del terreno, ocasionado por el ingreso de equipos como el cargador frontal, motoniveladora, rodillo liso, volquetes, camiones, entre otros.

### **Movimiento de tierras**

En esta partida va estar incluido la extracción, excavación, exclusión de material sobrante, la deposición del material, los traslados o movilización del material en los botaderos; siendo cada uno de ellos un medio de fluctuación de la generación de efectos negativos de impactos ambiental.

### **Eliminación de material excedente**

La proporción de material excedente en obras viales son en gran masa, estos necesariamente van a ser trasladados en depósitos o lugares de acopio ocasionando en cierta manera un ligero impacto ambiental.

### **Mantenimiento de tránsito**

Consistirá básicamente en la colocación de paneles informativos y preventivos en sitios visibles de las áreas adyacentes a la obra y en los frentes de trabajo, cuya finalidad de mantener informado a la población y transeúntes sobre los trabajos y precauciones ambientales a seguir.

## **EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **Durante la Etapa de Construcción**

**En el aire:** El impacto va variar a medida del avance de la obra, siendo evidente o manifestándose el impacto ambiental cuando se realice trabajos ruidosos como en las partidas de movimiento de tierra, movilización, desmovilización, operación de equipos. Así mismo por emisión de gases de combustión y polvo por el movimiento de tierra habrá de cierto grado de significancia un impacto ambiental.

**En el agua:** En la obra se percibe el paso de agua que en mayoría es usado para el riego, los cuales se vería afectado por posibles

desperdicios de hidrocarburos, de lavado de maquinaria, por desperdicios de material de construcción.

**En el suelo:** El impacto ambiental se manifestará en la modificación de la calidad estratigráfica y superficial del suelo ocasionada por los insumos de caliza, yeso, arcilla, entre otros para la construcción; así como también la instalación de la caseta de guardianía, almacén y la presencia de maquinarias, en la eliminación de material sobrante.

**En los relieves y paisajes:** La generación del impacto ambiental en este sector, va a ser coadyuvado por el inicio de las tareas de excavaciones y el perfilado del material excedente, se va presenciar la alteración del relieve y el paisaje, los cuales en un grado mínimo de magnitud se va a calificar su impacto de corto plazo.

**En flora:** La deforestación de la vegetación local y anulación de la fauna que se puede ocasionar es por la construcción de almacén, en la extracción de tierra con su respectiva deposición en los botaderos, siendo calificada en un índice leve y de corta duración.

**En la economía:** Por el desarrollo e inicio de una obra vial, llevará consigo la generación de empleo, el incremento del turismo, del comercio hacia los demás centros poblados adyacentes de Yungay; por lo cual se ve un impacto positivo y de larga duración.

**En el aspecto social:** El riesgo va existir en el proceso de la construcción por la afección de la salud pública y de su seguridad, de una magnitud de poco impacto en considerable significancia.

#### **Durante la etapa de funcionamiento**

**En el aire:** Las posibles alteraciones en la calidad del aire se van a dar por la mínima presencia de polvo, pero se puede prevenir con el constante riego del área.

**En el aspecto socioeconómico:** Se generará el incremento del valor de las viviendas aledañas a la vía.

#### **DESCRIPCIÓN DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES QUE SE VAN A DAR:**

### **Impactos ambientales negativos**

- Se desestabiliza los taludes a causa de los cortes que se le hace al terreno.
- Disminuye los bosques y también vida silvestre.
- Se contamina el aire y el agua en todo el lugar del estudio.
- Se genera los residuos sólidos a causa del trajín de hacer el proyecto.
- Ruidos, ocasionados por el transporte de maquinaria.
- Alteraciones a los suelos aledaños al proyecto.
- Accidentes ocasionados eventualmente.

### **Impactos ambientales positivos.**

- Brindar una mejor calidad de vida de todos los habitantes aledaños a la carretera.
- Cortar el tiempo de viaje.
- Generación del comercio y cambios entre caseríos.
- Se generarán más empleos a los pobladores.
- Se brinda seguridad a los conductores y diferentes usuarios.

Los impactos positivos que se mostraron fueron tomados de acuerdo al artículo “Infraestructura carretera y economía regional. El caso de los productores de ajo de Oaxaca y Puebla”, realizado por el autor Tapia (2016), cual recalca y demuestra la mejora que ha tenido Oaxaca y Puebla gracias a la conectividad que ha generado la carretera que se ha construido existe entre estas dos ciudades, y así mismo por consecuencia se da el incremento del flujo comercial en menos tiempo de espera, exponiendo así que los ingresos de los oaxaqueños incrementa de forma dinámica.

### **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

El plan de manejo ambiental en la ejecución del proyecto: “Propuesta de Diseño Geométrico para un Pavimento Rígido del tramo 0+000 – 2+500 de la carretera Llanganuco – Yungay – Áncash – 2020”, se pretende que se realice de manera responsable sobre los

componentes ambientales que respaldan al área de influencia de trabajo para su sostenimiento ambiental, así mismo con la ayuda de la matriz de Leopold se puede dar con el grado de impacto que puede ocasionar cada partida o tarea del proyecto. **Ver anexo, cuadro 68 y cuadro 69.**

De acuerdo a la matriz de Leopold realizada, se obtuvo como resultados de un indicador de 4 positivo, lo cual indica que el proyecto no refleja un peligro para la sociedad, así mismo partiendo según por factores, el factor tierra y atmosfera (dentro de las características físicas y químicas) al tener un resultado de -12 y -11, estos factores van a tener un gran impacto negativo por ende se debe tomar medidas para su conservación; y en tanto el factor a nivel socio económico y cultural va tener un impacto positivo, en efecto va traer la mejora del comercio, el empleo, mejor calidad de vida y seguridad.

### **Medidas de Mitigación**

#### **♣ Aumento de Niveles de Inmisión de Partículas**

Se consideró regar constantemente las áreas de trabajo como es en la tarea de movimiento de tierras y transporte, previniendo que en las horas de mayor viento pueda levantarse polvo.

#### **♣ Incrementos de Niveles Sonoros.**

Las medidas a tomar en este aspecto, es señalar adecuadamente las áreas de demoliciones, excavaciones, así mismo evitar los trabajos nocturnos sin previo aviso a la población y así mismo hacer uso de los equipos de protección correspondiente.

#### **♣ Alteración de la Calidad del Suelo.**

La medida a proseguir es que al momento de disponer con la gaceta de guardianía y el almacén de la obra no se afecte o perturbe los medios, características y formas de vida de los habitantes del lugar. Así mismo se debe evitar en lo mínimo el derrame de petróleo, de cemento o derivados de esto que puede afectar el suelo.

#### **♣ Riesgo de afección a la salud pública.**

La medida para este caso es que se cumpla con la seguridad del trabajador contando con los EPP's con fines de prevenir enfermedades durante la ejecución de la obra.

### **PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

- Tenemos el color verde que se utiliza para recolectar los residuos orgánicos biodegradables, que no se reciclan.
- El amarillo se utiliza para recolectar residuos que sean orgánicos o en casos inorgánicos que se pueda reciclar.
- El color azul utilizado para residuos que no son peligrosos.
- Color Rojo recolecta residuos peligrosos.

### **PLAN DE ABANDONO**

Esto consiste en realizar diferentes actividades para devolver a la normalidad las zonas que fueron alteradas a causa de la elaboración de la obra, tanto las zonas involucradas directamente, como las zonas aledañas al proyecto, se realizó las siguientes actividades.

- Los residuos industriales que se obtuvieron del desmontaje en obra se tendrán que llevar a los rellenos sanitarios para que puedan ser tratados como corresponde.
- Informar a la población los beneficios que nos trae tanto para la salud como para la contaminación ambiental conservar el medio ambiente.
- Debemos de dejar limpio y arreglar toda el área donde se realizó el proyecto.
- Si es conveniente y necesario debemos de reforestar los suelos que fueron dañados por la obra.
- Se deberá recuperar los suelos que fueron alterados por derrames de materias para no afectar el uso agrícola que se le pueda dar más adelante.
- El material que sobra a causa del movimiento de tierras de debe desechar en áreas establecidas para que no ocasione alteraciones tanto a la fauna como a los cultivos.

## **PROGRAMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

Este plan de control y seguimiento nos ayudará a tener de forma detallada el proceso constructivo de la obra, y el seguimiento de la alteración del medio ambiente para que cuando se culmine el proyecto se pueda regresar a su estado normal.

## V. DISCUSIÓN

El presente estudio estuvo enfocado en una propuesta de DG de una carretera, los cuales se dio a cabo en primera instancia por estar categorizado por ser unas de las obras que trae consigo gran progreso dentro de una sociedad, es por ello que se realizó un adecuado diseño de carretera para su buen funcionamiento y durabilidad de 20 años de vida útil, estuvo ligado a las normas que respaldan desde el antes, durante y después de la obra para su buena ejecución, conjuntamente con los criterios establecidos que brinda el MTC, y así mismo, se manejó el manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018), todos estos siempre tomados de la mano con el buen manejo y sostenibilidad del medio que los rodea con la ayuda del estudio de impacto ambiental. A continuación, se presentó los objetivos dados, antecedentes, marco teórico y los resultados alcanzados, donde se trabajó la discusión respectiva que amerita presentarlos a detalle.

En relación al objetivo general: Efectuar el DG de la carretera, teniendo en cuenta la normativa del manual de carreteras DG 2018; con el propósito que dicha vía tenga un correcto funcionamiento; para ello se consideró como resultado una velocidad de diseño de 30 km/h, un ancho de calzada de 6.00 metros con 2 carriles en ambos sentidos, radios mínimos de 25 m.

Los resultados concuerdan con la investigación de Flores (2018), donde sus resultados muestran un diseño de carretera con una velocidad de diseño de 30km/h, radios mínimos de 25 m y una calzada de 6.00 m de ancho., con dos carriles en ambos sentidos. En ese sentido la presente investigación toma como valores importantes al estudio respecto al autor en mención sobre los diseños geométricos, teniendo en cuenta que ambas investigaciones se realizaron en diferentes años.

En efecto, varios autores teorizan que, el diseño geométrico, según el manual de carreteras - DG (2018), el trazo de una carretera es establecer los lineamientos de diseño, puesto que las carreteras tienen una clasificación según las dimensiones que puede tener el carril. En ese sentido, los aspectos considerados por los autores son relevantes para construir un DG.

En cuanto al primer objetivo específico, el estudio topográfico, presenta un resultado de orografía del terreno tipo accidentada (tipo 3) estos resultados concuerdan con los estudios de Bravo (2016), donde también obtuvo resultados sobre una orografía accidentada. En ese sentido, los resultados presentados por el autor son aproximados a la presente investigación, además estos resultados son correctos en el estudio de una orografía accidentada como según el manual de carreteras – DG (2018) señala, que se caracteriza por sus pendientes longitudinales donde se manifiestan entre el 6% y 8%, por ende, se requiere realizar movimientos de tierra, en consecuencia, se tendrá obstáculos a la hora del trazo de la carretera.

De acuerdo al segundo objetivo específico, estudio de mecánica de suelo, los resultados alcanzados mencionan que el terreno es un suelo gravoso con limos con un CBR de diseño al 100 % de 25 % y el CBR de diseño al 95 % fue de 15.5 %, por ende, el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), califica a este resultado como un terreno de subrasante buena, comprendida en el rango de CBR de 11 % - 19 %. Estos resultados también concuerdan con Barreto (2018), en donde presento un valor promedio de CBR de 17.83 %, por ello su diseño tuvo una subrasante buena. En efecto, varios autores teorizan que hacer el diseño de suelos es muy fundamental. En ese sentido manual de carreteras: Suelos, Geología; Geotécnica y Pavimentos (2014), precisa que debe de cumplir con el estudio de suelo, para poder determinar la clasificación de material del terreno donde se establecerá el proyecto.

Así mismo de acuerdo al tercer objetivo específico, que viene hacer la elaboración del estudio hidrológico y diseño de obras de arte, cuyos resultados que se obtuvieron fue una cuneta de sección triangular asimétrico de talud  $z = 1.5$  a la izquierda y  $z = 0.5$  a la derecha, de acuerdo a la recomendación dada por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018), los cuales señala que es más conveniente realizar una cuneta triangular en pavimentos y en caso que se requiera para una cuneta de

mayor volumen y caudal se realizará el diseño de una cuneta rectangular, pero en su mayoría estas son usadas para redes o canales de irrigación, así mismo con una velocidad de 4.5 m/s y con un caudal de diseño de 0.198 m<sup>3</sup>/s (ecuación de Manning) para un tiempo de retorno de 20 años. Para el caso de las alcantarillas pluvial se obtuvo 7 de ellas, de diámetro de diseño de 24" o 0.610 m, con número de Froude de 0.304 (flujo sub crítico) con caudal de 0.566 m<sup>3</sup>/s), y así mismo se dio con el estudio de alcantarillas de pase de agua, que ayudarán con la captación de las aguas pluviales a lo largo de nuestra muestra de un kilómetro y medio, de 36" o 0.9144 m de diámetro, con diseño de 50 años de retorno, con un caudal de diseño de 0,132 m<sup>3</sup>/s, con una velocidad de 2 m/s, con un coeficiente de rugosidad de y de revestimiento de concreto de 0.50 x 0.50 m.

Con respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación no concuerdan con los estudios de Bravo (2016), donde se obtuvo resultados de un caudal de aporte para sus cunetas de 1.10 m<sup>3</sup>/s, con una sección rectangular de talud  $z = 1$  y con respecto a su alcantarilla resultó con un diámetro de 36". Así mismo en cuanto a la rugosidad dada ya sea en la cuneta, en las alcantarillas pluviales y alcantarillas de pase, se le dio como rugosidad de 0.014 con pendiente de fondo de 0.02 – 0.025% de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2018), quienes nos presentan que para una superficie de concreto sin pulir se tiene un mínimo valor de rugosidad de 0.014. En este sentido los resultados presentados por el autor Bravo (2016), no quiere decir que estén mal por no coincidir, puesto que la ciudad de Yungay tiene un clima templado y cálido considerado una área seca, lo cual es considerado seco por su máxima precipitación acumulada de 331.4 mm/ año, según el Manual de Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito (2008) que clasifica como seco (< 400 mm/año), mientras en la carretera ubicada en Sacachun – La Ciénega presenta más densidad de precipitaciones en tiempo de avenidas y es así que prosiguió con un diseño de cuneta rectangular.

Cabe mencionar, además que el cuarto objetivo que viene a ser la elaboración del impacto ambiental se realizó con la ayuda de la matriz de Leopold el cual refleja en los resultados de una clasificación global del proyecto es de +4, al ser positivo, indica que el proyecto evaluado puede ser perjudicial en corto plazo de poco impacto para el medio ambiente, por lo tanto se puede garantizar la viabilidad ambiental, de manera específica en cuanto a las actividades de que causa mayor impacto negativo para el proyecto que viene a ser el factor de tierra (frente a la pérdida, alteración del suelo la calidad del aire) y atmósfera (aumento de ruidos y la mala calidad del aire por la mitigación de gases del CO<sub>2</sub> a causa de las maquinarias).

De tal manera tomando en consideración de los impactos positivos y negativos de un 40% de impactos positivos (tal como se refleja en el factor nivel socio económico y cultural en el cuadro 67 (ver anexo), es el único factor con mayor índice de factibilidad) y un 60% de impactos negativos (tal como se refleja el grado degradación que ocasiona a largo plazo y si se toma como referencia al factor atmosfera será irreparable su renovación). Todo este estudio se dio con los objetivos que precede del Manual de Gestión socio ambiental para proyectos viales (2015), lo cual afirma se debe de ejecutar el estudio de impacto ambiental, donde se considera relevante e indispensable este estudio para el buen manejo y sostenibilidad del área donde se desea realizar el proyecto.

## VI. CONCLUSIONES

Primero: Se determinó el diseño geométrico desde el tramo del kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 1+500 de la Carretera Llanganuco, provincia de Yungay, Áncash – 2020; se obtuvo una velocidad de diseño de 30 km/h, anchos de calzada de 6 m con dos carriles en ambos sentidos y radios mínimos de 25 m, corroborando en el cuadro 36 (p. 37). En ese sentido la hipótesis de la presente investigación fue aceptada, ya que se comprobó con el manual de carreteras – DG, 2018.

Segundo: Se elaboró el levantamiento topográfico, se obtuvo las coordenadas del terreno para poder lograr una representación real de la superficie, corroborando en el cuadro 2 (p. 19). Estos datos nos ayudaron a poder realizar el trazo de la carretera, perfil longitudinal, sección transversal, pendientes y el alineamiento de la carretera.

Tercero: Se elaboró el estudio de mecánica de suelos, se obtuvo un CBR de 15.5 % al 95 % estableciéndolo como un terreno de subrasante buena para el diseño de una carretera, corroborando en el cuadro 16 (p. 29) respecto al rango de clasificación del CBR. Estos resultados reflejan que no se tendrá inconvenientes en cuando al diseño de la subrasante de la carretera.

Cuarto: Se elaboró el estudio hidrológico realizado para el proyecto, obteniéndose una cuneta triangular asimétrica con taludes de 1.5 y 0.5 tomados de acuerdo al IMDA según el cuadro 54, así mismo con 7 alcantarillas de diámetro de 24", de caudal 0.198 m<sup>3</sup>/s, con un pendiente de fondo de 0.025% de rugosidad de 0.014, denotados en el cuadro 59, los cuales han sido predispuestos y hallados en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018) y así mismo con el manual de Manual Para El Diseño De Carreteras

No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en este sentido así mismo se prosiguió con el hallazgo de las dimensiones de las 2 alcantarillas de pase que ayudarán en el acopio y pase de agua de las precipitaciones.

Quinto: Se elaboró el estudio de impacto ambiental (EIA) para el presente proyecto de investigación de una propuesta de diseño geométrico tomado como muestra de 1.5 km, lo cual ha sido proyectada específicamente en la carretera Llanganuco, en la provincia de Yungay, región Áncash – 2020; determinándose un 40% de impactos positivos y un 60% de impactos negativos dados de acuerdo al análisis respectivo (p.64), y así mismo sobresale los índices de -11 y -12, los cual integran al factor tierra y al factor atmosfera que demuestran un gran impacto irreversible, que se tiene que tomar medidas o medios para llevar a cabo la tarea, pero sin embargo en el factor a nivel socio económico va llevar que la población tenga mayores ingresos, mayor comercio, incremento de arancel de las propiedades y más por ser parte de la reserva natural Huascarán traerá consigo el aumento del servicio turístico, mejorando la calidad de vida de sus alrededores.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Primero: Se recomienda a la Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Local de la Municipalidad Provincial de Yungay, poder realizar el sistema de agua potable y desagüe, antes de realizar el pavimentado de la carretera, para poder evitar la pérdida de tiempo y gastos.

Segundo: Se recomienda a la Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Local de la Municipalidad Provincial de Yungay, realizar un adecuado y constante mantenimiento de la carretera, de esta manera poder conservar el diseño y evitar que se deteriore.

Tercero: Se recomienda al proyectista realizar la señalización respectiva y adecuada de acuerdo a las normas, ya que la carretera es accidentada, y de esta manera poder salvaguardar la vida de los peatones y evitar los accidentes de tránsito durante el recorrido de la carretera.

Cuarto: Se recomienda al proyectista elaborar los costos y presupuestos del proyecto de investigación para poder tener una referencial del presupuesto total, así como también realizar el cronograma de obra para poder determinar el tiempo de ejecución.

Quinto: Se recomienda al proyectista en cuanto al estudio de impacto ambiental dado en el presente proyecto, que es indispensable que se tome en consideración el diagnóstico ambiental obtenido, también la evaluación de impactos ambientales durante la etapa de construcción, el plan de manejo ambiental, plan de manejo de residuos sólidos, el plan de abandono, y el plan de control y seguimiento.

## REFERENCIAS

AMERICAN Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO. 20 de octubre de 2011. Disponible en: <https://www.transportation.org/>.

AMERICAN Society for Testing and Materials. ASTM. 25 de mayo de 2018.

Disponible en: <https://www.astm.org/Standard/standards-and-publications.html>.

ALEMÁN, Federick. Propuesta de diseño geométrico de 5.0 Km de vía de acceso vecinal montañosa, final col. Quezaltepeque canton Victoria - Santa Tecla - La Libertad utilizando software especializado para diseño de carreteras. Tesis (Doctorado en Ingeniería Civil). El Salvador: Universidad de El Salvador, 2015.

Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/>

BARRETO, Jeancarlo. Propuesta de mejoramiento y rehabilitación de la carretera desde el km 1 + 200 – 4 + 500 Taricá - Marcará – 2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26935>

BORJA, Manuel. Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros [en línea]. 1ª. ed. Lima: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Inc., 2016 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2019. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.

ISBN: 945-341-45-6721-8.

BRAVO, Celio. Estudio del Diseño de la carretera Sacachun – La Ciénega. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/96464/D-CD70177.pdf>.

CUEVA, Terencio y CONDE, Nemesio. Propuesta de mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Cusca - Aco, Provincia de Corongo, Ancash, según diseño geométrico DG-2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil).

Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/26676>

DIRECTORATE of Urban Land Transport: Traffic Management Study Sadashivanagar and Bellary Road. [en línea]. Karnataka, India: Government of Karnataka, 2013 [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2019]. Disponible en:  
<http://urbantransport.kar.gov.in/Traffic%20management%20study-Sadashivnagar%20and%20Bellary%20road.pdf>

ESCOBAR, Carlos. Mejoramiento del diseño geométrico de la ampliación de la vía Carlos Izaguirre desde Av. Universitaria hasta la Av. Canta Callao, distrito de San Martín de Porres, provincia de Lima, de acuerdo al manual EG – 2011. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2014. Disponible en:  
[http://ofi5.mef.gob.pe/appFs/Download.aspx?f=13779\\_GRLT003\\_2017726\\_174131.pdf](http://ofi5.mef.gob.pe/appFs/Download.aspx?f=13779_GRLT003_2017726_174131.pdf).

FLORES, Roberth. Diseño de la carretera a nivel afirmado, tramo caserío Chalabamba, progresiva a km 0+000 hasta 10+000. Distrito - Provincia Bolívar. La Libertad, 2018. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Bolívar: Universidad Privada Cesar Vallejo, 2018. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32614>.

GARCÍA, René.; DELGADO, Domingo y DÍAZ, Eduardo. Speed profile models to assess the consistency of the layout on roads in the province of Villa Clara. Cuba. Rev. Ing. constr. [en línea]. 2012, vol.27, n.2. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2020]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732012000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en).  
ISSN 0718-5073.

GARCÍA, Yasmany y ALVERCA, Fabricio. Calibration of Operating Speed Equations in Mountainous Two-lane Rural Roads: An Ecuadorian Study. Rev Politéc (Quito) [en línea]. 2019, vol.43, n.2 [Fecha de consulta: 02 de agosto 2019]. Disponible en:

[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1390-01292019000300037&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-01292019000300037&lng=es&nrm=iso&tlng=en).

ISSN 2477-8990

GARMENDIA, Alfonso. Evaluación de Impacto Ambiental [en línea]. 1ª. ed. Madrid: Person, Prentice Hall. Inc., 2015 [fecha de consulta: 18 de mayo del 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/39847378/Evaluacion\\_de\\_impacto\\_ambiental\\_garmendia?auto=download](https://www.academia.edu/39847378/Evaluacion_de_impacto_ambiental_garmendia?auto=download).

ISBN 27099462

FAJARDO, Luis. Los países con las mejores y las peores carreteras en América Latina. [en línea]. BBC Mundo. 10 de junio de 2015 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019].

Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609\\_economia\\_mejores\\_peores\\_carreteras\\_if](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_if)

HAROLD, Von Quintus, Design & Construction of Heavy-Duty Pavements. [en línea]. 1ª. ed. Estados Unidos: Edición National Asphalt Pavement. Inc., 2019 [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://asphaltpavement.org/PDFs/EngineeringPubs/QIP123\\_Heavy-Duty\\_Pavements\\_2e.pdf](http://asphaltpavement.org/PDFs/EngineeringPubs/QIP123_Heavy-Duty_Pavements_2e.pdf). [impacto-ambiental-garmendia.pdf](#).

ISBN: 84-205-4398-5

HERNÁNDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 5.ª ed. México: Inter Americana Editores, Inc., 2010 [fecha de consulta: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/dep.investigación/Metodologia%20de%10la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf>

ISBN: 978-607-a-0291-9

HUAMPÍRI, Katia. Análisis Superficial de Pavimentos Flexibles para el mantenimiento de las vías de la Región Puno. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres

- Velásquez, 2015. Disponible en:  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/426>
- IBRAHIM, Osama. Geometric Desisign, [en línea]. Siria: Proyect, Inc., 2016. [fecha de consulta: 22 de octubre de 2019]. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/296456254\\_Introduction\\_for\\_Geometric\\_Design\\_of\\_Highways](https://www.researchgate.net/publication/296456254_Introduction_for_Geometric_Design_of_Highways).
- MAGAZINE Hydrology Study, Understanding Changes in Water Flow, [en línea]. Uta: Science, 2016. [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2019]. Disponible en:  
<https://www.colorado.gov/pacific/sites/default/files/atoms/files/Estes%20Park%20Hydrology%20Study%20Handout.pdf>.
- ISSN 1676-8329
- MARTÍNEZ, Cesar. Propuesta alternativa para el Diseño Geométrico de la carretera Chancos – Vicos. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Áncash: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. Disponible en <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3505>.
- MEJÍA, Roscio. Evaluación del índice de daños y la condición superficial de los pavimentos rígidos de las vías de la ciudad de Mancos. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Áncash: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4190>.
- MINISTERIO de Transportes Y Comunicaciones. Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, Aprobada con RD N° 02-2018MTC/14. 12 de enero de 2018. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_4032.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf).
- MINISTERIO de Transportes Y Comunicaciones. Manual de carreteras Diseño Geométrico DG – 2018. 08 de febrero de 2018. Disponible en: [http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf).

MINISTERIO de Transportes, Comunicaciones. Manual de Carreteras. Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos. 09 de abril del 2014. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).

MINISTERIO de Transportes, Comunicaciones Manual de carreteras Hidrología, hidráulica y drenaje, Aprobado con RD. N° 20-2011-MTC/14. 18 de julio del 2018. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf).

MINISTERIO de Transporte Y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales, Aprobado Decreto Supremo N° 034 – 2008 – MTC. 26 de abril de 2016. Disponible en: [http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones. Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción, Aprobado por Decreto Supremo N° 22-2013-MTC/14. 17 de junio de 2013. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)

MINISTERIO de Trasportes Y Comunicaciones. Manual de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Aprobado por la Resolución Ministerial N° 303-2008-MTC/02. 22 de mayo de 2008 Disponible en: <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>.

MINISTERIO de Transporte Y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales, Aprobado por Resolución Direccional R.D. N° 18-2016-MTC/14. 28 de febrero de 2016. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf).

- NARVÁEZ, Víctor. Impacto del Mejoramiento de la carretera el rosal - Simón Bolívar en la calidad de vida de los habitantes del sector el Rosal. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Pastaza: Universidad Técnica de Ambato, 2012. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2159>.
- LEOPOLD, Luna. A Procedure For Evaluating Enviromental Impact [en línea]. Estados Unidos: Geogical Survey, 1971 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>.
- LINSLEY Paredes, Manuel. Hidrología para Ingenieros. [en línea]. 2.a ed. Estados Unidos: Editorial Mc Graw – Hill, Inc., 1978 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37765494/Hidrolog%C3%ADa\\_para\\_Ingenieros-LINSLEY\\_KOHLER\\_y\\_PAULHUS](https://www.academia.edu/37765494/Hidrolog%C3%ADa_para_Ingenieros-LINSLEY_KOHLER_y_PAULHUS).
- PECHE, Edwin. Evaluación de espesores de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima – Canta. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. Disponible en: <http://172.16.0.151/bitstream/UNC/463/2/T%20625.7%20P364%202013.pdf.txt>.
- RAMAN, AR Gajbhiye and SR Khandeshwar. Environmental Impact Assessment. [en línea] Estados Unidos: Edición I.K. International Publishing House. Febrero, 2014. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2019] Disponible en: [https://www.routledge.com/Methods-of-Environmental-and-SocialImpactAssessment/TherivelWood/p/book/9781138647671?utm\\_source=crcpress.com&utm\\_medium=referrall](https://www.routledge.com/Methods-of-Environmental-and-SocialImpactAssessment/TherivelWood/p/book/9781138647671?utm_source=crcpress.com&utm_medium=referrall), ISBN: 9789382332930
- RIKI Therivel and Graham Wood. Methods of Enviromental and Social Impact Assessment. [en línea]. 4ª. ed., Uta: Routledge publishing. Septiembre, 2017. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.routledge.com/MethodsofEnvironmentalandSocialImpact>

Assessment/Therivelwood/p/book/9781138647671?utm\_source=crcpress.com&utm\_medium=referral. ISBN 9781138647671

RODRÍGUEZ, Aurelio. Guide for the design and construction of rigid flooring. [en línea]. 1ª. ed. México: IMCYC publishing, Inc., 2014. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/13366958/Guia\\_para\\_el\\_Dise%C3%B1o\\_y\\_Construccion\\_de\\_Pavimentos\\_Rigidos](https://www.academia.edu/13366958/Guia_para_el_Dise%C3%B1o_y_Construccion_de_Pavimentos_Rigidos)  
ISBN 978-607-9368-77-7.

RUÍZ, Rodríguez, Pedro. Hidráulica II–Hidráulica de Canales [en línea] (s/e). México, 2008. [fecha de consulta: 18 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/CarlosPajuelo/hidraulica-de-canales-pedro-rodriguez>.  
ISBN 906-507-9344-33-1.

TEKNIK, Araham. A Guide on Geometric Design of Roads [en línea]. 1ª. ed. Malasia: Works Department publishing, Inc., 2011 [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/34511665/Roads\\_Branch\\_Public\\_Works\\_Department\\_Malaysia\\_A\\_Guide\\_on\\_Geometric\\_Design\\_of\\_Roads](https://www.academia.edu/34511665/Roads_Branch_Public_Works_Department_Malaysia_A_Guide_on_Geometric_Design_of_Roads).  
ISBN 901-507-0344-03-9.

TRANSPORTE, Revisión del Segundo Plan General de Carreteras del País Vasco [en línea]. Noviembre 2016, [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.euskadi.eus/revision-del-segundo-plan-general-de-carreteras-delpais-vasco/web01-a2garrai/es/>.

SARAH Bradley Hon, Jennifer Neill and Dan Barcza. Environmental Impact Study. [en línea] Canadá: Sage Earth. [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://s3.ca-central-1.amazonaws.com/ehqproductioncanada/documents/attachments/05f476b13c698d1b59065b37a374d786cad1075d/000/018/766/original/EnvironmentallImpactStudy-19887thLine.pdf?1567107743>.

TAPIA, Luis. Highway infrastructure and regional economy. The case of Oaxaca and Puebla's garlic producers (Infraestructura carretera y economía

regional. El caso de los productores de ajo de Oaxaca y Puebla).  
Revista Scielo [en línea]. septiembre-diciembre 2018. [fecha de  
consulta: 25 de octubre de 2012]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.22198/rys.2018.73.a944>, ISSN 1870-3925.

TORRES, José. Propuesta de Manual de Topografía. Tesis (Titulo en Ingeniería  
Civil). Cajamarca: Cajamarca Universidad Nacional de Cajamarca  
Disponible en:  
[http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/590/T%20625.7  
%20C965%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/590/T%20625.7%20C965%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

VEN, Te Chow. Hidráulica de canales abiertos. 2ª. ed. Bogotá: McGraw-Hill,  
2017,667 pp. ISBN 9586002284.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos Para Elaborar Proyectos De Investigación  
Científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta [en línea]. 5.ª ed. Perú:  
Editorial San Marcos, 2015 [Fecha de consulta: 26 de octubre del  
2019]. Disponible en:  
[https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-  
Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-ValderramaMendoza](https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-ValderramaMendoza).  
ISBN: 978-612-302-878-7

YANG H. Huang. Pavement Analysis and Desing. [en línea]. 2.ª ed. Estados  
Unidos: Pearson, Inc, 2018 [Fecha de consulta: 22 de octubre del  
2019]. Disponible en:  
[https://ohojevy.files.wordpress.com/2018/06/pavement-analysis-and-  
design-by-yang-h-huang-pdf.pdf](https://ohojevy.files.wordpress.com/2018/06/pavement-analysis-and-design-by-yang-h-huang-pdf.pdf).  
ISBN 0131424734.

## **ANEXOS**

**Anexo. Matriz de Operacionalización de variable**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medida
Diseño Geométrico para Pavimento Rígido	El diseño geométrico de carretera tratada en este proyecto está enfocado en la norma técnica establecida por el órgano rector que se aplica en la ingeniería civil que consiste en definir sus características basándose en su presentación natural del terreno existente, adecuadamente para la armonía de sus características técnicas viales. (MTC, 2018)	El diseño de la carretera se determinará primeramente las características básicas de acuerdo a las normas vigentes, lo cual se aplicará los cálculos de datos en base a la topografía del terreno y de acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio para obtener las características físicas y mecánicas del suelo; de tal manera el trazo de la carretera es segura y compatible con la zona en estudio.	Levantamiento Topográfico	Trazo de poligonales	Razón (km)
				Perfil longitudinal	Razón (km)
				Sección transversal	Razón (km)
				Pendientes	Razón (m/m)
				Alineamientos	Razón (km)
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	Razón (%)
				Límites de consistencia	Razón (%)
				Proctor Modificado	Razón (gr/cm3)
				CBR	Razón (%)
				Contenido de Humedad	Razón (%)
			Estudio Hidrológico	Peso Especifico	Razón (kg/cm3)
				Precipitaciones Pluviales	Intervalo (mm)
				Cunetas, alcantarillas, badén	Intervalo (m)
			Diseño Geométrico de la Carretera	Caudal	Intervalo (m3/s)
				Velocidad de Diseño	Razón (km/h)
				Derecha a Vía	Razón (m)
			Impacto Ambiental	Diseño de Pavimentos	Razón (unid)
Impacto Positivo	Nominal				
	Impacto Negativo	Nominal			

**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

## Anexo. Cuadros

### Cuadro 9

Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.

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

**Fuente:** Elaboración de Manual de Carreteras: Suelos, Geología y pavimentos, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la guía AASHTO 93, febrero – 2014

### Cuadro 10

Número de repeticiones de ejes equivalentes

Clase de vehículo	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Bus (2 ejes)	2.55
Camión ligero (2 ejes)	2.55
Camión mediano (2 ejes)	2.55
Camión pesado (3 ejes)	3.41
Camión articulado (>3 ejes)	4.35
Auto o vehículo ligero	0.0008

**Fuente:** Manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, marzo - 2008

**Cuadro 11**

*Factor de distribución direccional y carril para determinar el tránsito en el carril de diseño*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

**Fuente:** Elaboración MTC, en base a los datos de la guía AASHTO'93, 2018

## Cuadro 12

Factores de crecimiento acumulado (*Fca*) para el cálculo de número de repeticiones de Ejes Equivalentes

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Tabla D-20 ASSHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993

#### Cuadro 14

Número de repeticiones acumulados de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el carril de diseño para pavimentos flexibles, semi rígidos y rígidos

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>P0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T <sub>P15</sub>	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

## Cuadro 16

### Clasificación mediante CBR

Clasificación	CBR de diseño
S0 : Subrasante muy pobre	< 3%
S1 : Subrasante pobre	3% - 5%
S2 : Subrasante regular	6% - 10%
S3 : Subrasante buena	11% - 19%
S4 : Subrasante muy buena	> 20%

**Fuente:** Manual de Carreteras Pavimentadas de bajo Volumen de Tránsito, marzo – 2008

## Cuadro 17

### Velocidad de diseño

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

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

## Cuadro 18

### Radios mínimos

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Cuadro 19***Fricción transversal máximas en curvas*

Velocidad de diseño Km/h	$f_{\text{máx}}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018**Cuadro 20***Distancia de visibilidad de parada*

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

## Cuadro 21

*Distancia de visibilidad de adelantamiento*

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

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

## Cuadro 22

*Tramos en tangentes*

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

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 23

#### Curvas de transición

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 25

#### Curvas de vuelta

Radio interior R <sub>i</sub> (m)	Radio Exterior Mínimo R <sub>e</sub> (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 26

#### Pendiente máxima

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Cuadro 27***Longitud de curvas verticales convexas*

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

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018**Cuadro 28***Longitud de curvas verticales cóncava*

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

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

## Cuadro 29

### Anchos mínimos de calzada

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

## Cuadro 30

### Ancho de berma

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 31

Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 32

Valores del peralte máximo

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 33

Valores referenciales para taludes en corte

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

### Cuadro 34

Taludes referenciales en zonas de relleno

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Cuadro 35**

Resumen de elementos de curva

N°	S	R	L	T	ANG	C	E	M	PC	PT	PI ESTE	PI NORTE	Sa	p%
PI-1	D	60	12.07	6.06	11°31'40"	12.05	0.3	0.3	0+160.97	0+173.05	198903.292	8988338.479	2.3	8.2
PI-2	D	60	13.07	6.56	12°28'45"	13.04	0.36	0.36	0+396.99	0+410.06	199084.451	8988186.450	2.3	8.2
PI-3	I	60	39.56	20.53	37°46'31"	38.85	3.41	3.23	0+593.53	0+633.08	199212.624	8988019.303	2.3	8.2
PI-4	I	60	2.59	1.29	02°28'21"	2.59	0.01	0.01	0+724.20	0+726.79	199321.856	8987990.593	2.3	8.2
PI-5	D	60	18.35	9.25	17°31'18"	18.28	0.71	0.7	0+908.46	0+926.82	199509.688	8987949.799	2.3	8.2
PI-6	I	60	49.95	26.52	47°41'46"	48.52	5.6	5.12	1+053.07	1+103.02	199650.328	8987869.334	2.3	8.2
PI-7	D	60	53.95	28.95	51°30'54"	52.15	6.62	5.96	1+190.89	1+244.84	199786.717	8987913.442	2.3	8.2
PI-8	D	60	16.78	8.44	16°01'13"	16.72	0.59	0.59	1+334.39	1+351.16	199892.459	8987843.203	2.3	8.2

**Fuente:** Elaboración propia del investigador, mayo - 2020

### Cuadro 37

#### Diferencial de serviciabilidad

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

**Fuente:** Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

### Cuadro 38

*Nivel de confiabilidad y desviación estándar normal*

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

**Fuente:** Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

### Cuadro 39

*Coefficiente de drenaje de las capas granulares*

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
<b>Excelente</b>	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
<b>Bueno</b>	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
<b>Regular</b>	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
<b>Pobre</b>	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
<b>Muy Pobre</b>	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

**Fuente:** Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

#### Cuadro 40

Valores de coeficiente de transmisión de carga J

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

**Fuente:** Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

#### Cuadro 46

Valores para determinar el coeficiente de escorrentía

Condición	Valores			
<b>Relieve del terreno</b>	K1 = 40 (Muy accidentado)) P: > 30%	k1 = 30 (Accidentado) P: 10% - 30%	K1 = 20 (Ondulado) P: 5% - 10%	K1 = 15 (Llano) P: < 5%
<b>Relieve del terreno</b>	K2 = 20 (Muy impermeable roca sana)	K2 = 15 (Muy impermeable arcilla)	K2 = 10 (Permeable)	K2 = 5 (Muy permeable)
<b>Vegetación</b>	K3 = 20 Sin vegetación	K3 = 15 Poca Hasta el 10 % de la superficie	K3 = 10 Bastante Hasta el 50 % de la superficie.	K3 = 5 Mucha Hasta el 90 % de la superficie.
<b>Capacidad de retención</b>	K4 = 20 Ninguna	K4 = 15 Poca	K4 = 10 Bastante	K4 = 5 Mucha

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo de 2008

### Cuadro 47

*Coeficiente de escorrentía*

$K = k_1 + k_2 + k_3 + k_4^*$	C
100	0.8
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo de 2008

### Cuadro 48

*Coeficiente de escorrentía*

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento asfáltico y Concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de Grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo de 2008

### Cuadro 52

*Periodo de retorno para diseño de obras de drenaje*

Tipos De Obra	Periodos De Retorno En Años
Puentes y pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 -20
Drenaje de la plataforma	10
Drenaje de la plataforma	10

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo de 2008

### Cuadro 53

*Inclinaciones máximas del talud (V:H) Interior de la cuneta*

V.D. (Km/h)	I.M.D.A. (VEH / DÍA)		
	< 750		>750
< 70	1:02 1:03	(*)	1:03
>70	1:03		1:04

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo de 2008

### Cuadro 55

*Cálculo de caudales de diseño*

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca ( <400mm/año)	0.2	0.5
Lluviosa ( de 400 a < 1600 mm/año)	0.3	0.75
Muy lluviosa ( de 1600 a < 3000 mm/año)	0.5	1

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo - 2018.

### Cuadro 56

*Valores de rugosidad de Manning*

Superficie	Mínimo	Normal	Máximo
<b>Tubería metálica corrugada</b>	0.021	0.024	0.03
<b>Concreto sin pulir</b>	<b>0.014</b>	0.017	0.02
<b>Mampostería de piedra cementada</b>	0.018	0.025	0.03
<b>Corrientes naturales, menor de 30m</b>			
Tierra limpia	0.025	0.03	0.033
Tierra con piedras	0.03	0.035	0.04

**Fuente:** Libro de Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, 2017

### Cuadro 57

#### Velocidades Admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD (m/s)
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras blandas	1.40 – 2.40
Mampostería de piedra	3.00 – 4.50
Concreto	4.50 – 6.00

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, febrero - 2018.

### Cuadro 68

#### Matriz de Leopold

SIMBOLOGÍA			Desbroce	Movimiento de tierras de la carretera	Transporte de materiales de construcción	Explotación de materiales de construcción	Material para afirmado	Instalación de campamento de obra y patio de maquinarias	Disposición de materiales excedentes	Construcción de alcantarillas y cunetas	Mejora de tránsito de vehículos	Actividades turística para los caseríos	Actividades de mantenimiento de la carretera	Mejora en las relaciones de comerciales	Generación de empleo	Colocación de botaderos	Mejora de calidad de vida de los pobladores	Sub - Total	TOTAL	
3	Impacto Ambiental Positivo - Alto																			
2	Impacto Ambiental Positivo - Medio																			
1	Impacto Ambiental Positivo -Bajo																			
0	Impacto Ambiental Positivo - Neutral																			
-1	Impacto Ambiental Negativo - Bajo																			
-2	Impacto Ambiental Negativo - Medio																			
-3	Impacto Ambiental Negativo - Alto																			
FACTORES AMBIENTALES																				
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	a. Materiales de construcción																		
		b. Geomorfología		-1						-1										-3
		c. Suelos		-1	-1									-1						-4
	AGUA	a. Calidad												-1						-1
		b. Superficies												-1						-1
	ATMÓSFERA	a. Calidad (gases, partículas)			-1	-1	-1	-1				-1								-5
		b. Ruido			-1	-1	-1	-1				-1		-1						-6

Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental, 2015



**Anexo. Figuras**

**Figura 1**

*Distancia de visibilidad de parada*

$$Dp = \frac{V * Tp}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

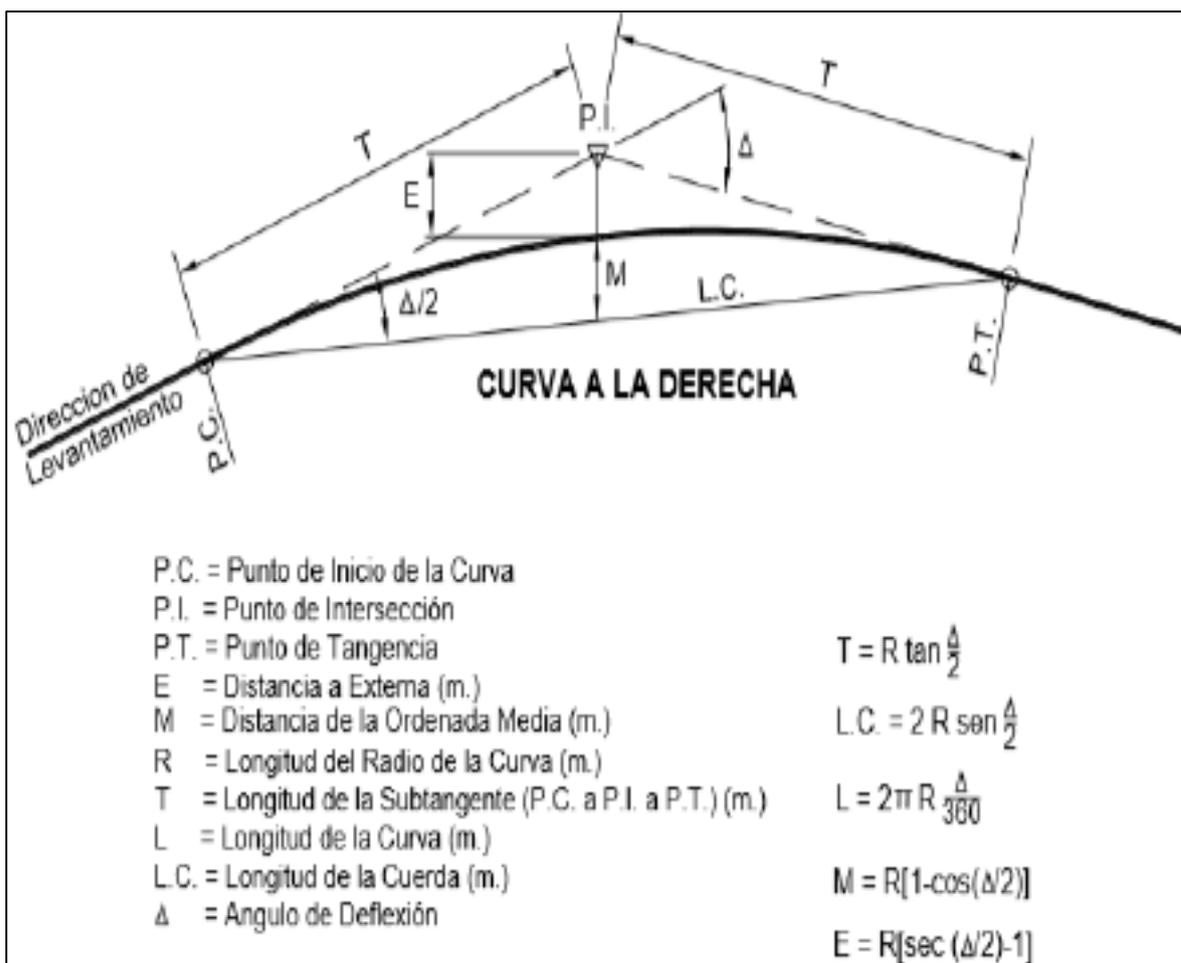
Donde:

- Dp** = Distancia de parada (m)
- V** = Velocidad de diseño
- Tp** = Tiempo de percepción + reacción (s)
- F** = Coef. de fricción
- I** = Pendiente longitudinal
- +i** = Subidas respecto al sentido de circulación
- i** = Bajadas respecto al sentido de circulación

**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Figura 2**

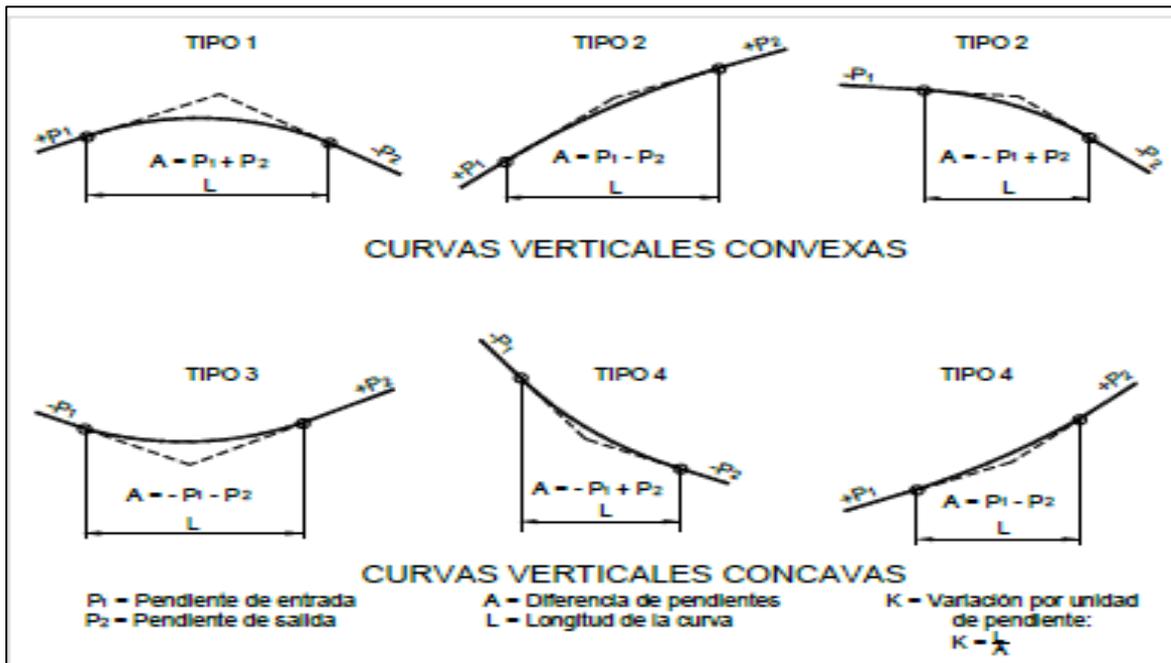
*Simbología de la curva horizontal*



**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Figura 3**

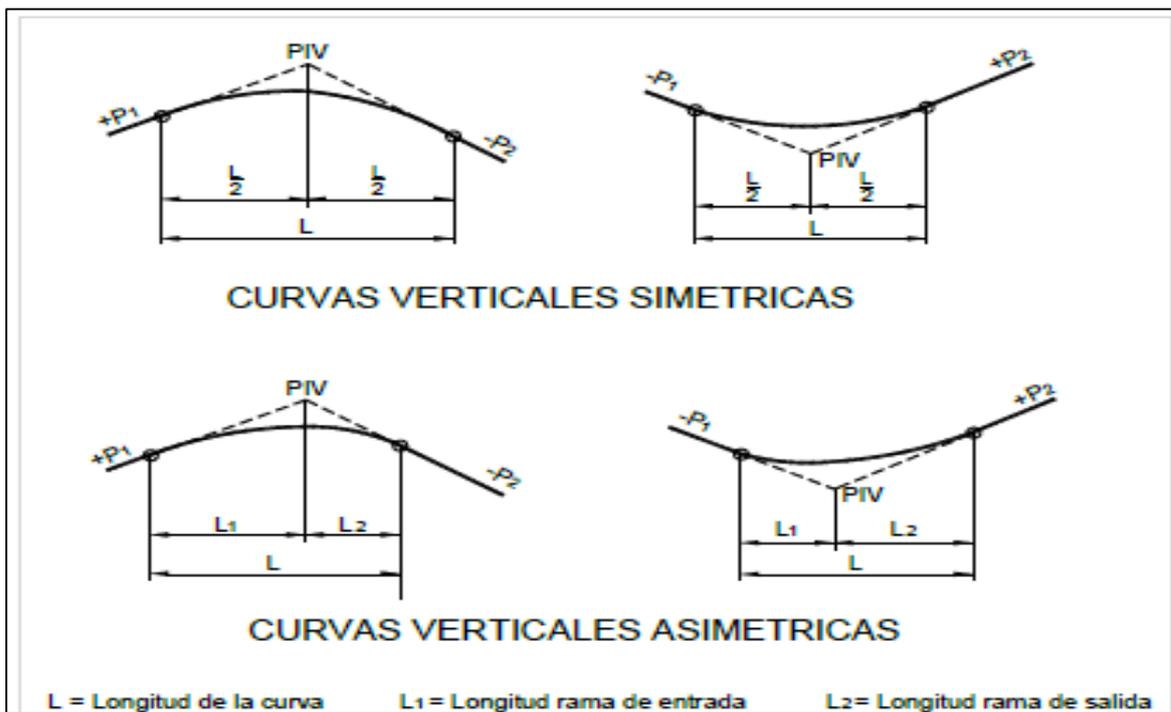
*Curvas verticales convexa y cóncava*



**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Figura 4**

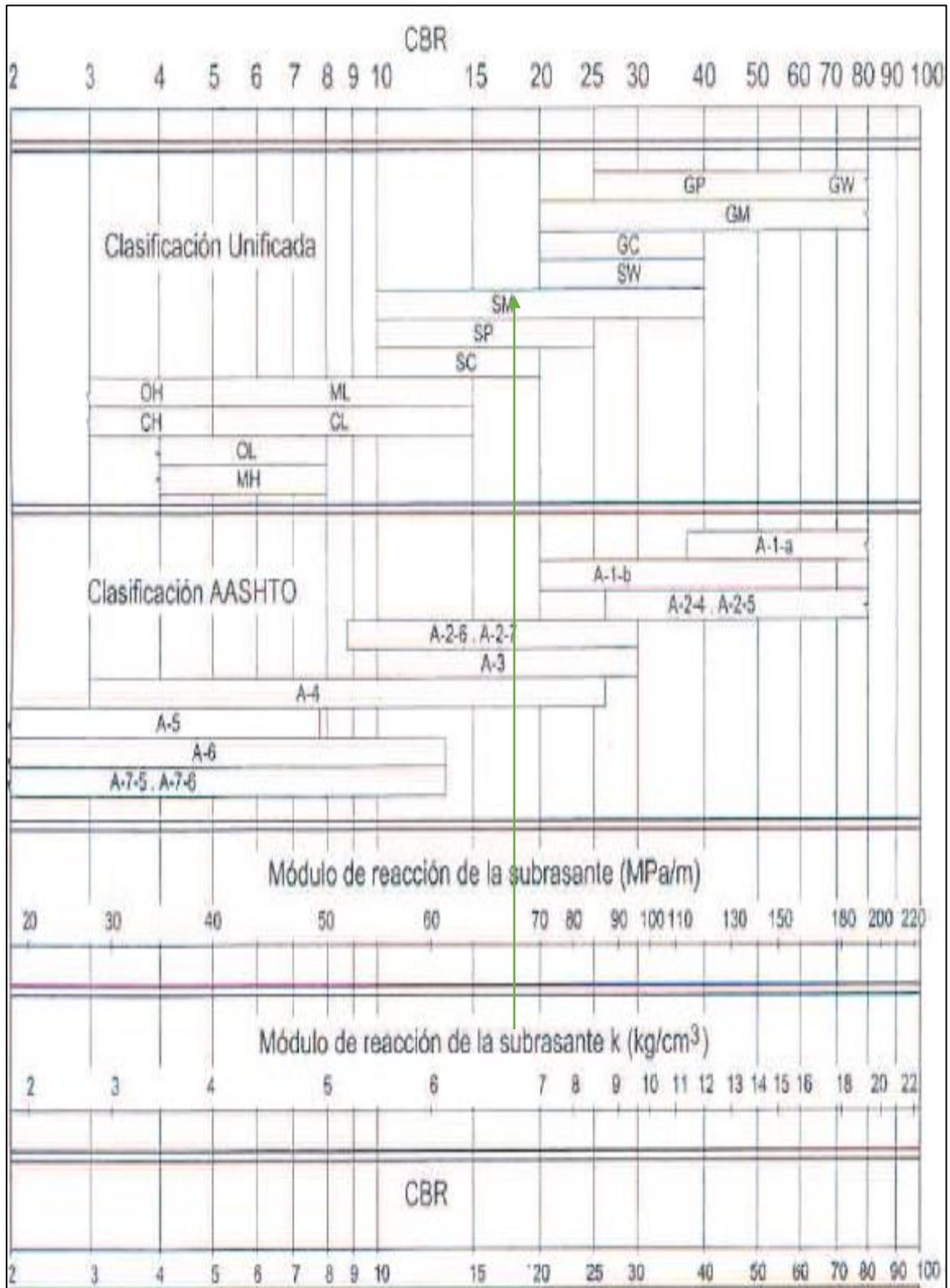
*Curvas verticales simétrica y asimétrica*



**Fuente:** Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

**Figura 5**

*Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante*



**Fuente:** Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

**Figura 6**

Número estructural propuesta con la ecuación AASTHO 93

Fuente: Programa Ecuación AASTHO 93

**Figura 7**

Fórmula de diseño de espesores AASTHO 93

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

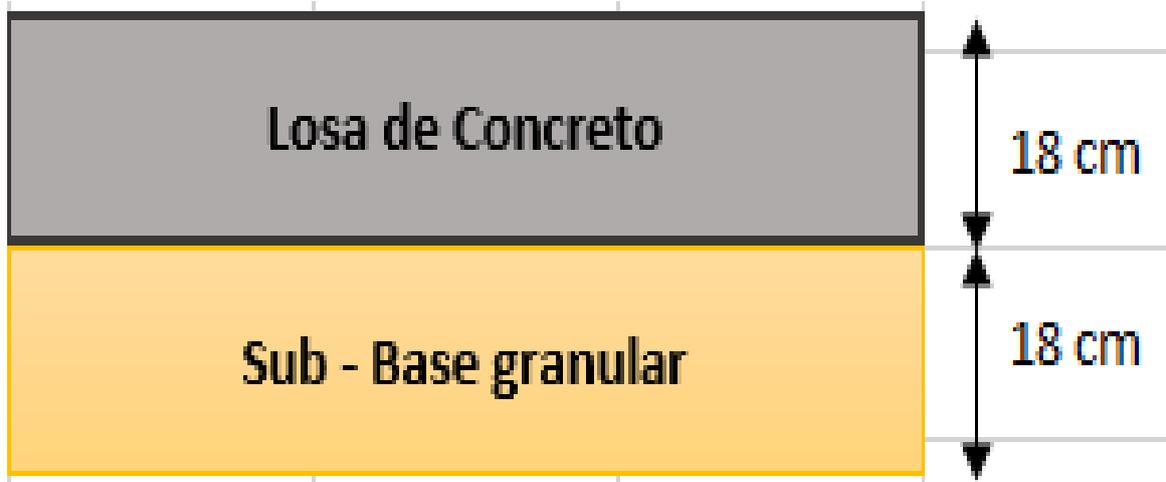
Donde:

- W<sub>8.2</sub> = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño
- Z<sub>R</sub> = desviación normal estándar
- S<sub>O</sub> = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P<sub>t</sub> = índice de serviciabilidad o servicio final
- M<sub>r</sub> = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
- C<sub>d</sub> = coeficiente de drenaje
- J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas
- E<sub>c</sub> = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Fuente: Elaboración del Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, febrero - 2014

**Figura 8**

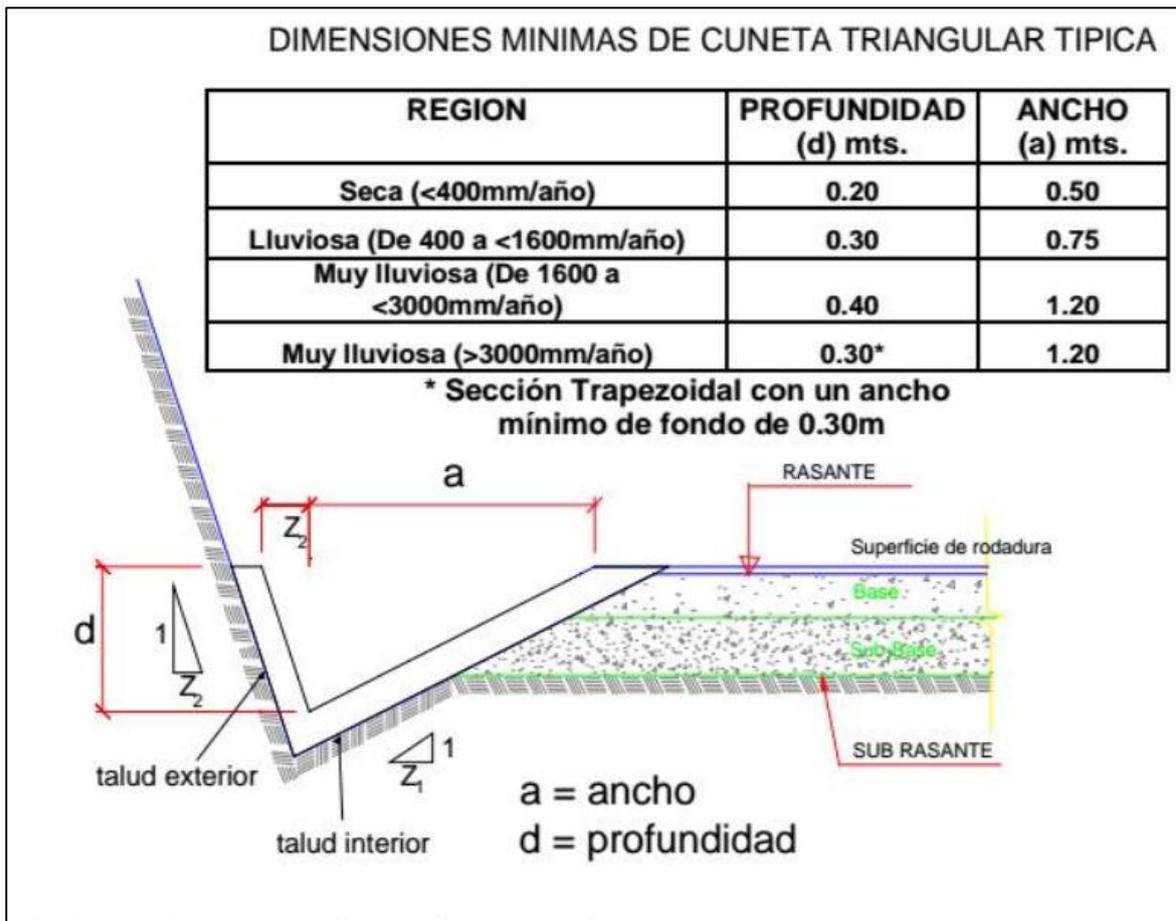
*Espesor Propuesto para el pavimento*



**Fuente:** Elaboración propia del investigador, mayo – 2020

**Figura 9**

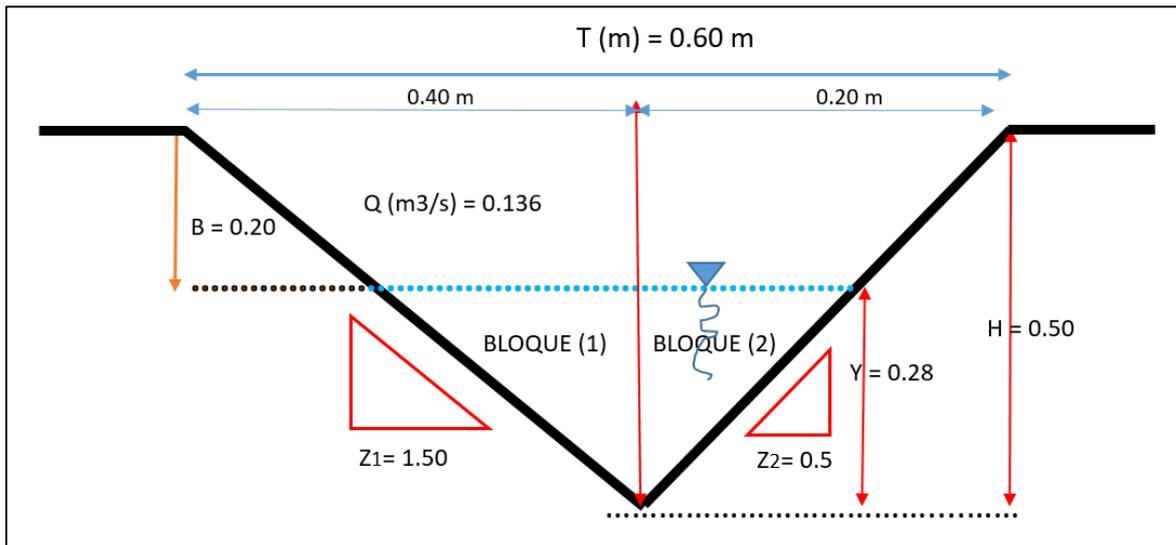
*Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica*



**Fuente:** Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, febrero – 2018

**Figura 10**

*Diseño de cuneta*



**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo - 2020

**Figura 11**

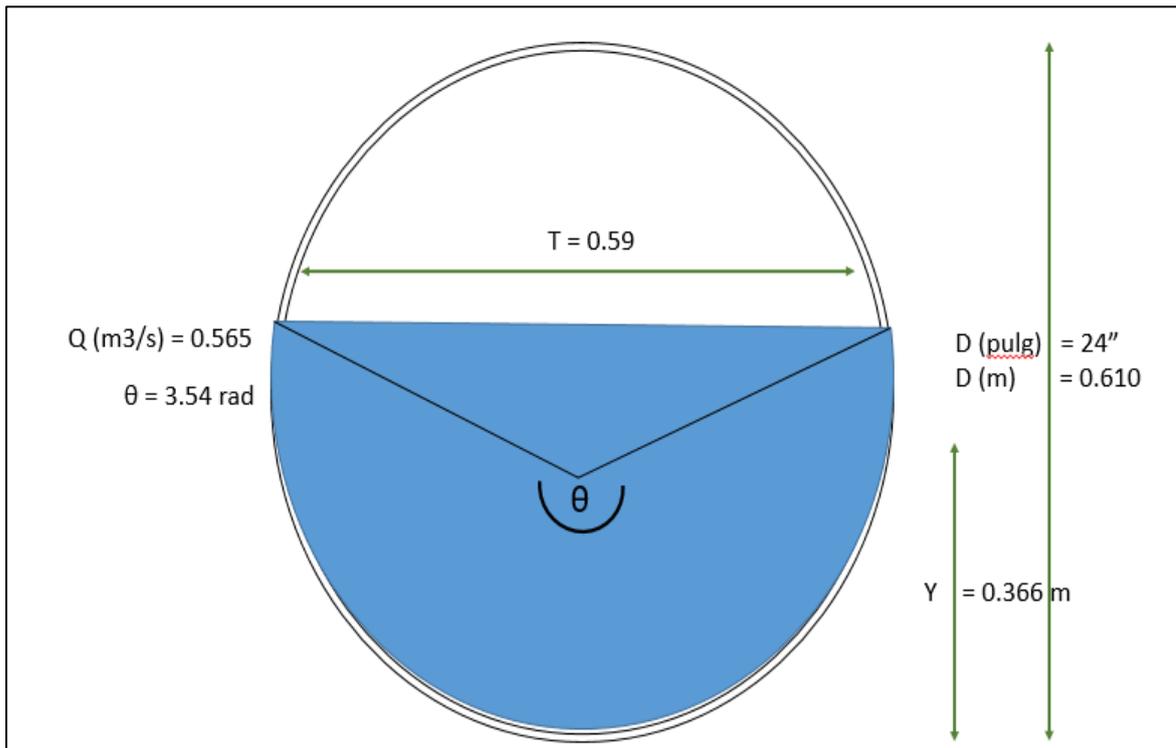
*Relaciones Geométricas de las secciones transversales*

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$

**Fuente:** Manual de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, mayo del 2018

**Figura 12**

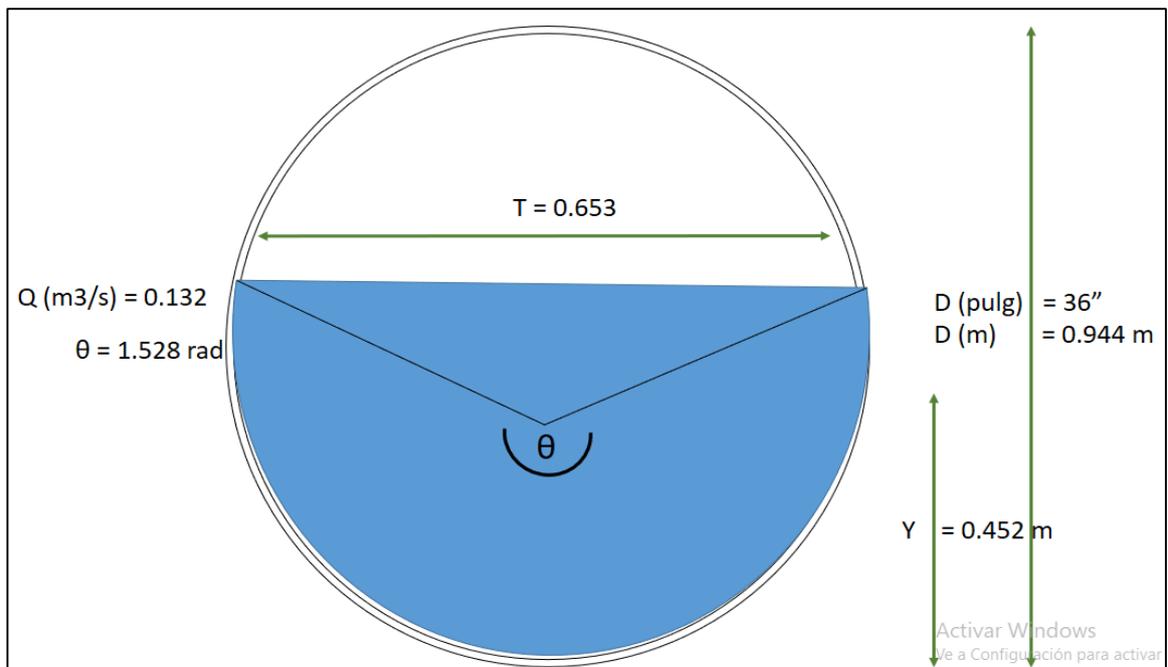
*Diseño de sección de la alcantarilla de alivio*



**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo del 2020

**Figura 13**

*Diseño de alcantarilla de paso*



**Fuente:** Elaboración del propio investigador, mayo del 2020

**Anexo. Panel fotográfico**

**Foto 1**

*Fotografía de la carretera Llanganuco*



**Fuente:** Del propio investigador, mayo – 2020

**Foto 2**

*Calicata 1 – 0 + 100 kms de la carretera Llanganuco*



**Fuente:** Del propio investigador, mayo -2020

**Foto 2**

*Calicata 2 – 1 + 000 kms de la carretera Llanganuco*



**Fuente:** Del propio investigador, mayo – 2020

**Foto 3**

*Calicata 3 – 1 + 500 kms de la carretera Llanganuco*



**Fuente:** Del propio investigador, mayo – 2020

**Foto 4**

*Levantamiento topográfico de la carretera Llanganuco*



**Fuente:** Del propio investigador, mayo – 2020



## Formato 2

Conteo de tráfico – Día con circulación de vehículos (Domingo – Sur a Norte)

Formato N°1																						
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																						
Tramo: CARRETERA LLANGANUCO										Ubicación: YUNGAY - YUNGAY - ANCASH												
Cod Estación: E-01										Sentido: SUR - NORTE												
Estación: PEDAGOGICO "I.A.R.O."										Fecha: FEBRERO DEL 2020												
HORA	AUTO MOVIL	STATIO N	CAMION ETA	COMBI	MICRO BUS	OMNIBUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	%		
																						
00-01																				-	-	
01-02																					-	-
02-03																					-	-
03-04		1		1						1											3	4.35
04-05		2		1						1											4	5.80
05-06		1	1	1																	3	4.35
06-07		1		2	1					1											5	7.25
07-08		1	1	1			1														4	5.80
08-09		3		0																	3	4.35
09-10		1	1	1	1	1															5	7.25
10-11		3		2	1	1				1											8	11.59
11-12		0		2																	2	2.90
12-13		1		0			1														2	2.90
13-14		2		2	1																5	7.25
14-15		1		3	1	1				1											7	10.14
15-16		0		1			1														2	2.90
16-17		1	1	2																	4	5.80
17-18		1		1																	2	2.90
18-19		1		1	1	1				1											5	7.25
19-20		1		2																	3	4.35
20-21		1		1																	2	2.90
21-22																					-	-
22-23																					-	-
23-24																					-	-
TOTAL	0	22	4	24	6	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	100.00	
%	0.00	31.88	5.80	34.78	8.70	10.14	0.00	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: Elaboración del propio investigador, febrero – 2020

### Formato 3

Conteo de tráfico – Día con circulación de vehículos (Domingo – Norte a sur)

Formato N°1																				
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																				
Tramo: CARRETERA LLANGANUCO										Ubicación: YUNGAY - YUNGAY - ANCASH										
Cod Estacion: E-01										Sentido: NORTE - SUR										
Estacion: PEDAGOGICO "I.A.R.O."										Fecha: FEBRERO DEL 2020										
HORA	AUTO MOVIL	STATIO N	CAMION ETA	COMBI	MICRO BUS	OMNIBUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	%
																				
00-01																			-	-
01-02																			-	-
02-03																			-	-
03-04		1		1															2	3.28
04-05		1		1															2	3.28
05-06		1		1															2	3.28
06-07		1	1	2	1	1													6	9.84
07-08		4		1		1		1											7	11.48
08-09		1		1															2	3.28
09-10		1	1	2	1	1		1											7	11.48
10-11		1		1															2	3.28
11-12		1	1	0				1											3	4.92
12-13		1		1		1													3	4.92
13-14		1		1	1	1		1											5	8.20
14-15		2		1		1													4	6.56
15-16		1		1															2	3.28
16-17		1	1	0	1			1											4	6.56
17-18		0		2		1													3	4.92
18-19		1		0	1														2	3.28
19-20		2		1															3	4.92
20-21		1		1															2	3.28
21-22																			-	-
22-23																			-	-
23-24																			-	-
TOTAL	0	22	4	18	5	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	100.00
%	0.00	36.07	6.56	29.51	8.20	11.48	0.00	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración del propio investigador febrero - 2020

## Formato 4

### Perfil estratigráfico Calicata – 1

		<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b> SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		<b>ESTRATIGRAFIA</b>	
SOLICITANTE: Ivan Principe Flores y Caterina Castillo Villanueva		EXCAVACIÓN : C - 01 NIVEL FREATICO : No se encuentra UBICACIÓN : PROG. KM. 0+100	
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"			
UBICACIÓN : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020		F/ EMISION : 12 DE MAYO DEL 2020	
METODO DE EXCAV. : Manual			
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.04	GW		GRAVAS BIEN GRADADAS Y MEZCLA DE ARENA GRAVA CON POCOS FINOS O SIN LIMOS. SE PUDO OBSERVAR QUE PRESENTA UN COLOR ROJIZO CLARO, COMPACTO, CON PRESENCIA DE GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A 1" UN PORCENTAJE MINIMO DE SER SUELO PLASTICO  S / M
0.55	SM		SE ENCUENTRA UN SUELO DE ARENAS LIMOSAS, DE BAJA PLASTICIDAD CON MEZCLA DE DESECHOS Y ROCAS EN ESTADO DE DESCOMPOSICION DE COLOR MARRÓN OSCURO. LA TIERRA ES SEMI COMPACTADA. GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MENOR A 1" PLASTICO. NO HAY PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO  S / M
1.50	GM		SE ENCUENTRA UN SUELO GRAVOSO CON LIMOS, DE COLOR MARRÓN CLARO, COMPACTA, GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MENOR A 10", PLASTICO. NO HAY PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO.
IDENTIFICACION DE MUESTRAS Mo: Material orgánico SM: Sin muestra M-1: Muestra alterada N° 1		OBSERVACIONES:  NO SE TIVO PROBLEMAS EN LA EXCAVACION   Alberto Villanueva Medina INGENIERO CIVIL CIP. 06317	
* Ub. Villaon Igual de Chiclayo S/N. Distrito de Independencia Provincia de Ica Telefono : FLD 042-512157 - RFM 049004038 E-mail: vllaboratorio@peru.com RUC: 20600954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95128			

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 5

### Ensayo de Análisis Granulométrico

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>
	SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION
	ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 – 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY – ANCASH – 2020"

UBICACIÓN : CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY – ANCASH

FECHA DE EMISION : 22 MAYO DEL 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

CALICATA	C - 01
UBICACION	PRCG. KM 00+100
PROFUNDIDAD (m)	1.50

TAMIZ	% QUE PASA
3"	90.1
2"	82.4
1 1/2"	74.9
1"	67.2
3/4"	60.7
1/2"	52.9
3/8"	48.9
1/4"	43.1
N°4	38.7
N°10	35.0
N°20	31.5
N°40	28.2
N°60	25.8
N°140	23.1
N°200	20.8

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

SUCS	SÍMBOLO	GM
		NOMBRE DE GRUPO

**OBSERVACIÓN** : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

  
ALBERTO VILLANUEVA MEDINA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 96317

  
VÍCTOR ENRIQUE FLORES  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO  
REG. 62639



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
Telefono : FIJO 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 6

### Ensayo de Curva Granulométrica



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

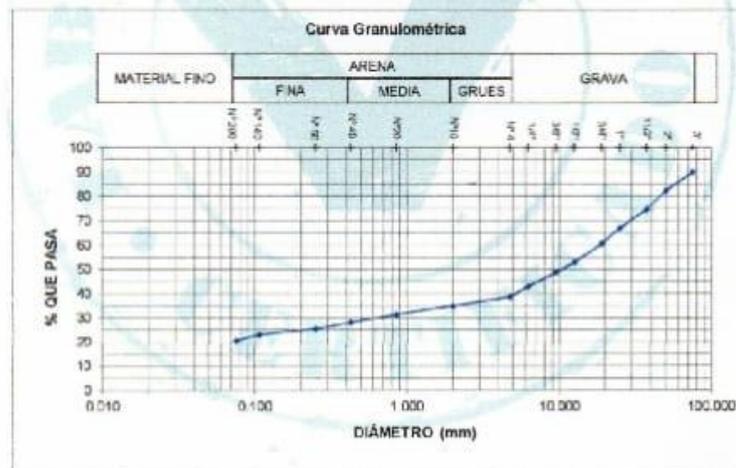
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA  
 PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 – 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY – ANCASH – 2020"  
 UBICACION : CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY- ANCASH  
 FECHA DE EMISIÓN : 22 MAYO DEL 2019

CALIGATA	C-01
UBICACIÓN	PROG. KM 00+100
PROFUNDIDAD (m)	1.50



OBSERVACIÓN : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

COLGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*Alberto Villanueva Medina*  
 Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 90217

*Victor Hugo Villanueva Napirio*  
 Victor Hugo Villanueva Napirio  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
 CLASIFICACION Y PROBABILIDAD  
 REG. 01029



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicony S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
 Telefono : FJLD 043 512157 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 RUC : 20500854173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 7

### Ensayo para la determinación del contenido de humedad natural

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>				
	SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION				
	ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO				
<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>					
SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA				
PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 – 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY – ANCASH - 2020				
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY- ÁNCASH				
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE MAYO DEL 2020				
<b>ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> NTP 339.127 / ASTM D2216					
CALICATA	C - 01	UBICACIÓN	PROG. KM 00+100	PROF. (m)	1.50
CANTERA		MUESTRA		M-01	
1	N° DEL RECIPIENTE		A	B	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		20.0	20.0	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		88.0	86.0	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		84.5	82.9	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		3.5	3.1	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		64.5	62.9	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		5.4	4.9	5.2
<b>OBSERVACIONES :</b> Muestra proporcionada e identificada por el solicitante					
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ Alberto Villanueva Medina INGENIERO CIVIL CIP. 96217					
 Víctor Hugo Villanueva Nájara ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS REG. 62620					
					
* Urb. Villa San Miguel de Chocney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz Telefono : FLD 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vhvlaboratorio@gmail.com RUC: 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136					

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 8

## Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)



**VH**  
Laboratorio

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

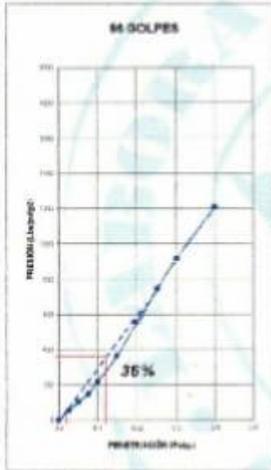
**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASANO VILLANUEVA      **UBICACION** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH

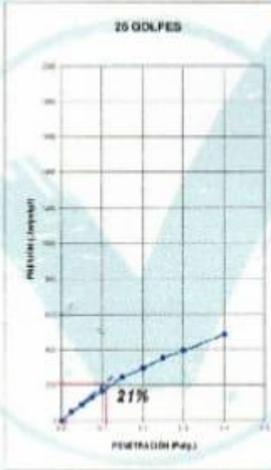
**PROYECTO** : PROPIETA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH - 2020\*      **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALIGATA** : C-01      **MUESTRA** : M-01  
**UBICACION** :      **FECHA** : 22 DE MAYO DEL 2020  
**PROGRESIVA** : PROG. KM 00-100      **ENSAYADO POR** : W.H.V.N.

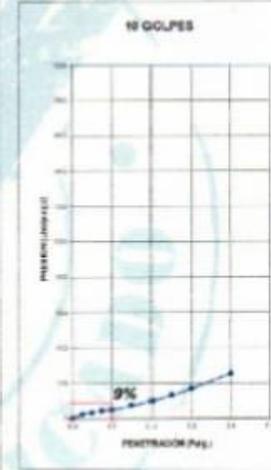
**66 GOLPES**



**25 GOLPES**

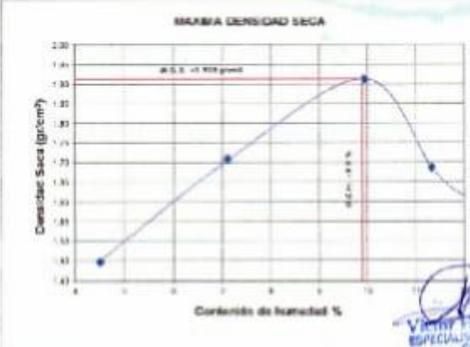


**19 GOLPES**



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 95% DE MÁXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MÁXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	24%	36%

**MÁXIMA DENSIDAD SECA**



**% C.B.R.**



\* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huancayo

Telefono : FJ0 043 612157 - RPM 949064338      E-mail: vhl@laboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173      REG. INDECOPI CERT. 95136



Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 9

## Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
 ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASANO VILLANUEVA **UBICACION** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY-ÁNCASH

**PROYECTO** : " PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH - 2020" **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALICATA** : C-01 **MUESTRA** : M-01  
**UBICACION** : **FECHA** : 22 DE MAYO DEL 2020  
**PROGRESIVA** : PROG. KM 00-100 **ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

	1		X		3	
	5	5	5	5	5	5
N° DE CAPAS	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2097		2097		2097	
PESO DE MOLDE	4316		4163		4303	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8599		8140		8115	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4243		3977		3812	
DENSIDAD HUMEDA	2.02		1.90		1.82	
RECIPIENTE N°	18		7		2	
PESO DE RECIPIENTE	48.6		48.5		48.8	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUM.	240.1		188.6		191.2	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	229.6		180.9		183.3	
PESO DE AGUA	10.5		7.7		7.9	
PESO DE SUELO SECO	181.0		132.4		131.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.8		5.8		5.9	
DENSIDAD SECA	1.91		1.79		1.72	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	PATRÓN (lb/pulg²)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA
0.025		11	164	55	10	154	51	2	74	25
0.050		26	312	104	22	273	91	5	104	35
0.075		40	451	150	35	402	134	8	134	45
0.100	1000	61	659	220	45	511	170	10	154	51
0.150		105	1095	365	69	739	246	17	223	74
0.200	1500	162	1660	553	84	887	296	25	302	101
0.250		220	2235	745	102	1066	355	35	402	134
0.300		272	2761	917	114	1186	395	46	511	170
0.400		361	3633	1211	142	1462	487	70	788	262
0.500										

Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 85217

Ivan Flores Villanueva Narro  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS,  
 CONCRETO Y ASFALTO  
 REG. 63209



\* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
 Telefono : FJ 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 RUC : 20800954173 REG. INDECOPI CERTF. 85136

# Formato 10

## Ensayo de Compactación (Proctor Modificado)



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

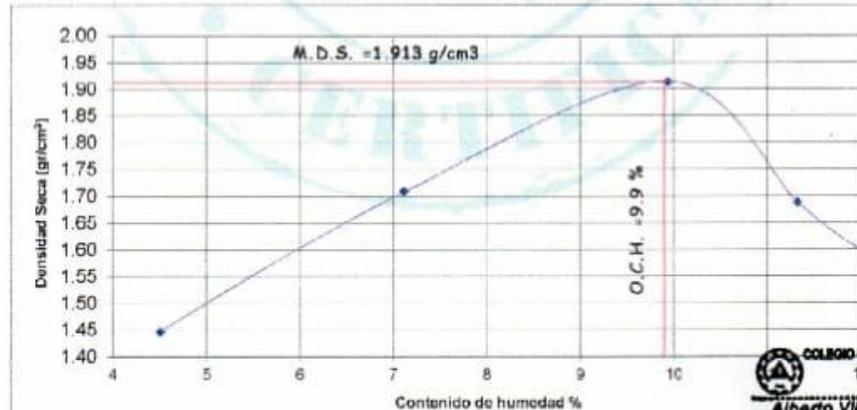
### ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1558

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA  
**UBICACIÓN** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH

**PROYECTO** : PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH - 2020  
**PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALICATA** : C-01  
**UBICACION PROGRESIVA** : PROG. KM 00+100  
**MUESTRA** : M-01  
**FECHA** : 22 DE MAYO DEL 2020  
**ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

MOLDE Nº	1	2	3	4
Volumen de Molde (cc)	2097	2097	2097	2097
Tipos de Molde	6"	6"	6"	6"
Temperatura Secado (°C)	110	110	110	110
CAPAS Nº	5	5	5	5
Golpes (Nº)	56	56	56	56
Peso de Molde (gr.)	6574	6574	6574	6574
MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	9744	10413	10984	10515
PESO DEL MOLDE	6574	6574	6574	6574
PESO DEL SUELO HUMEDO	3170	3839	4410	3941
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	1.51	1.83	2.10	1.86
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nº	15	6	18	2
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	184.0	167.6	155.8	181.6
PESO SUELO SECO-CAPSULA	178.2	159.7	146.1	168.1
PESO DE LA CAPSULA	49.5	48.6	48.5	48.9
PESO DEL AGUA	5.8	7.9	9.7	13.5
PESO DEL SUELO SECO	128.7	111.1	97.6	119.2
HUMEDAD %	4.5	7.1	9.9	11.3
DENSIDAD DE SUELO SECO	1.45	1.71	1.93	1.69



DENSIDAD MÁXIMA = 1.913  
 DENSIDAD MÁXIMA CORREGIDA =

HUMEDAD ÓPTIMA = 9.9  
 HUMEDAD ÓPTIMA CORREGIDA =

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 12  
 Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 90317

Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 62239



\* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
 Telefono : FLD 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERT. 95136

# Formato 11

## Ensayo de Límites de Consistencia



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

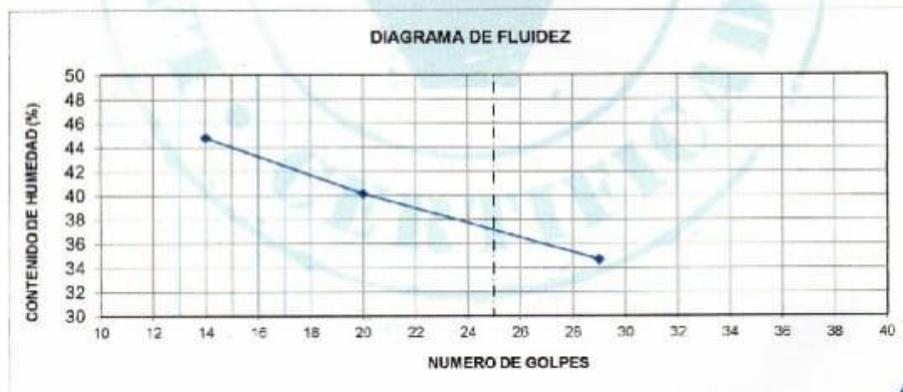
### LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA
PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH - 2020
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE MAYO DEL 2020

### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	01	MUESTRA :	M-01	PROF. (m) :	1.50
UBICACION:	PROG. KM 00+100				

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
PRUEBA N°		20	21	22	P10	P11
RECIPIENTE N°		14	20	29		
NÚMERO DE GOLPES						
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	16	16.1	16	16	16
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	58	65.3	82	54.1	68
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	45	51.2	55.0	46.1	57.1
4 PESO DEL AGUA	(g)	13.0	14.1	17.0	8	10.9
5 PESO DEL SUELO SECO	(g)	29.0	35.1	49.0	30.1	41.1
6 CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45	40	35	27	27



LÍMITE LÍQUIDO :	37%
LÍMITE PLÁSTICO :	27%
ÍNDICE PLÁSTICO :	10%

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante

*Alberto Villanueva Medina*  
 Colección de Ingenieros del Perú  
 Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 95217

*Ivan Principe Flores*  
 Ingeniero en Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 Colección de Ingenieros del Perú  
 R.C.G. 2014-029

SUELO CONCRETO  
 VH  
 LABORATORIO

\* Urb. VillaSan Miguel de Chocoy S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
 Telefono : F.U.O 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vvhlaboratorio@gmail.com  
 RUC : 20800654173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo – 2020

**Formato 12**

**Perfil estratigráfico Calicata – 2**

		<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b> SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO	
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> AREA DE MECANICA DE SUELOS		<b>ESTRATIGRAFIA</b>	
SOLICITANTE : Iván Príncipe Flores y Celería Casiano Villanueva		EXCAVACION : C - 02 NIVEL FREATICO : No se encuentra UBICACIÓN : PROG. KM. 1+000	
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"			
UBICACIÓN : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020		F/ EMISION : 12 DE MAYO DEL 2020	
METODO DE EXCAV. : Manual			
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%) DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.04	GW		GRAVAS BIEN GRADADAS Y MEZCLA DE ARENA, GRAVA CON POCOS FINOS O SIN LIMOS. SE PUDO OBSERVAR QUE PRESENTA UN COLOR ROJIZO CLARO, COMPACTO. CON PRESENCIA DE GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A 1" UN PORCENTAJE MÍNIMO DE SER SUELO PLÁSTICO. S / M
0.70	SM		SE ENCUENTRA UN SUELO DE ARENAS LIMOSOS. DE BAJA PLASTICIDAD CON MEZCLA DE DESECHOS Y ROCAS EN ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN. DE COLOR MARRÓN OSCURO. LA TIERRA ES SEMI COMPACTADA. CON GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MENOR A 8". NO HAY PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO. SE ENCONTRÓ UNA ROCA DE 10" DE DIÁMETRO A 0.39 M DE PROFUNDIDAD. S/M
1.50	GM		SE ENCUENTRA UN SUELO GRAVOSO CON LIMOS. DE COLOR MARRÓN CLARO, COMPACTA. GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MENOR A 10". PLÁSTICO. NO HAY PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO. SE ENCONTRÓ UNA ROCA DE 15" DE DIÁMETRO A 1.28 DE PROFUNDIDAD.
IDENTIFICACION DE MUESTRAS Mo: Material orgánico S/M: Sin muestra M-1: Muestra alterada N°1		OBSERVACIONES: NO SE TUVO PROBLEMAS EN LA EXCAVACION M-01  Alberto Villanueva Medina INGENIERO CIVIL C.P. 14217	
* Urb. Villación Miguel de Casmay S/N Distrito de Independencia Provincia de Huancayo Telefono : Fijo 043 612157 - RPM 049004336 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com RUC : 29600954173 REG INDECORI CERTIF. 95136			

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 13

### Ensayo de Análisis Granulométrico

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>	
	SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION	
	<b>ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO</b>	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES LABORATORIO DE SUELOS	
SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA	
PROYECTO	: "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 – 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY – ANCASH – 2020"	
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY- ÁNCASH	
FECHA DE EMISIÓN	: 22 MAYO DEL 2019	
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422</b>		
CAICATA	C - 02	
UBICACIÓN	PROG. KM. 1+000	
PROFUNDIDAD (m)	1.50	
TAMIZ	% QUE PASA	
3"	91.2	
2"	83.4	
1 1/2"	76.5	
1"	68.2	
3/4"	63.6	
1/2"	57.8	
3/8"	53.4	
1/4"	50.4	
N°4	45.9	
N°10	41.5	
N°20	37.1	
N°40	33.6	
N°60	31.3	
N°140	29.1	
N°200	27.0	
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
SUCS	SÍMBOLO	<b>GM</b>
	NOMBRE DE GRUPO	GRAVA LIMOSA CON ARENA
OBSERVACIÓN	: LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ <b>Alberto Villanueva Medina</b> INGENIERO CIVIL C.I.P. 98217		
 SUELO CONCRETO LABORATORIO		
* Urb. Villa San Miguel de Chinoe S/N Distrito de Independencia Provincia de Huánuco		
Teléfono : FIJO 043 612157 - RPM 849004338		E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
RUC : 20500954173		REG. INDECOPI CERTF. 95135

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 14

### Ensayo de Curva Granulométrica



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA

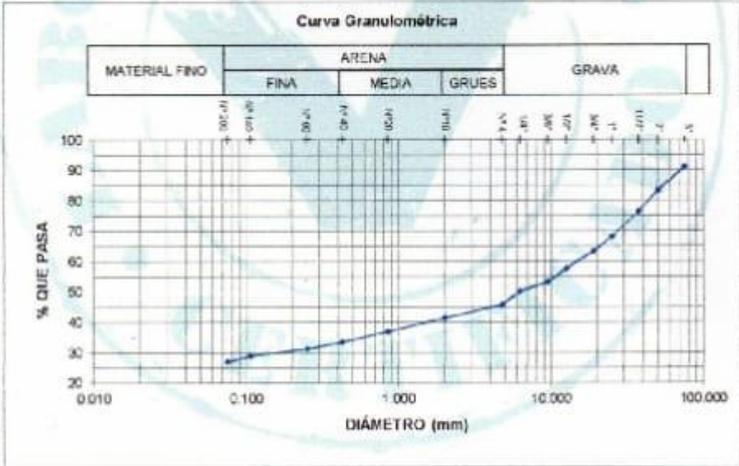
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO PARA UN PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"

UBICACIÓN : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY- ANCASH

FECHA DE EMISION : 22 MAYO DEL 2019

CALICATA	C - 02
UBICACIÓN	PROG. KM. 1+000
PROFUNDIDAD (m)	1.50

**Curva Granulométrica**



MATERIAL FINO	ARENA			GRAVA
	FINA	MEDIA	GRUES	
75 μm	28			
150 μm	32			
300 μm	38			
600 μm	42			
1.18 mm	48			
2.5 mm	52			
4.75 mm	58			
7.5 mm	65			
15 mm	75			
30 mm	85			
60 mm	92			
75 mm	100			

OBSERVACIÓN : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ALBERTO VILLANUEVA MEDINA  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO  
REG. 6229



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 98217



SUELO CONCRETO  
LABORATORIO

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 612157 - RPM 949004338      E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20800954173      REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo – 2020

## Formato 15

### Ensayo para la determinación del contenido de humedad natural

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>				
	SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION				
<b>ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO</b>					
<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>					
SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA				
PROYECTO	: "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"				
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH				
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE MAYO DEL 2020				
<b>ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> NTP 339.127 / ASTM D2216					
CALICATA	C - 02	UBICACIÓN	PROG. KM. 1+000	PROF. (m)	1.50
CANTERA	-	MUESTRA	M-01		
1	N° DEL RECIPIENTE		C	D	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		20.2	20.0	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		75.0	82.0	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		72.3	79.2	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		2.7	2.8	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		52.1	59.2	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		5.2	4.7	5.0
<b>OBSERVACIONES :</b> Muestra proporcionada e identificada por el solicitante					
			 ALBERTO VILLANUEVA MEDINA INGENIERO CIVIL CIP. 98217		
			 VICTOR HUGO VILLANUEVA NAVARRO INGENIERO EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO REG. 58829		
* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huzraz Telefono : FLO 043 512157 - RPM 949004330 RUC : 20600954173			E-mail: vhlaboratorio@gmail.com REG. INDECOPI CERTF. 95136		
					

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 16

## Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y  
CELENIA CASIANO VILLANUEVA

**UBICACION** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY -  
ANCASH

**PROYECTO** : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN  
PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500  
DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY -  
ANCASH - 2020"

**PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALICATA** : C-02

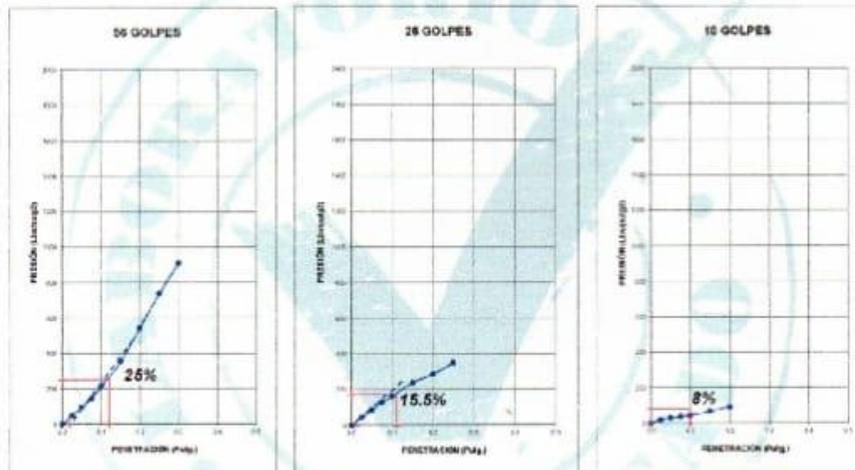
**MUESTRA** : M-01

**UBICACION** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH

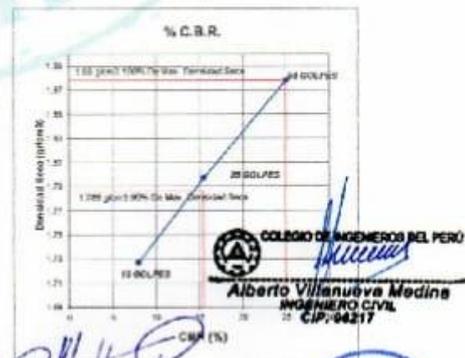
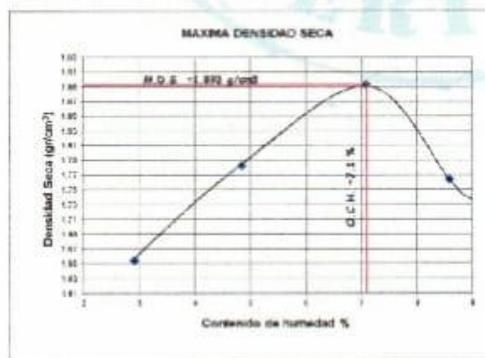
**FECHA** : 22 DE MAYO DEL 2020

**PROGRESIVA** : PROG. KM. 1+000

**ENSAYADO POR** : V.H.V.N.



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 95% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	15,5%	25%



*Alberto Villanueva Navarro*  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO  
R.C.U. 03629

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
*Alberto Villanueva Medina*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 64217



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
Telefono : FIJO 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vnhlaboratorio@gmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95138

# Formato 17

## Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**  
**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
**ASTM D 1883**

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA      **UBICACIÓN** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH

**PROYECTO** : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"      **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALICATA** : C-02      **MUESTRA** : M-01

**UBICACION** :      **FECHA** : 22 DE MAYO DEL 2020

**PROGRESIVA** : PRGG. KM. 1-000      **ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

MOLDE N°	11		8		2	
	56		25		10	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2097		2097		2097	
PESO DE MOLDE	4316		4163		4303	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8420		8125		8075	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4104		3962		3772	
DENSIDAD HUMEDA	1.96		1.89		1.80	
RECIPIENTE N°	15		6		9	
PESO DE RECIPIENTE	48.6		48.5		48.8	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUM.	240.1		188.6		191.2	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	229.6		180.9		183.3	
PESO DE AGUA	10.5		7.7		7.9	
PESO DE SUELO SECO	250.0		190.0		190.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.2		5.1		4.2	
DENSIDAD SECA	1.88		1.80		1.73	

EXPANSIÓN											
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				ψ <sub>1</sub>	%		ψ <sub>2</sub>	%		ψ <sub>3</sub>	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN											
		56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES			
PENETRACIÓN (pulg.)	TIEMPO (seg.)	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	
											0.025
0.050		24	293	98	20	253	84	4	94	31	
0.075		38	431	144	33	382	127	6	114	38	
0.100	1000	59	639	213	44	451	154	8	134	45	
0.150		102	1066	355	67	719	240	15	205	68	
0.200	1500	160	1640	547	82	867	289	23	283	94	
0.250		218	2215	738	100	1046	349				
0.300		270	2731	910							
0.400											
0.500											

**ALBERTO VILLANUEVA MEDINA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CAP. 00217**

COLABORADOR DEL INDECOP (PERU)

\* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
 Telefono : Fijo 043 612157 - RPM 949004338      E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 RUC : 20600954173      REG. INDECOP/ CERTF. 95136



Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 18

## Ensayo de Compactación (Proctor Modificado)



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)**  
ASTM D 1558

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA  
**UBICACIÓN** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH

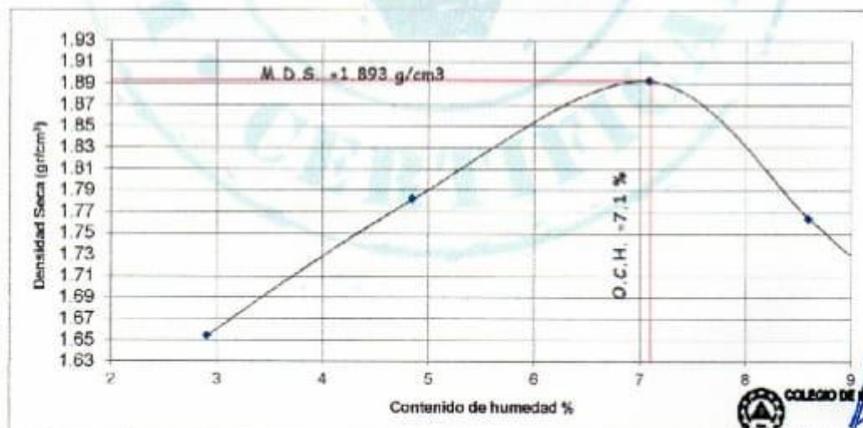
**PROYECTO** : PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ÁNCASH - 2020  
**PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALICATA** : C-02  
**MUESTRA** : M-01

**UBICACION** :  
**FECHA** : 22 DE MAYO DEL 2020

**PROGRESIVA** : PROG. KM. 1+000  
**ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

MOLDE Nº	1	Volumen de Molde (cc)	2097	Tipo de Molde	5"	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS Nº	5	Golpes (N°)	56	Peso de Molde (gr.)	6574	Método	C
<b>MUESTRA</b>		Nº	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	grs.	10144	10493	10835	10591		
PESO DEL MOLDE	grs.	6574	6574	6574	6574		
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	3570	3919	4261	4017		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc	1.70	1.87	2.03	1.92		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
RECIPIENTE	Nº	15	6	18	2		
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	grs.	384.0	167.6	155.8	181.6		
PESO SUELO SECO-CAPSULA	grs.	180.2	162.1	148.7	171.1		
PESO DE LA CAPSULA	grs.	49.5	48.6	45.5	48.9		
PESO DEL AGUA	grs.	3.6	5.5	7.1	10.5		
PESO DEL SUELO SECO	grs.	130.7	113.5	100.2	122.2		
HUMEDAD	%	2.5	4.9	7.1	8.6		
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc	1.65	1.78	1.89	1.76		



DENSIDAD MAXIMA - 1.893      HUMEDAD OPTIMA : 7.1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*Alberto Villanueva Medina*  
Ingeniero Civil  
CIP. 16211

*Alberto Villanueva Medina*  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO  
REG. 62039



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
Telefono : FUIO 043 612157 - RPM 949004338      E mail: vhlaboratorio@gmail.com  
RUC : 20600954173      REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 19

## Ensayo de Límites de Consistencia



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

### LABORATORIO DE SUELOS

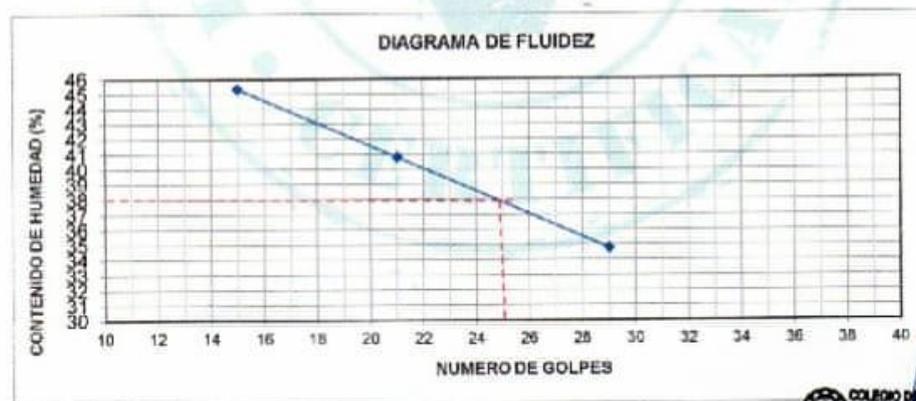
SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA
PROYECTO	: ""PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE MAYO DEL 2020

### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	02	MUESTRA	M-01	PROF. (m) :	1.50
UBICACION: PROG. KM. 1+000					

PRUEBA Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
RECIPIENTE Nº	22	45	19	13	16
NUMERO DE GOLPES	15	21	29		

1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	5.79	5.61	5.54	5.8	5
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	10.02	11.06	10.07	6.27	6.07
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	8.7	9.48	8.9	6.165	5.8
4	PESO DEL AGUA	(g)	1.3	1.6	1.2	0.105	0.2
5	PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.9	3.9	3.4	0.365	0.8
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45	41	35	29	29



LÍMITE LÍQUIDO :	38%
LÍMITE PLÁSTICO :	29%
ÍNDICE PLÁSTICO :	9%

#### Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
*Alberto Villanueva Medina*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 00217

*Victor Hugo Villanueva Navarro*  
Especialista en Laboratorio de Suelos  
CONCRETO Y ASFALTO  
REG. 00000



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney D/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FJO 043 512157 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
REG INDECOPI CERTF. 95136

**Formato 20**

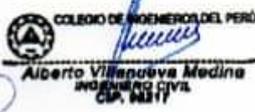
**Perfil estratigráfico Calicata – 3**

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO	
		<b>ESTRATIGRAFIA</b>	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		EXCAVACION : G - 03 NIVEL FREATICO : No se encuentra UBICACIÓN : PROG. KM 1+500	
SOLICITANTE : Iván Principe Flores y Celería Calsiona Vitoruwa		PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"	
UBICACIÓN : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020		F/ EMISION : 12 DE MAYO DEL 2020	
METODO DE EXCAV. : Manual			
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.04	GW		2 GRAVAS BIEN GRADADAS Y MEZCLA DE ARENA. GRAVA CON POCOS FINOS O SIN LIMOS. SE PUDO OBSERVAR QUE PRESENTA UN COLOR ROJIZO CLARO, COMPACTO. CON PRESENCIA DE GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A 1". UN PORCENTAJE MÍNIMO DE SER SUELO PLÁSTICO. S / M
0.95	SM		4.3 SE ENCUENTRA UN SUELO DE ARENAS LIMOSOS, DE BAJA PLASTICIDAD CON MEZCLA DE DESECHOS Y ROCAS EN ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN DE COLOR MARRÓN OSCURO. LA TIERRA ES SEMI COMPACTADA. GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MENOR A 8". PLÁSTICO. NO HAY PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO. SE ENCONTRÓ UNA ROCA DE 8" DE DIÁMETRO A 0.65 M. DE PROFUNDIDAD. S / M
1.50	GM		5.0 SE ENCUENTRA UN SUELO GRAVOSO CON LIMOS, DE COLOR MARRÓN CLARO, COMPACTA, GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MENOR A 10". PLÁSTICO. NO HAY PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO. SE ENCONTRÓ UNA ROCA DE 10" DE DIÁMETRO A 0.93 DE PROFUNDIDAD.
IDENTIFICACION DE MUESTRAS Mo: Material orgánico S/M: Sin muestra M-1: Muestra alterada N°1		OBSERVACIONES: NO SE TUVO PROBLEMAS EN LA EXCAVACION M-01  Alberto Villanueva Medina INGENIERO CIVIL CUP-94117	
* Urb. Villa San Miguel de Chiclay S/N. Distrito de Independencia. Provincia de Huancayo. Telefono: FLD 043-617157 - RPM: 949004330 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com RUC: 2080854173 REG. INDECOP: CSRTF: 05136			

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 21

### Ensayo de Análisis Granulométrico

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>																																
	SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION																																
	<b>ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO</b>																																
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES LABORATORIO DE SUELOS																																
SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIANO VILLANUEVA																																
PROYECTO	: ""PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"																																
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH																																
FECHA DE EMISION	: 22 MAYO DEL 2020																																
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422</b>																																	
<table border="1"><tr><td>CALCATA</td><td>C - 03</td></tr><tr><td>UBICACIÓN</td><td>PROC. KM. 1+500</td></tr><tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>1.50</td></tr></table>		CALCATA	C - 03	UBICACIÓN	PROC. KM. 1+500	PROFUNDIDAD (m)	1.50																										
CALCATA	C - 03																																
UBICACIÓN	PROC. KM. 1+500																																
PROFUNDIDAD (m)	1.50																																
<table border="1"><thead><tr><th>TAMIZ</th><th>% QUE PASA</th></tr></thead><tbody><tr><td>3"</td><td>91.4</td></tr><tr><td>2"</td><td>81.6</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>71.4</td></tr><tr><td>1"</td><td>67.8</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>64.4</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>60.6</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>50.9</td></tr><tr><td>1/4"</td><td>48.1</td></tr><tr><td>N°4</td><td>44.5</td></tr><tr><td>N°10</td><td>41.2</td></tr><tr><td>N°20</td><td>36.0</td></tr><tr><td>N°40</td><td>31.6</td></tr><tr><td>N°60</td><td>28.4</td></tr><tr><td>N°140</td><td>25.7</td></tr><tr><td>N°200</td><td>23.6</td></tr></tbody></table>		TAMIZ	% QUE PASA	3"	91.4	2"	81.6	1 1/2"	71.4	1"	67.8	3/4"	64.4	1/2"	60.6	3/8"	50.9	1/4"	48.1	N°4	44.5	N°10	41.2	N°20	36.0	N°40	31.6	N°60	28.4	N°140	25.7	N°200	23.6
TAMIZ	% QUE PASA																																
3"	91.4																																
2"	81.6																																
1 1/2"	71.4																																
1"	67.8																																
3/4"	64.4																																
1/2"	60.6																																
3/8"	50.9																																
1/4"	48.1																																
N°4	44.5																																
N°10	41.2																																
N°20	36.0																																
N°40	31.6																																
N°60	28.4																																
N°140	25.7																																
N°200	23.6																																
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>																																	
SUCS	SÍMBOLO	GM																															
	NOMBRE DE GRUPO	GRAVA LIMOSA CON ARENAS																															
OBSERVACIÓN : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE																																	
 Alberto Villanueva Medina INGENIERO CIVIL CIP. 18317																																	
 Victor Hugo Villanueva Nasajón ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO R.C.C. - 0226149																																	
* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz																																	
Telefono : F.L.O 043 612157 - RPM 949004338		E-mail: vhlaboratorio@gmail.com																															
RUC : 20600954173		REG. INDECOPI CERTIF. 95136																															

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 22

### Ensayo de Curva Granulométrica



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

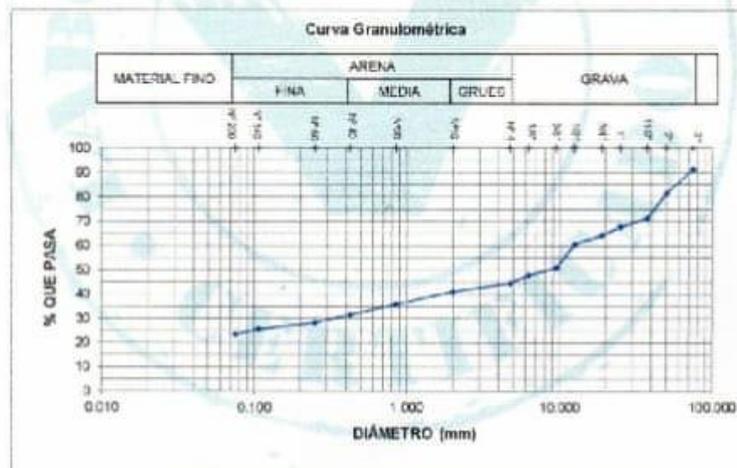
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA  
PROYECTO : ""PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"  
UBICACIÓN : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH  
FECHA DE EMISIÓN : 22 MAYO DEL 2020

CALICATA	C-03
UBICACIÓN	PROG. KM. 1+500
PROFUNDIDAD (m)	1.50



OBSERVACIÓN : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*Alberto Villanueva Medina*  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 90217

*Victor Flores Villanueva*  
Victor Flores Villanueva  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTO  
REG. 04059



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz  
Telefono : FLO 043 612157 - RPM 949004338 E-mail: vvhlaboratorio@gmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo – 2020

## Formato 23

### Ensayo para la determinación del contenido de humedad natural

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b> SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO				
	<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>				
SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIONO VILLANUEVA				
PROYECTO	: ""PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"				
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH				
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE MAYO DEL 2020				
<b>ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> NTP 339.127 / ASTM D2216					
CALICATA	C - 03	UBICACIÓN	PROG. KM. 1+500	PROF. (m)	1.50
CANTERA	-	MUESTRA	M-01		
1	N° DEL RECIPIENTE		13	19	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		2.6	20.1	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		75.0	80.0	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		71.3	76.9	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		3.7	3.1	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		68.7	56.8	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		5.4	5.5	5.4
<b>OBSERVACIONES :</b> Muestra proporcionada e identificada por el solicitante					
			 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU <b>Alberto Villanueva Medina</b> INGENIERO CIVIL CIP. 98217		
			 INGRID PATRICIA NAZARIO ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO R.S.P. 22222		
* Urb. Villa San Miguel de Chérey S/N Distrito de Independencia Provincia de Huánuco					
Telefono : FJ0 043 812157 - RPM 849004338 RUC : 20600954173			E-mail: vvlaboratorio@gmail.com REG. INDECOPI CERTF. 65136		
					

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 24

## Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)



**VH**  
Laboratorio

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

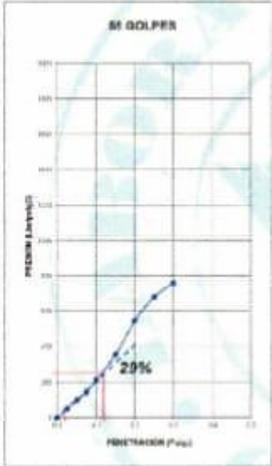
**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENZA CASANO VILLANUEVA      **UBICACIÓN** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH

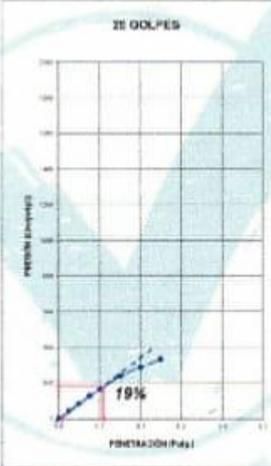
**PROYECTO** : \*PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020\*      **PROFUNDIDAD (m.)** : #####

**CALICATA** : C-03      **MUESTRA** : M-01  
**UBICACION** :      **FECHA** : 22 MAYO DEL 2020  
**PROGRESIVA** : PROG. KM. 1+500      **ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

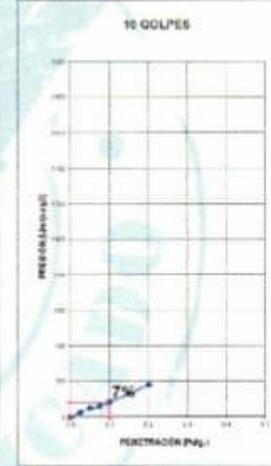
**30 GOLPES**



**25 GOLPES**

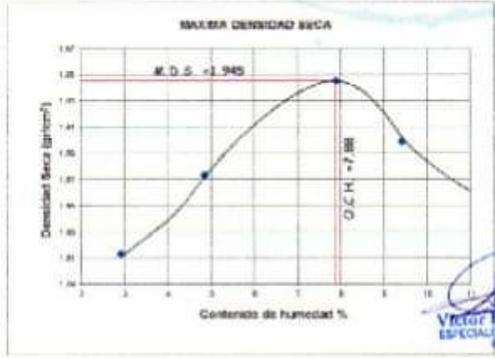


**10 GOLPES**



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 90% DE MÁXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MÁXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	19%	29%

**MÁXIMA DENSIDAD SECA**



**% C.B.R.**



\* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : F.U.O 043 512157 - RPM 949004338      E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173      REG. INDECOPI CERTF. 95138



Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 25

## Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.)



**VH**  
Laboratorio

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

---

**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASIGNO VILLANUEVA

**UBICACIÓN** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH

**PROYECTO** : \*PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020\*

**PROFUNDIDAD** : 1.5 (m.)

**CALICATA** : C-03

**UBICACION PROGRESIVA** : PROG. KM. 1+500

**MUESTRA** : M-01

**FECHA** : 22 MAYO DEL 2020

**ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

	6		12		8	
	5	5	5	5	5	5
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2097		2097		2097	
PESO DE MOLDE	4316		4163		4303	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8512		8301		8290	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4196		4138		3987	
DENSIDAD HUMEDA	2.00		1.97		1.90	
RECIPIENTE N°	15		6		9	
PESO DE RECIPIENTE	48.5		48.5		48.8	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUM.	240.1		188.6		191.2	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	231.6		181.2		180.3	
PESO DE AGUA	8.5		7.4		10.9	
PESO DE SUELO SECO	280.0		190.0		190.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.4		4.9		5.7	
DENSIDAD SECA	1.94		1.88		1.80	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN					
			56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
			DIAL	EXPANSIÓN Adj. %	DIAL	EXPANSIÓN Adj. %	DIAL	EXPANSIÓN Adj. %
NO EXPANSIVO								

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO (s)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA UNITARIA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA UNITARIA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA UNITARIA	CARGA UNITARIA
0.025		9	144	48	8	134	45	3	84	28
0.050		24	293	98	20	253	84	9	144	48
0.075		38	431	144	33	382	127	13	183	61
0.100	1000	59	639	213	44	491	164	20	253	84
0.150		102	1066	350	67	719	240	35	402	134
0.200	1500	160	1640	547	82	867	289	49	540	180
0.250		201	2047	682	95	996	332			
0.300		225	2285	762						
0.400										
0.500										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

*Alberto Villanueva Medina*  
CIP. 6687

*V.H.V.N.*  
INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
R.L.E. 0-20-19



---

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FIJO 043 612157 - RPM 949004338

RUC : 20600954173

E mail : vhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

# Formato 26

## Ensayo de Compactación (Proctor Modificado)



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**  
**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

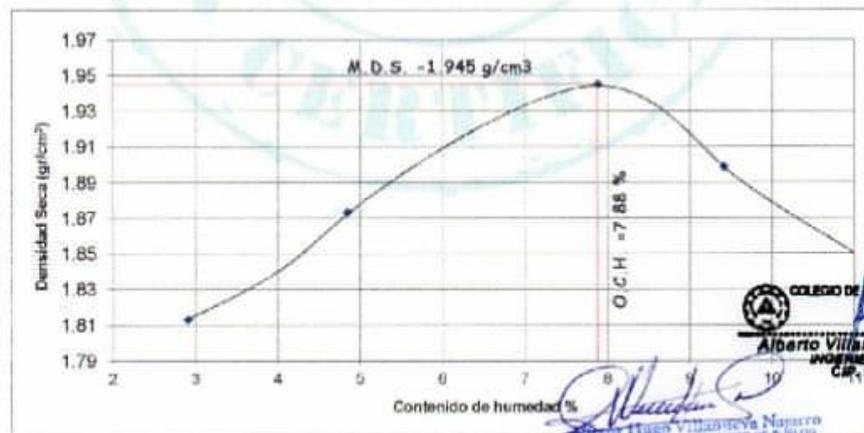
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)**  
**ASTM D 1556**

**SOLICITANTE** : IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASTONO VILLANUEVA  
**UBICACIÓN** : CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH

**PROYECTO** : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"  
**PROFUNDIDAD (m.)** : L50

**CALICATA** : C-03  
**UBICACION PROGRESIVA** : PRO6. KM. 1+500  
**MUESTRA** : M-01  
**FECHA** : 22 MAYO DEL 2020  
**ENSAYADO POR** : V.H.V.N.

MOLDE N°	1	Valores de Molde (cm)	2097	Tipo de Molde	8"	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS N°	5	Golpes (N°)	56	Peso de Molde (gr.)	6574	Método	C
MUESTRA	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	Gr.	10487	10693	10975	10931		
PESO DEL MOLDE	Gr.	6574	6574	6574	6574		
PESO DEL SUELO HUMEDO	Gr.	3913	4119	4401	4357		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	Gr/c.c.	1.87	1.96	2.10	2.08		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
RECIPIENTE	N°	10	6	18	2		
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	Gr.	184.0	167.6	156.6	182.6		
PESO SUELO SECO-CAPSULA	Gr.	180.2	162.1	148.7	171.1		
PESO DE LA CAPSULA	Gr.	49.5	48.6	48.5	48.9		
PESO DEL AGUA	Gr.	3.5	5.5	7.9	11.5		
PESO DEL SUELO SECO	Gr.	130.7	113.5	100.2	122.2		
HUMEDAD	%	2.9	4.8	7.9	9.4		
DENSIDAD DE SUELO SECO	Gr/c.c.	1.81	1.87	1.945	1.90		



DENSIDAD MAXIMA = 1.945 HUMEDAD OPTIMA = 7.9

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
**Alberto Villanueva Medina**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 98217



\* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huancayo  
 Telefono : Fijo 043 512157 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 RUC : 20500954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136

Fuente: Laboratorio VH, mayo - 2020

## Formato 27

### Ensayo de Límites de Consistencia



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

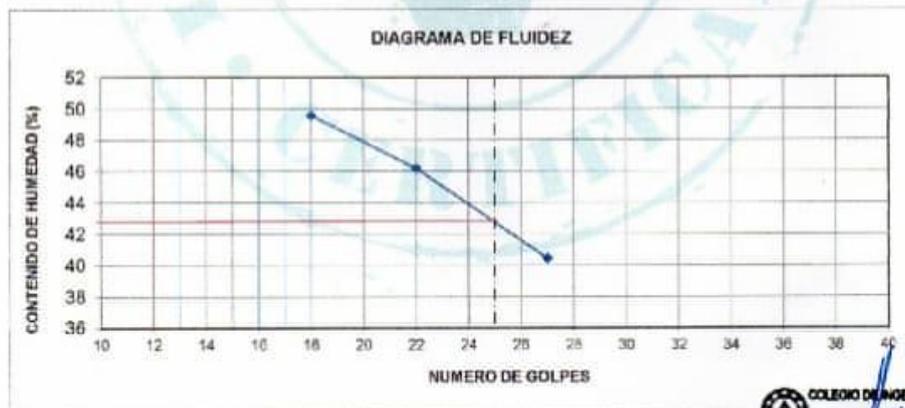
#### LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: IVAN PRINCIPE FLORES y CELENIA CASANO VILLANUEVA
PROYECTO	: ""PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 - 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH - 2020"
UBICACIÓN	: CARRETERA LLANGANUCO - YUNGAY - ANCASH
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE MAYO DEL 2020

#### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	03	MUESTRA :	M-01	PROF. (m) :	1.50
UBICACION: PROG. KM. 1+500					

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
PRUEBA N°		X	G	M	A1	A2
RECIPIENTE N°						
NÚMERO DE GOLPES		18	22	27		
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	16	16.1	16	16.2	16.5
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	70	68	75	70	74
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	52.1	51.6	58.0	56.9	59.9
4 PESO DEL AGUA	(g)	17.9	16.4	17.0	13.1	14.1
5 PESO DEL SUELO SECO	(g)	36.1	35.3	42.0	40.7	43.4
6 CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50	46	40	32	32



LÍMITE LÍQUIDO :	43%
LÍMITE PLÁSTICO :	32%
ÍNDICE PLÁSTICO :	11%

**Observaciones:**

La muestra fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 90317

Victor Hugo Villanueva Navarro  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
 CONCRETO Y ASFALTO  
 REG. 62039



\* Urb. Villa San Miguel de Chínay S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

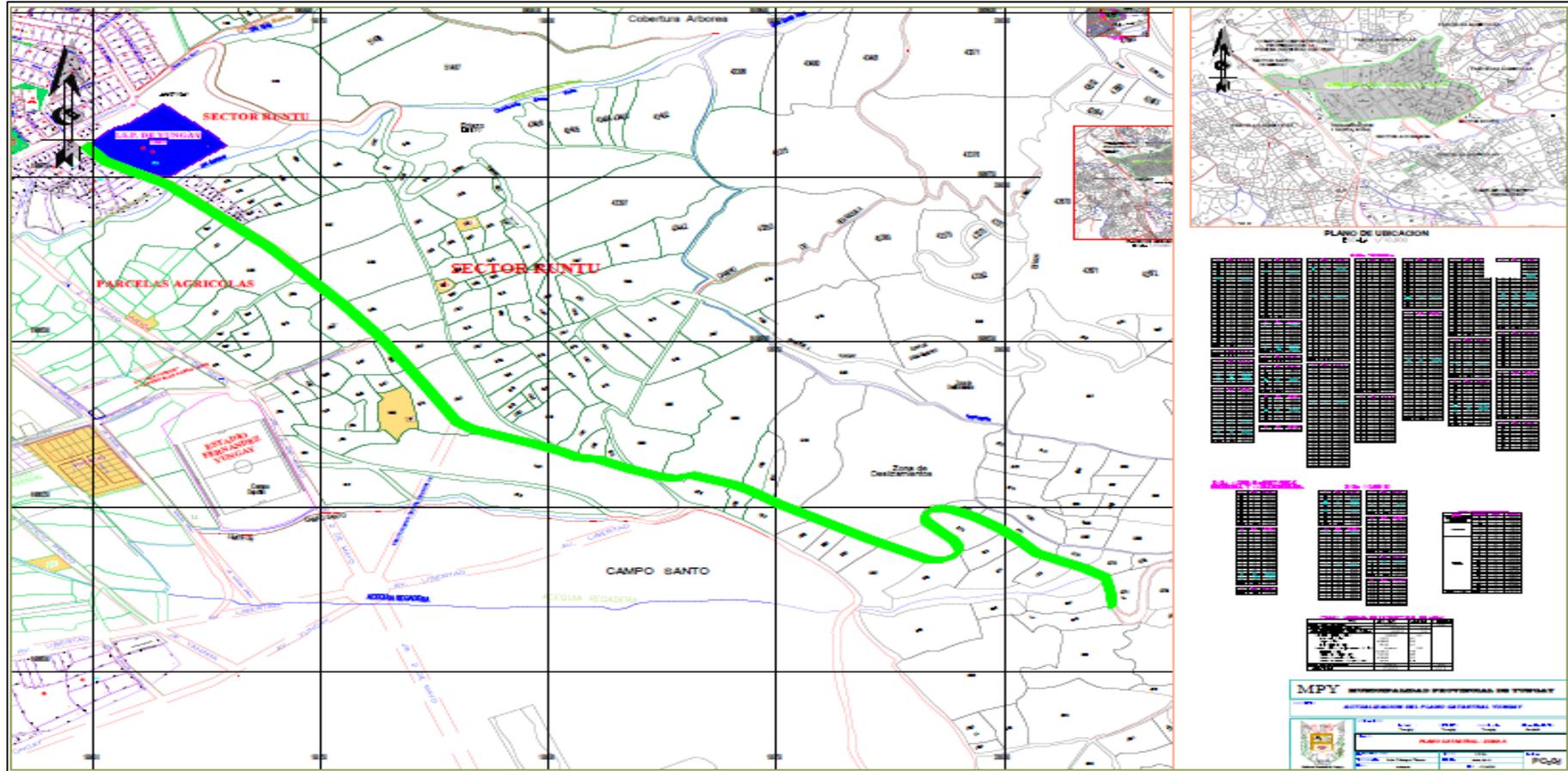
Teléfono : FJ0 043 612157 - RPM 949004338  
 RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 REG. INDECOPI CERTF. 85136

Anexo. Planos

Plano 1

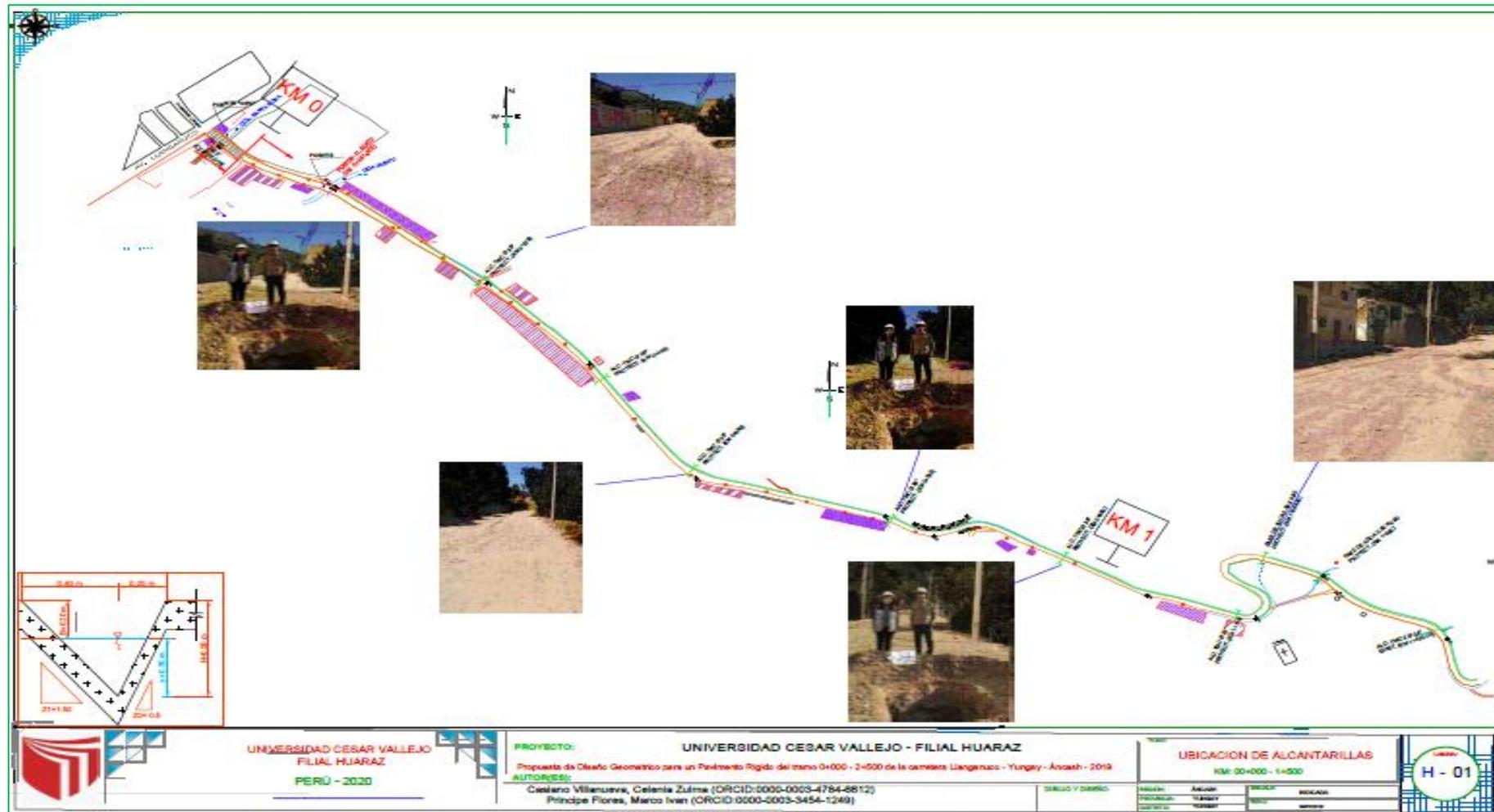
Plano de ubicación de la carretera Llanganuco



Fuente: Municipalidad Provincial de Yungay, mayo – 2020

## Plano 2

### Plano clave

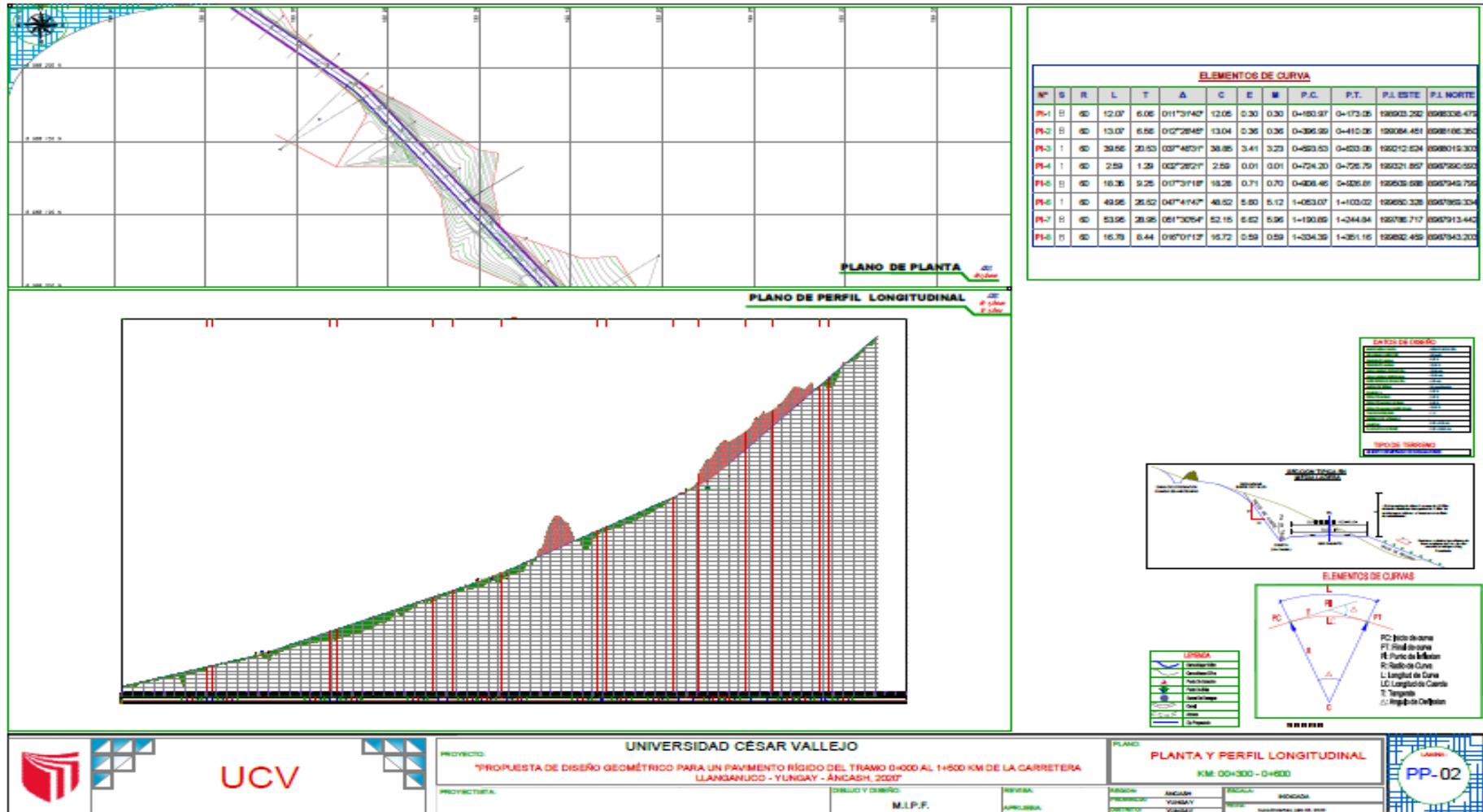


Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020



# Plano 4

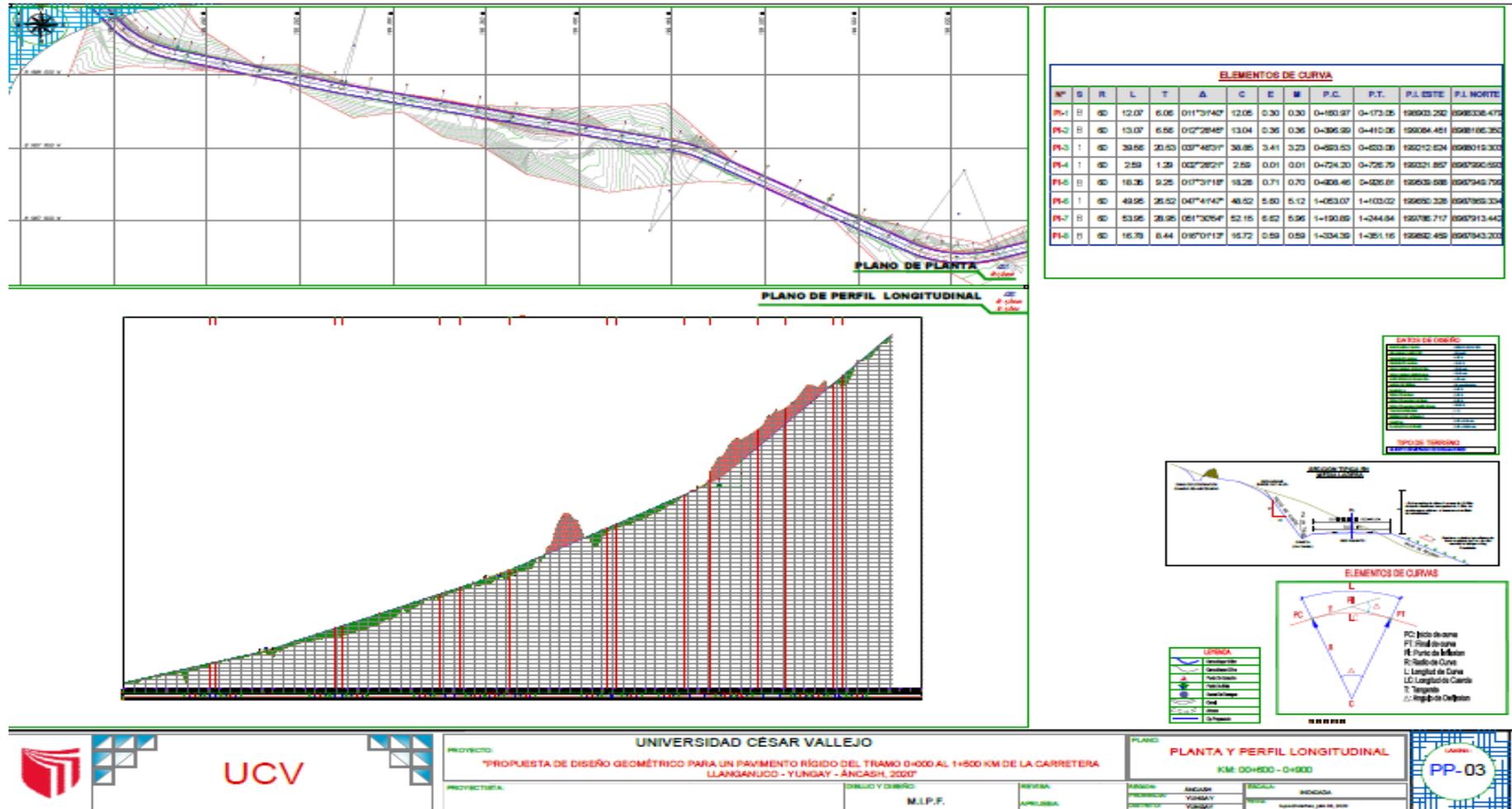
Planta y Perfil Longitudinal desde el km 00+300 hasta el km 00+600



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

# Plano 5

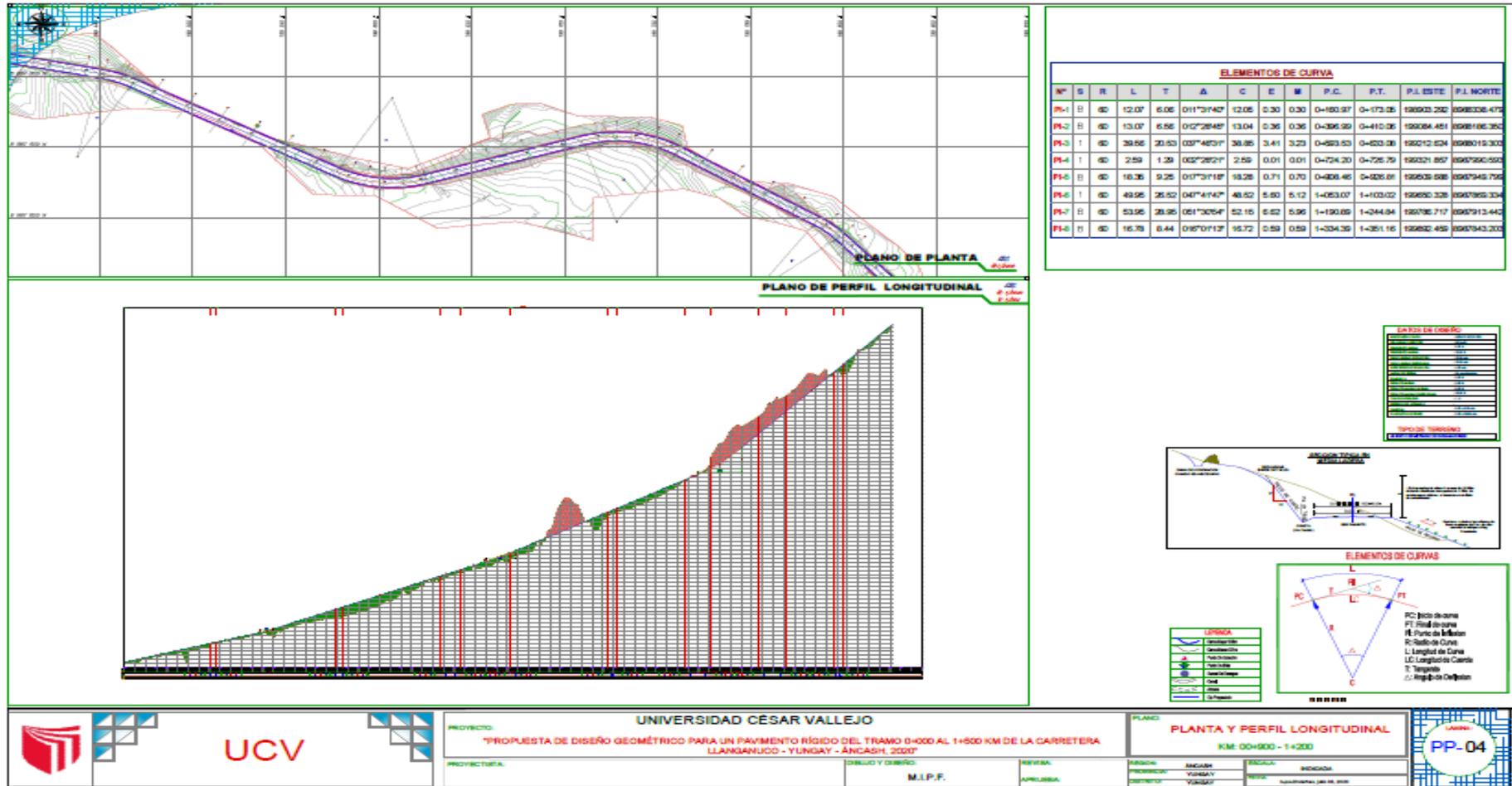
Planta y Perfil Longitudinal desde el km 00+600 hasta el km 00+900



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

# Plano 6

Planta y Perfil Longitudinal desde el km 00+900 hasta el km 01+200

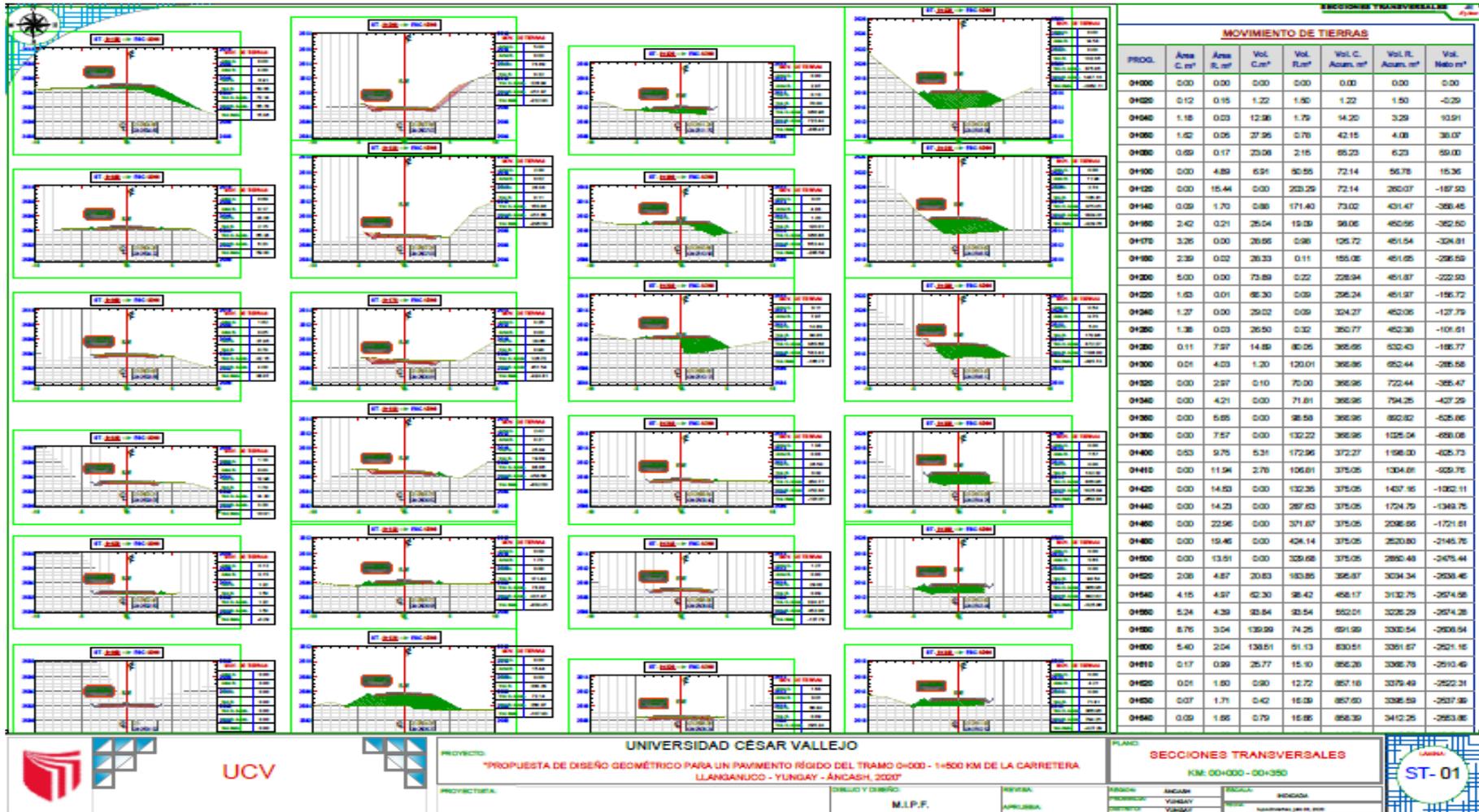


Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020



# Plano 8

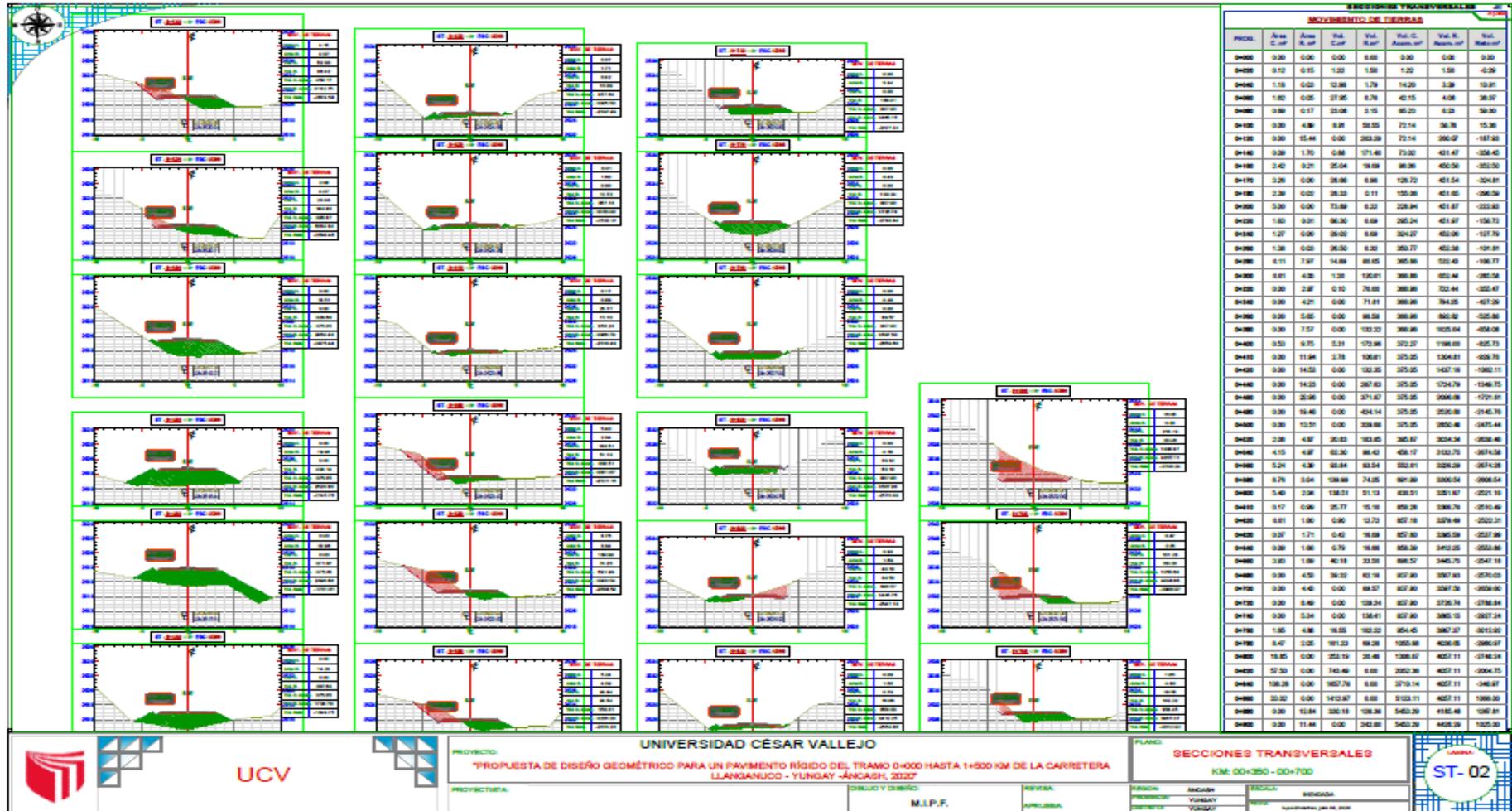
Sección Transversal desde el km 00+000 hasta el km 00+350



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

# Plano 9

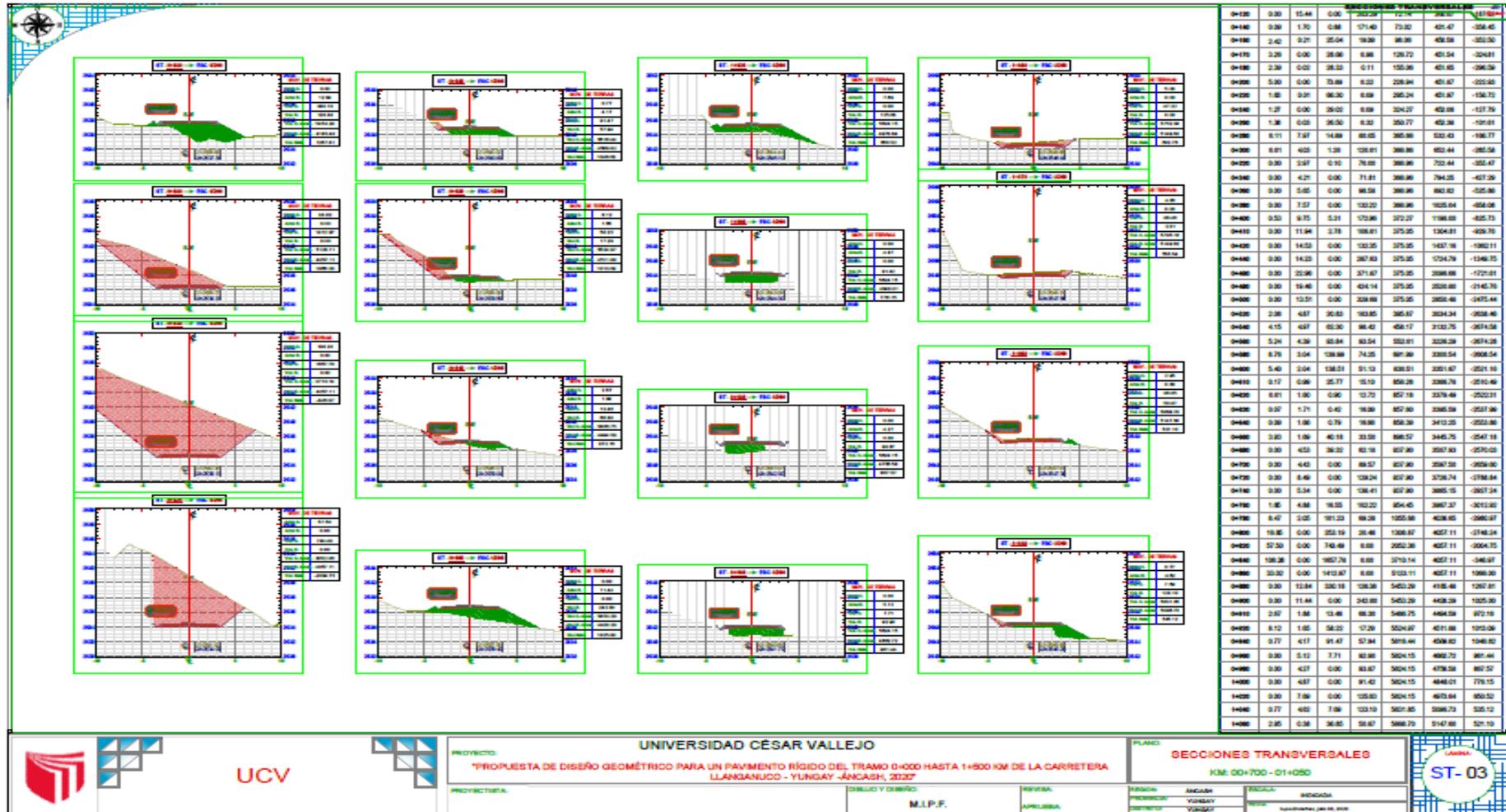
Sección Transversal desde el km 00+350 hasta el km 00+700



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

# Plano 10

Sección Transversal desde el km 00+700 hasta el km 01+050

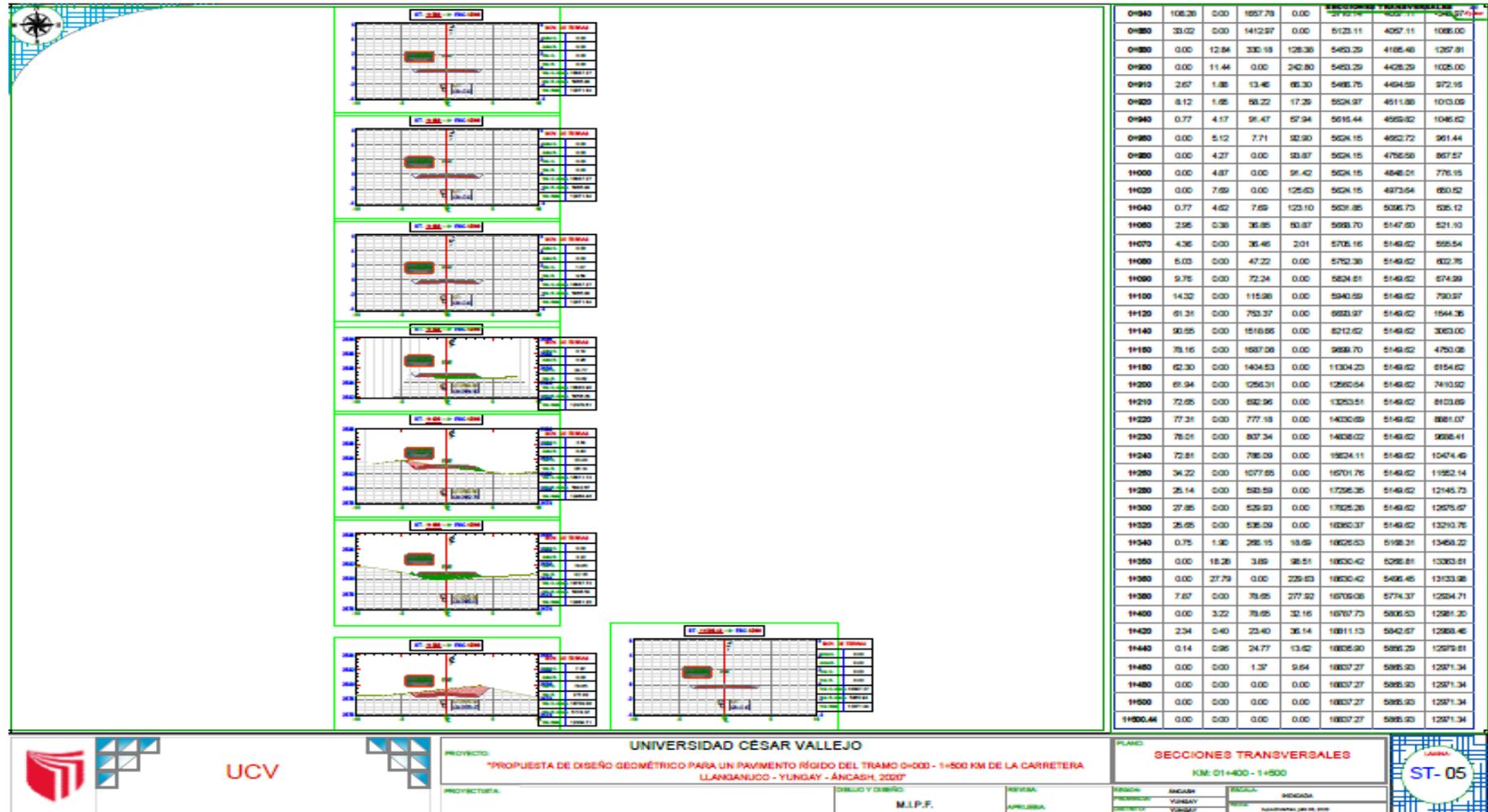


Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020



# Plano 12

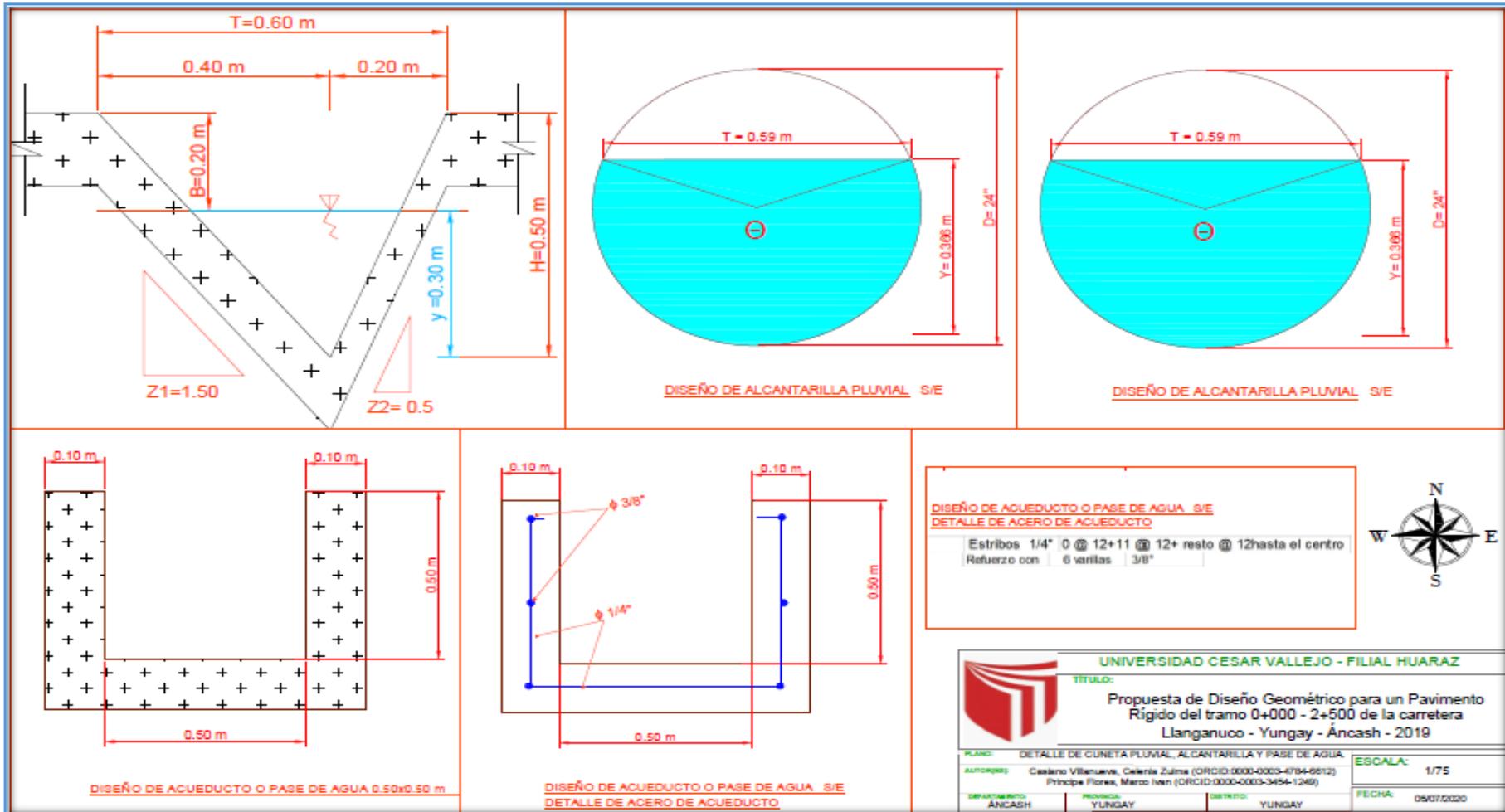
Sección Transversal desde el km 01+400 hasta el km 01+500



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

# Plano 13

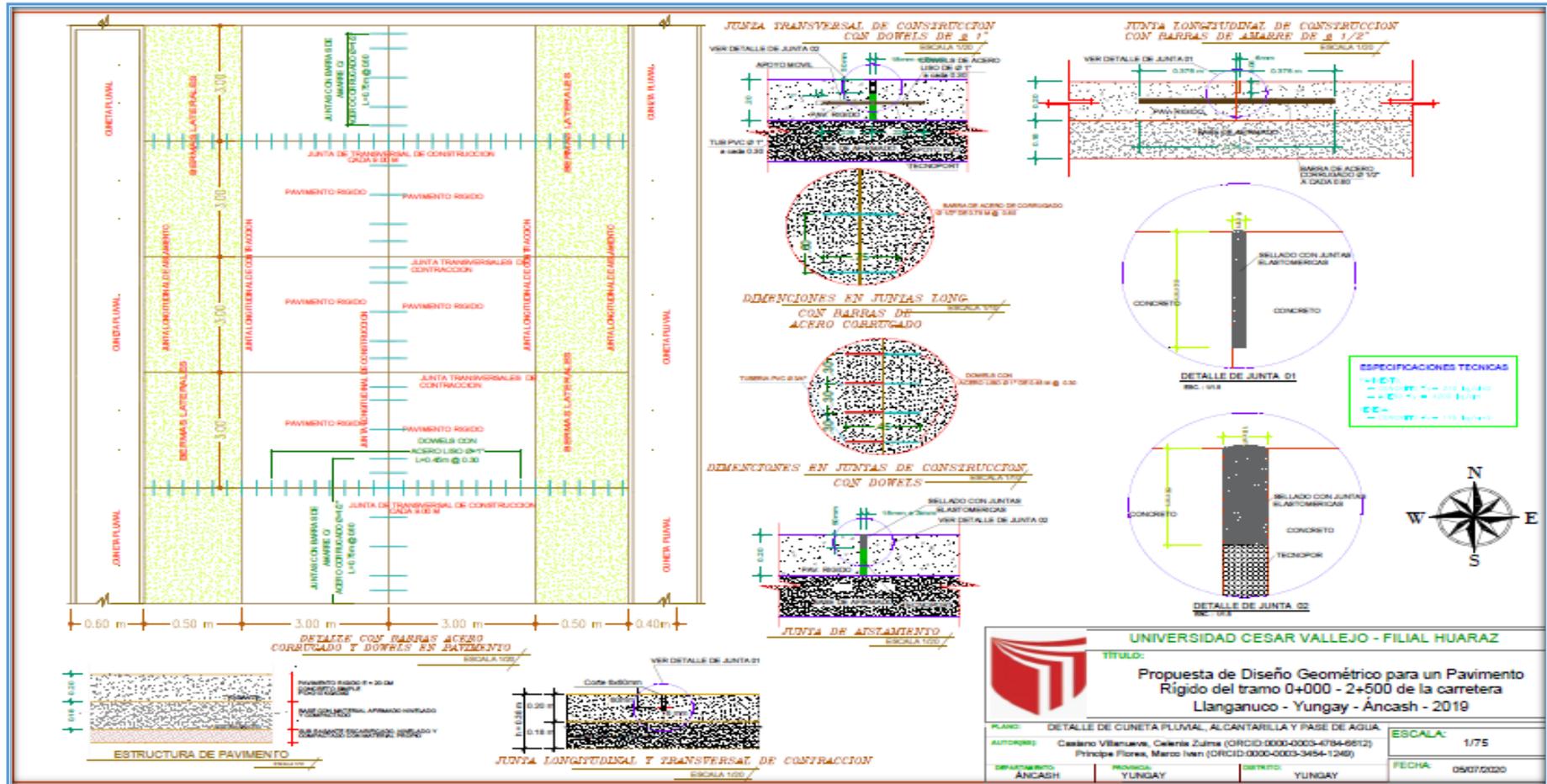
## Detalle de cuneta pluvial, alcantarilla y pase de agua



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

# Plano 14

## Detalle de cuneta pluvial, alcantarilla y pase de agua



Fuente: Elaboración propia del investigador, junio - 2020

**Anexo. Carta de aceptación para desarrollar el proyecto de investigación**



Municipalidad Provincial de Yungay  
Gerencia de Infraestructura y Desarrollo  
DIVISIÓN DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

**"Año de la Universalización de la salud"**

Yungay, 20 de mayo del 2020

**CARTA N° 026 – 2020 – MPY/06.41**

**SEÑOR:**

**MARCO IVAN PRINCIPE FLORES Y CELENIA ZULMA CASIANO VILLANUEVA**

Estudiantes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Huaraz.

**ASUNTO** : Carta de Aceptación para Realizar Proyecto de Investigación

Por medio de la presente la Municipalidad Provincial de Yungay del Departamento de Ancash por intermedio de la Gerencia de Infraestructura y Desarrollo, hace de su conocimiento que los alumnos **MARCO IVAN PRINCIPE FLORES Y CELENIA ZULMA CASIANO VILLANUEVA**. Domiciliados en la ciudad de Yungay han sido aceptados por nuestra entidad para desarrollar el proyecto de investigación como parte de su información profesional, el proyecto se denomina:

**"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO DEL TRAMO 0+000 – 2+500 DE LA CARRETERA LLANGANUCO – YUNGAY – ÁNCASH – 2020".**

El proyecto beneficiará a muchas familias de manera directa.

Se indica así mismo que tanto el nombre como la cantidad de beneficiarios son tentativos, por lo que en la etapa de identificación se determinarán los beneficiarios y nombre definitivo.

Sin más que indicar por el momento aprovecho en hacerle llegar mis más sinceros saludos y de parte de la entidad a la cual represento.

Atentamente

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
Gerente de Infraestructura y Desarrollo