



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de la carretera Sinsicap-San Ignacio a nivel de Micropavimento,
distrito de Sinsicap, provincia de Otuzco, departamento La Libertad-2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Jara Polo, Jhoany Fernando (ORCID: 0000-0003-0670-8969)

Zare De La Cruz, Cindy Cecilia (ORCID :0000-0001-8377-40259)

ASESORES:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID :0000-0002-3674-9617)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID :0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

CINDY

A **Dios** y a la **Virgen de la Puerta** por estar conmigo en cada etapa de mi vida, cuidándome y brindándome las fuerzas necesarias para seguir avanzando cada día y por darme la dicha de ser madre de un hermoso niño.

A mis padres **Cesar Zare Campos** y **Vicky De la Cruz García** quienes a lo largo de mi vida siempre buscaron lo mejor en mi educación, siendo mi apoyo en todo momento y depositando su entera confianza en cada reto que se me presenta, sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Para finalizar a mi pareja incondicional **Billy Mozo Tiburcio**, por el apoyo brindado durante mi formación universitaria.

FERNANDO

Mi tesis se la dedico a mis abuelitos **Nicolás Jara Contreras** y **Julia Campos Antícona**, por los valores que me inculcaron desde pequeños, el sacrificio y esfuerzo y todo su apoyo incondicional en la parte moral y económica para lograr ser un profesional. También a mi papá **Fernando Jara Campos** y mi hermana **Sandra Jara Polo** porque me apoyaron día a día con los consejos y toma de decisiones en el transcurso de mi carrera universitaria. Y a todos mis familiares y personas que llegaron a ser muy importante en mi vida, que son lo mejor y lo más apreciado que Dios ha puesto en mí camino.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primero a **Dios** por darnos la vida y una familia que se preocupa por educarnos de la mejor manera y también por la perseverancia para lograr alcanzar nuestra meta de culminar con éxito la carrera universitaria de Ingeniería Civil.

A la **Universidad César Vallejo** por darnos la oportunidad para estudiar y ser mejores personas y unos buenos profesionales.

A los **docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil** por compartir sus conocimientos día a día en nuestra formación académica, al igual que a nuestro asesor Ing. Luis Horna Araujo por su apoyo durante la realización de la presente tesis.

A los **jurados** por sus recomendaciones con el propósito de perfeccionar este trabajo final para un mejor futuro.

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **ZARE DE LA CRUZ Cindy Cecilia** y **JARA POLO Jhoany Fernando** , estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI N° 45845584 y 74959756; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 12 diciembre del 2019



Zare de la Cruz Cindy Cecilia



Jara Polo Jhoany Fernando

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	13
2.1. Tipo y diseño de investigación:	13
2.1.1 Tipo de investigación	13
2.1.2 Diseño de investigación:.....	13
2.2. Operacionalización de variables	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
2.5. Procedimiento	18
III. RESULTADOS	19
3.1. Estudio Topográfico	19
3.1.1. Generalidades	19
3.1.4.1. Personal	20
3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona	20
3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos.....	22
3.1.6. Trabajo de gabinete	23
3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos	23
3.2.1. Estudio de suelos	23
3.2.1.1. Alcance.....	23
3.2.2. Estudio de cantera.....	29
3.2.2.1. Identificación de cantera	29
3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera.....	29
3.2.3. Estudio de fuente de agua.....	30
3.2.3.1. Ubicación	30
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte	31
3.3.1. Hidrología.....	31
3.3.1.1. Generalidades	31

3.3.2.	Información hidrometeorológica y cartográfica	32
3.3.2.1.	Información pluviométrica	32
3.3.2.2.	Precipitaciones máximas en 24 horas.....	36
3.3.2.3.	Análisis estadísticos de datos hidrológicos	38
3.3.2.4.	Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia.....	47
3.3.2.5.	Cálculos de caudales	50
3.3.2.6.	Tiempo de concentración	52
3.3.3.	Hidráulica y drenaje.....	52
3.3.3.1.	Drenaje superficial	52
3.3.3.2.	Diseño de cunetas.....	54
3.3.3.3.	Diseño de alcantarilla	63
3.3.3.4.	Consideraciones de aliviadero.....	67
3.3.4.	Resumen de obras de arte	72
3.4.	Diseño Geométrico de la carretera	74
3.4.1.	Generalidades	74
3.4.4.	Estudio de tráfico.....	75
3.4.4.6.	Determinación del factor de corrección	76
3.4.4.7.	Resultados del conteo vehicular	77
3.4.4.8.	IMDa por estación.....	78
3.4.4.9.	Proyección de tráfico.....	79
3.4.4.10.	Tráfico generado	80
3.4.4.12.	Cálculo de ejes equivalentes	82
3.4.4.13.	Clasificación de vehículo	83
3.4.5.	Parámetros básicos para el diseño en zona rural	83
3.4.5.1.	Índice medio diario anual (IMDA).....	83
3.4.5.2.	Velocidad de diseño	83
3.4.5.3.	Radios mínimos.....	84
3.4.5.4.	Anchos mínimos de calzada en tangente	85
3.4.6.	Diseño geométrico en planta	90
3.4.6.1.	Generalidades	90
3.4.6.3.	Curvas circulares	90
3.4.6.4.	Curvas de transición	92
3.4.6.5.	Curvas de vuelta	93

3.4.7.	Diseño geométrico en perfil	94
3.4.7.1.	Generalidades	94
3.4.7.3.	Curvas verticales	96
3.4.8.	Diseño geométrico de la sección transversal	98
3.4.8.1.	Generalidades	98
3.4.8.2.	Calzada	98
3.4.8.3.	Bermas.....	99
3.4.8.4.	Bombeo	100
3.4.8.5.	Peralte.....	101
3.4.8.6.	Taludes	102
	Tabla 78: Taludes en zona de relleno (terraplenes).....	102
3.4.8.7.	Cunetas	102
3.4.9.	Resumen y consideraciones de diseño en zona rural.....	103
3.4.10.	Diseño de pavimento	104
3.4.10.1.	Generalidades	104
3.4.10.2.	Datos del CBR mediante el estudio de suelos.....	104
3.4.10.3.	Datos del estudio de tráfico	104
3.4.10.4.	Espesor de pavimento, base y sub base granular.....	105
3.4.11.	Señalización.....	106
3.4.11.1.	Generalidades	106
3.4.11.7.	Señales en el proyecto de investigación.....	114
IV.	DISCUSIÓN	115
V.	CONCLUSIONES	117
VI.	RECOMENDACIONES	118
VII.	REFERENCIAS	119
	ANEXOS:	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización del Proyecto	15
Tabla 2: Ubicación con coordenadas UTM.....	21
Tabla 3: Puntos de estación.	21
Tabla 4: Número de calicatas para exploración de suelos.....	24
Tabla 5: Número de Ensayos MR y CBR	24
Tabla 6: Número de Calicatas y Ubicación	25
Tabla 7: Propiedades físicas del estudio de suelos	25
Tabla 8: Clasificación del estudio de suelo	26
Tabla 9: Propiedades Mecánicas del estudio de suelos	26
Tabla 10: Resumen de valores de ensayo de la Cantera (Propiedades Físicas)	29
Tabla 11: Clasificación de la cantera.....	30
Tabla 12: Propiedades mecánicas de la cantera.....	30
Tabla 13: Información Pluviométrica del Proyecto.....	32
Tabla 14: Datos mensuales de precipitación máxima en 24 hr. (mm)	33
Tabla 15: Precipitaciones Máximas anuales.....	36
Tabla 16: Distribución Normal.....	38
Tabla 17: Distribución Log Normal 2 Parámetros	39
Tabla 18: Distribución Log Normal 3 Parámetros	40
Tabla 19: Distribución Gamma 2 Parámetros	41
Tabla 20: Distribución Gamma 3 Parámetros	42
Tabla 21: Distribución Log-Pearson Tipo III.....	43
Tabla 22: Distribución Gumbel	44
Tabla 23: Distribución Log-Gumbel	45
Tabla 24: Cálculo de caudales del modelo de distribuciones.....	46
Tabla 25: Resultados de Bondad de error de ajuste.....	46
Tabla 26: Cálculo de lluvias máximas (mm).....	47
Tabla 27: Cálculo de Intensidades Máximas (mm/hr).....	48
Tabla 28: Resumen de Regresión	48
Tabla 29: Parámetros de Intensidades Máximas	48
Tabla 30: Intensidades Máximas (mm/hr).....	49
Tabla 31: Caudales Máximos de Cuencas	51
Tabla 32: Caudales Máximos de cuencas.....	52
Tabla 33: Tiempo de concentración	52
Tabla 34: Obras a diseñar y existentes	53
Tabla 35: Coeficiente de Escurrimiento para el diseño de cunetas	55
Tabla 36: Cálculo de Caudales de Diseño para Cunetas	56
Tabla 37: Inclinação Máxima de Talud (V:H) Interior de la Cuneta	59
Tabla 38: Valores de rugosidad “n” de Manning	59
Tabla 39: Velocidad máxima del agua	60
Tabla 40: Dimensiones mínimas	60
Tabla 41: Cálculo de cunetas triangulares.....	62
Tabla 42: Diámetros de tuberías TMC	63
Tabla 43: Calculo para caudal de Alcantarillas de Paso.....	65
Tabla 44: Cálculo de diámetros de Alcantarillas de paso.....	65

Tabla 45: Comprobación de Caudales.....	67
Tabla 46: Calculo de caudales de diseño para alcantarillas de alivio.....	68
Tabla 47: Cálculo de caudales de alcantarilla de alivio	71
Tabla 48: Resumen de Obras de Arte.....	72
Tabla 49: Determinación del Índice Medio Diario (IMD)	76
Tabla 50: Factores de Corrección Estacional	77
Tabla 51: Resultados del conteo vehicular, Tramo SINSICAP-SAN IGNACIO	77
Tabla 52: Tráfico vehicular en dos sentidos por día.....	78
Tabla 53: IMDa por estación.....	79
Tabla 54: Tasa de crecimiento.....	79
Tabla 55: Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto	80
Tabla 56: Proyección de Tráfico - Con Proyecto	81
Tabla 57: Cálculo de ejes equivalentes.....	82
Tabla 58: Factores de distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	82
Tabla 59: Ejes Equivalentes	83
Tabla 60: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera ..	84
Tabla 61: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	85
Tabla 62: Anchos mínimos de calzada en tangente.....	86
Tabla 63: Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).....	88
Tabla 64: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos	89
Tabla 65: Longitudes de tramos en tangente	90
Tabla 66: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.....	91
Tabla 67: Longitud mínima de curva de transición.....	92
Tabla 68: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase	92
Tabla 69: Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.....	94
Tabla 70: Pendientes máximas (%)	95
Tabla 71: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase	97
Tabla 72: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase	97
Tabla 73: Anchos mínimos de calzada en tangente.....	99
Tabla 74: Anchos de bermas	99
Tabla 75: Valores del bombeo de la calzada	101
Tabla 76: Valores de peralte máximo.....	101
Tabla 77: Valores referenciales para taludes de corte (V:H).....	102
Tabla 78: Taludes en zona de relleno (terraplenes).....	102
Tabla 79: Resumen del diseño geométrico.....	103
Tabla 80: Número de ejes equivalentes del tramo.....	104
Tabla 81: Rangos de Tráfico	104
Tabla 82: Tipo de tráfico para el proyecto	105
Tabla 83: Espera del tramo del proyecto.....	106
Tabla 84: Señales de reglamentación o reguladoras.....	107

Tabla 85: Señales de prevención	109
Tabla 86: Señales de información	110
Tabla 87: Señales horizontales	113
Tabla 88: Resumen de las señalizaciones del proyecto	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Método descriptivo simple.....	14
Figura 2. Perfil Estratigráfico	27
Figura 3. Precipitación Media Mensuales Mínimas	35
Figura 4. Precipitación Media Mensuales Promedio.....	35
Figura 5. Precipitación Media Mensual Máximas.....	35
Figura 6. Precipitaciones Máximas Anuales en 24 horas.....	37
Figura 7: Hietograma de las Precipitaciones Máximas	37
Figura 8. Modelamiento de Distribución Normal	38
Figura 9. Modelamiento de Distribución Log Normal de 2 Parámetros	39
Figura 10. Modelamiento de Distribución Log Normal de 3 Parámetros	40
Figura 11. Modelamiento de Distribución Gamma de 2 Parámetros	41
Figura 12. Modelamiento de Distribución Gamma de 3 Parámetros	42
Figura 13. Modelamiento de Distribución Log - Pearson Tipo III.....	43
Figura 14. Modelamiento de Distribución Gumbel.....	44
Figura 15. Modelamiento de Distribución Log Gumbel	45
Figura 16. Curvas de Intensidad - Duración – Frecuencia	50
Figura 17: Delimitación de cuenca.....	53
Figura 18: Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica	54
Figura 19. Dimensiones de la cuneta.....	62
Figura 20: Alcantarilla de Paso D= 36”	64
Figura 21: Alcantarilla de Paso D= 32”	64
Figura 22. Cálculo del caudal, sección circular D=32”.....	66
Figura 23. Cálculo del caudal D=36”.....	66
Figura 24. Diseño de alcantarilla de alivio	71
Figura 25. Cálculo del caudal de la alcantarilla de alivio D=32”.....	72
Figura 26: Clasificación del Vehículo de diseño.....	83
Figura 27: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	89
Figura 28: Simbología de la curva circular	91
Figura 29: Curva de vuelta	93
Figura 30: Tipos de curva verticales convexas y cóncavas	96
Figura 31: Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente.....	98
Figura 32: Pendiente transversal de bermas	100
Figura 33: Casos de bombeo	101
Figura 34: Sección Típica Sinsicap- San Ignacio	103
Figura 35: Catalogo de figuras micropavimento. Periodo de diseño 10 años	105
Figura 36: Sección del Pavimento	106
Figura 37: Ubicación Longitudinal y Distancias de Lectura.....	111
Figura 38: Ejemplos de Ubicación Lateral de Señales en Zona Rural	112
Figura 39: Ejemplo de Orientación de la Señal.....	112
Figura 40: Carretera Sinsicap	175
Figura 41: Carretera San Ignacio.....	175
Figura 42: Bienvenidos a San Ignacio	176
Figura 43: Sinsicap tierra de encanto	176
Figura 44: La línea de color rojo es la carretera Sinsicap-San Ignacio	177

Figura 45: PRIMARIA 80271 PEDRO OSWALDO CERNA VALDIVIEZO	177
Figura 46: Puesto de Salud Sinsicap	178
Figura 47: Puesto de Salud San Ignacio	178
Figura 48: Bus nuevo horizonte ruta: Trujillo – Collambay – Hierba Buena – Sinsicap – San Ignacio – Paranday	179
Figura 49: Calicatas para el estudio de suelos	179
Figura 50: Extrayendo Muestra de la Calicata	180
Figura 51: Dejando las muestras en el Laboratorio de Mecánica de Suelos	180

RESUMEN

En el Perú la construcción de carreteras es de suma importancia, ya que una obra bien proyectada se convierte en reducciones de los costos operativos, generando una mayor movilidad de personas, bienes y servicios; mejorando en tiempo del viaje, brindando más impulso económico de las zonas por donde atraviesan.

Por ello se realizó la tesis titulada “DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP-SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD-2019”, donde la zona de estudio cuenta con una trocha carrozable de 4 a 6m de ancho existente que se encuentra en mal estado, con pendientes longitudinales mayores al 10%, falta de taludes, sin cunetas, además no cuenta con señalizaciones horizontales ni verticales. Por tal motivo se ha determinado hacer el diseño de la carretera con una sub-base granular de 15 cm, una base granular de 20 cm y un micropavimento de 2.5 cm entre los caseríos Sinsicap- San Ignacio, con una longitud de 10.880 km. El lugar de estudio está ubicado a una altura de 2990 msnm, es un terreno accidentado tipo 3, posee un suelo predominante arena limo-arcillosa (SM-SC) y arcilla ligeramente arenosa (CL) con un CBR al 95% de la sub rasante de 16.90%. En el diseño se consideró un ancho de calzada mínimo de 6m, ancho de berma de 0.50m, un bombeo de 2.5%, un peralte de 8%, pendientes longitudinales de hasta 9.97%, radios mínimos de 30 m, velocidad directriz 30km/h por el cual se optó con un diseño de vehículo tipo C2. Como obras de arte se tuvo en cuenta, cunetas de sección triangular de 0.50x0.25m, 42 alcantarillas de alivio de 32”, 4 alcantarillas de paso 2 de 32” y 2 de 36”, las cuales son de material de acero corrugado TMC. Se concluye que el diseño terminado cumple con todos los parámetros establecidos por el manual de carreteras: Diseño Geométrico -2018.

Palabras clave: diseño de la carretera, micropavimento y obras de arte.

ABSTRACT

In Peru, the construction of roads is of the utmost importance, since a well-designed work becomes reductions in operating costs, generating greater mobility of people, goods and services; improving in travel time, providing more economic momentum of the areas where they cross.

Therefore, the thesis entitled “DESIGN OF THE SINSICAP-SAN IGNACIO ROAD AT MICROPAVIMENT LEVEL, SINSICAP DISTRICT, PROVINCE OF OTUZCO, DEPARTMENT LA LIBERTAD-2019” was carried out, where the study area has a 4 to 6m float of existing width that is in poor condition, with longitudinal slopes greater than 10%, lack of slopes, without ditches, also does not have horizontal or vertical signage. For this reason it has been determined to design the road with a 15 cm granular sub-base, a 20 cm granular base and a 2.5 cm micropavimento between the Sinsicap-San Ignacio hamlets, with a length of 10,880 km. The study site is located at a height of 2990 meters above sea level, it is a rugged type 3 terrain, it has a predominantly silt-clayey sand (SM-SC) and slightly sandy clay (CL) with a CBR at 95% of the subgrade of 16.90%. In the design a minimum roadway width of 6m, berm width of 0.50m, a pumping of 2.5%, a cant of 8%, longitudinal slopes of up to 9.97%, minimum radii of 30 m, guide speed 30km / h were considered which was chosen with a type C2 vehicle design. As works of art were taken into account, gutters of triangular section of 0.50x0.25m, 42 relief sewers of 32”, 4 sewers of passage 2 of 32” and 2 of 36”, which are made of TMC corrugated steel material. It is concluded that the finished design meets all the parameters established by the road manual: Geometric Design -2018.

Keywords: road design, micropavimento and works of art.

I. INTRODUCCIÓN

El problema en la carretera a nivel nacional, se gira en torno a la indiferencia del gobierno, de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a pesar que han transcurrido 2 años desde el 2017 que El Niño costero causó serios daños a las infraestructuras viales del país, se sostiene que el 80 % de las carreteras, en especial de las regiones del norte, se encuentran muy dañadas y requieren con urgencia ser reparadas. Piura fue una de las regiones más afectadas por el fenómeno del niño costero y aun no se recupera del todo la infraestructura vial y se espera a las autoridades para que tomen acciones y dar solucionar a dicho problema.

En la Libertad, las carreteras se encuentran en un pésimo estado, perjudicando a los agricultores, al no tener la facilidad en el transporte de sus mercaderías. Como se sabe las zonas rurales de la Libertad se dedican al sector agrícola y ganadero siendo así su principal ingreso económico el cual se ve perjudicado.

La zona de estudio es la carretera Sinsicap-San Ignacio que tiene una longitud de 10+880, el ancho de la calzada no es el adecuado ya que tiene de 4 a 6 metros de ancho dificultando la transitabilidad de los vehículos en sentido contrario, es una carretera poco accesible para los vehículos ya que se observa un relieve predominantemente accidentado con pendientes muy pronunciadas, tiene un terreno natural que en los meses de lluvia la carretera se convierte en lodo y barro, no cuenta con el bombeo necesario, ni con los radios de volteo y demás características establecidas por la DG-2018 (Diseño Geométrico). La carretera no cuenta con señalizaciones verticales ni horizontales, pero si tiene a lo largo del tramo señalizaciones preventivas, pero en mal estado (borrosas, sin pintar, rotas), lo que se busca en este proyecto es el beneficio de la población antes mencionada.

Ante esta situación es de vital importancia mejorar las condiciones de la carretera, teniendo así una vía de comunicación adecuada que permita transitar sin dificultad, que sea para el beneficio del transporte de pasajeros, carga, y otros, logrando que la población comercialice mejor sus productos ya que su principal fuente agrícola es la papa amarilla, membrillos, blanquillos, melocotones y manzanas al igual que ayudar a reducir el gasto del transporte al tener una vía en buenas condiciones.

Para realizar este proyecto se tomó en cuenta diversas fuentes de investigación, diseños de carreteras anteriores y tesis que contengan información relacionada al proyecto:

Fabián (2018), en su tesis: "Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo: Choconday - Barro Negro, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad", tuvo como principal objetivo determinar las características técnicas para el diseño del mejoramiento de la carretera. Se inició con una visita a campo para obtener información de la zona, luego se procedió a realizar el levantamiento topográfico del proyecto obteniendo una orografía tipo 3 (accidentada), para este proyecto se consideró una carretera de 6.2 km de longitud; se ejecutó 7 calicatas más una cantera para el estudio de mecánica de suelos, la carretera se clasifica como tercera clase de acuerdo a su orografía y su IMDA (índice medio diario anual), la carretera tiene un ancho de 6.00 m, bermas de 0.50m, peralte de 12%, bombeo de 2.5%, pendiente longitudinal máxima de 6.8%, radios mínimos de curva de 25m, con una velocidad de diseño de 30km/h, en el estudio hidrológico se diseñó cunetas triangulares de 0.87m, 17 alcantarillas de alivio tipo TMC de $\phi=24''$ y 03 alcantarillas de paso de $\phi=36''$ y $\phi=40''$ tipo de tubería metálica corrugada (TMC). La estructura del suelo cuenta con micropavimento como carpeta asfáltica, base granular y sub base granular, de 2.5 cm, 15 cm y 12cm, respectivamente. El proyecto tendrá un costo de s/ 4,708, 414.23

Jiménez (2018), elaboró su investigación titulada "Diseño del mejoramiento de la carretera tramo anexo Nuevo Luya – anexo Golac, distritos de Conila y Colcamar, provincia de Luya – Amazonas", siendo su principal objetivo; la elaboración de un Diseño del mejoramiento de una calzada de dichos tramos conforme a la DG-2014, la investigación tuvo un diseño descriptivo, una carretera de 6.030km ubicada a una altura de 240msnm, identificando un relieve accidentada tipo 3 con pendientes entre 6% y 9%; en la catalogación de AASHTO Y SUCS establecen un terreno limo arcilloso y arenoso, para llevar a cabo el estudio hidrológico se necesitaron los datos obtenidos de la estación meteorológica que se determinaron en la Provincia de Chachapoyas, en la creación del diseño geométrico una de las características de la calzada y la berma fue su ancho; que tuvo como resultado 6m de calzada y de berma 0.50m, en el bombeo tuvo un resultado de 2.5%, en los peraltes fueron entre 8% y

12%, y otras características fueron; velocidad de 30km/h , las medidas de las cunetas 0.50 x 1.25m, radios de curva de 25m , la alcantarilla 48 pulgadas, y por último el aliviadero 36 pulgadas. Se llegó a la conclusión de que todos los parámetros de diseño están establecidos dentro de las normas actuales peruanas.

Malca (2018), en su investigación: Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre el Caserío Agua Santa – Olmos, Distrito de Olmos – Lambayeque, el cual su objetivo principal fue el diseño de la carretera caserío Agua Santa – Olmos recurriendo a la norma vigente consignada por MTC, realizó un estudio descriptivo, el cual inició con el Levantamiento Topográfico obteniendo una clasificación ondulada y en algunos tramos llana, la velocidad de la vía fue de 40km/h, una clasificación de Tercera Clase, para la realización del estudio de suelos se excavó 07 calicatas, dichas muestras fueron llevadas al laboratorio obteniendo en su CBR 7.49% en el diseño, con estas características se diseñó la carretera teniendo un afirmado con un espesor de 20cm, para el estudio hidrológico se tomó en consideración la información de la estación meteorológica “OLMOS” con dicha información se alcanzó realizar el análisis de precios unitarios y presupuesto del proyecto, así como también los cronogramas de obra, el cual dio como resultado un monto de S/. 4,843.002.00, estos alcances permitirán un diseño de vía adecuada, así como la incrementación del desarrollo socio-económico y así beneficiaría a la población evitando ciertas enfermedades respiratorias.

Méndez (2018), en su tesis titulada “Diseño de la carretera entre los caseríos Ururupa alta – Melgón; distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco – la libertad”, inició con la inspección al lugar de estudio para la recolección de los datos, referente a las características socio – económicas entre otros aspectos. Seguidamente realizó el levantamiento topográfico en un aproximado de 5 Km de longitud y se concluyó que se necesita diseñar una carretera de tercera clase con pendientes longitudinales entre 0.5 % y 10%. Luego de definirse la clasificación de la carretera, se procedió al diseño geométrico con una velocidad de 30 km/h. Para el estudio de suelos se hicieron 7 calicatas obteniendo en su proporción de un 16.67% Arena limosa, con un 23.93% de finos (SM); en una proporción al 16.67% de Arena arcillosa, con un 33.12% de finos (SC); un 50% comprende Limos de baja plasticidad con un 60.63% de finos (ML); y un 16.67% de Gravas arcillosas (GC).

El terreno presenta un CBR variable a lo largo del trazo de la carretera, se ha diseñado para dos valores de CBR uno de 33.59 el cual arroja una estructura de sub base = 15 cm; base = 20 cm y Micropavimento = 2.5 cm y otro CBR de 11.77 una estructura de sub base = 15 cm; base = 20 cm y Micropavimento = 2.5 cm. Se realizó el Estudio Hidrológico y se obtuvo las dimensiones de obras de arte como las cunetas de dimensión 0.30 x 1.05 m, se calcularon 2 alcantarillas de paso de 36” y 3 de “48” de diámetro y 8 alcantarillas de alivio de 24” de diámetro, dichas tuberías de MTC. El presupuesto de la obra es: S/. 4 463 638.83

Noriega (2018), realizó un estudio “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Miguel Grau – Choconday – Distrito de Usquil, provincia de Otuzco – La Libertad”, el cual su objetivo fue precisar las cualidades técnicas del diseño para el mejoramiento de la vía, la investigación del diseño fue descriptivo simple. En la investigación se realizó un levantamiento topográfico de 5+739km obteniendo que dicho sedimento es accidentado con limos arcillosos, así mismo gravas arcillosas limosas, el estudio cuenta con una velocidad directriz de 30km/h, un bombeo de 2.5% con un radio mínimo de 2m, pendientes máximas a nivel de rasante de 6.32%, en el estudio hidrológico se obtuvo la precipitación máxima en 24horas de 62.39mm determinándose el diseño de cunetas con dimensiones de 0.30m x 0.75m de sección triangular, la cantidad de alcantarillas de alivio es de 13 y alcantarillas de paso la cantidad es de 2; de secciones circular. Como conclusión el diseño fue un pavimento flexible de base, sub-base y micropavimento de 0.10m, 0.12m y 0.025m respectivamente, teniendo así el proyecto un costo total de S/ 3, 402, 975. 25.

Domínguez (2017), elaboró un estudio titulado “Diseño del mejoramiento de la carretera de los caseríos El Aliso – Ichugo, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, La Libertad”, la presente tesis se efectuó para dar solución a las necesidades que tienen los habitantes de los poblados involucrados, mejorando la transitabilidad de un lugar a otro, recalcando que es incómodo cruzar una vía improvisada, ya que es un problema y un riesgo para el automovilista, para el tramo planificó una velocidad de 30km/h teniendo como longitud de 4.8km, con pendiente de 6.96% como máximo, la vía consta de 2 carriles, con un ancho de 6m de diferentes sentidos, bombeo de calzada con un 2.5% y 4% para la berma, también se realizará cunetas con cortes de 40 x 80 siendo así triangulares, también 11 alcantarillas de alivio de 24” de diámetro,

para la realización del estudio hidrológico se necesitar 1 alcantarilla de paso en la progresiva 2 + 430, cuyo material será de TMC con diámetro de 36”, del EMS, en el primer tramo el suelo es “CL” y A – 6(7), en el segundo se obtuvo un suelo “CL” y A – 6(9), en el tercer tramo se obtuvo un suelo “GM” y A – 4(2) y en el cuarto tramo de obtuvo un suelo “ML” y A-4(1), en el estudio de impacto ambiental se estableció un buen funcionamiento de la calzada. Después de analizar un estudio de costos y presupuesto se llegó a la conclusión que se requirió para el proyecto la suma de S/. 3, 511, 359. 49 nuevos soles.

Portocarrero (2017), la presente tesis denominada “Diseño de la carretera algarrobal – San Benito, Distrito de San Benito, Provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca”. Esta investigación se inicia mediante la recolección de la información de la zona, observando las características físicas del terreno, su topografía, la situación socioeconómica, entre otras. Al elaborar la investigación se determinó el tipo de carretera, el cual por su demanda es de tercera clase, se realizaron los trabajos de gabinete obteniendo los siguientes resultados: Carretera con una longitud de 11+080 kilómetros, una velocidad de 30 Km/h, pendiente máxima de 10%, ancho de calzada de 6.00 m. Se realizaron 12 calicatas y se encontró suelos Grava arcillosa y Grava arcillosa con arena. Se realizó el estudio hidrológico en el cual se obtuvo el diseño de cunetas de 0.30x0.85m, 2 badenes, 8 alcantarillas de paso y 28 de alivio. El terreno presenta un CBR variable a lo largo del trazo de la carretera, se ha diseñado para tres valores de CBR uno de 31.68 % el cual arroja una estructura de Base = 22 cm y Micropavimento = 2.5 cm, otro CBR promedio de 14.85 % el cual arroja una estructura de Sub base = 15 cm; Base = 20 cm y Micropavimento = 2.5 cm y otro CBR de 7.3% el cual arroja una estructura de Sub base = 15 cm; Base = 25 cm y Micropavimento = 2.5 cm. Finalmente se realizó el estudio de impacto ambiental para identificar los impactos positivos y negativos, contemplando la restauración de las zonas de botadero, patio de máquinas y campamento. La suma total del proyecto es de S/.9,513,557.65 soles.

Guillen (2017), realizó un estudio titulado “diseño para el mejoramiento de la carretera que une los caseríos de Amante – Matibamba, Distrito de José sabogal – Provincia de San Marcos – Departamento de Cajamarca”, que su objetivo es realizar el Diseño para el mejoramiento de la carretera que une los caseríos El Amante –

Matibamba, con el propósito de mejorar la transitabilidad colocando a la población en la condición ventajosa respecto al crecimiento social y económico de la zona que beneficia con el proyecto, como resultado se obtuvo un terreno accidentado y ondulado con una pendiente mínima y máxima de +/- 0.1% y +/- 8%, en el estudio de suelos se obtuvo arenas arcillosas, arena inorgánica, arena limosa, y al realizar el ensayo de CBR de diseño de la subrasante dio como resultado un porcentaje de 9.88%, en el estudio hidrológico se anotó la máxima avenida pluvial en el año 2008 de 31.6 mm; con esto, se volvió a calcular una intensidad máxima de 24 horas de 25.080mm, como obra de arte se realizaron cunetas triangulares de 0.50m x 0.60m y alcantarillas con un diámetro de 36". Para el planteamiento del diseño geométrico se propuso una velocidad de diseño de 30 Km/h debido que es una carretera de tercera clase y un terreno escarpado (Tipo 4), que eso establece el MTC: Diseño geométrico (DG-2018).

Vásquez (2017), en su investigación "Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Salpo - Shulgon - provincia de Otuzco – La Libertad", el objetivo general de dicha investigación es el diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Salpo – Shulgon, el cual busca favorecer lo económico, profesional y social de los moradores de dicha provincia, en dicha investigación se llevó a cabo el levantamiento topográfico determinando que es un terreno accidentado con pendientes longitudinales menores a 10%, en el estudio de Mecánica de Suelos se determinó que el terreno presenta suelos del tipo “GC”, “SC”, “CL”, para el diseño de la carretera se obtuvo una velocidad de diseño de 30 km/h, con una pendiente máxima y mínima de 9.92 % y 0.52%, un ancho de calzada de 6 m, con bermas de 0.50 m, como estudio hidrológico, se tomó en consideración las máximas precipitaciones en 24 horas registradas por la Estación Pluviométrica de Santiago de Chuco, se precisó que la zona califica como lluviosa. Dentro del costo y presupuesto del proyecto tuvo un total de S/. 6, 808,195.48.

Cajo (2015), en su tesis “Diseño definitivo a nivel de carpeta a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Ferreñafe – Mamape (l=3.96Km), distrito Manuel Antonio Mesones Muro, Provincia Ferreñafe, departamento Lambayeque”, se procedió a ejecutar la topografía abarcando todo el área posible, estableciendo además una mejor observación de las áreas contiguas a la zona en estudio, para el diseño

geométrico se llevó a cabo el alineamiento de la carretera y se trató a disminuir los cortes de volumen y relleno para así poder hacer un menor movimiento de tierras y economizar en dicha partida. En conclusión, se determinó que el vehículo para el diseño es C3 según la DG-2013, respecto al estudio de tráfico vehicular que realizó en 7 días por 24 horas en dos puntos de trabajo. Efectuando el diseño se encontró el sobre ancho y peraltes en curvas de transición de carretera de estudio, también de 9 alcantarillas diseñadas con su respectivo diseño hidráulico y obras de arte.

Lima y Rojas (2015), realizaron un estudio “Rehabilitación de la Vía Tanlahua Perucho” Quito-Ecuador. Con la finalidad de proponer una vía con un mejor trazado geométrico trazo y seguridad para los habitantes de la localidad, satisfaciendo las necesidades de los habitantes, ya que en la actualidad la vía presenta deficiencias en su trazado y drenaje. Para ello, se analizaron los puntos correspondientes del tipo de transporte y tráfico, y posteriormente estudiar la combinación de ambos, la topografía, las características del suelo, la pluviometría y finalmente plantear el diseño de la carretera, el diseño de drenaje, y los espesores que deben tener cada capa de pavimento.

En el aspecto económico nuestro presente proyecto es de alto costo debido a que las obras ejecutadas son grandes proyectos de ingeniería que demandan mucho material y mano de obra calificada.

En el aspecto social el diseño geométrico del intercambio vial beneficiará a la población, mejorará la calidad de vida, garantizando una vida saludable y disminuyendo los accidentes de tránsito, además evitará que la población este propensa a accidentes que conlleven a la muerte.

En el aspecto técnico el Estudio de suelos y de Tráfico, para solucionar el problema del congestionamiento vehicular se fundamenta con las normas que actualmente rigen para la elaboración de Intercambios Viales, como el manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

También para la ejecución del proyecto de investigación se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

Levantamiento Topográfico: Se define al conjunto de maniobras ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder realizar una correcta representación gráfica o plano. Si se desea conocer la posición de puntos en el área de interés, es necesario obtener su ubicación mediante tres coordenadas que son elevación o cota, latitud y longitud. Para realizar levantamientos topográficos se necesitan instrumentos como el nivel y la estación total, es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y taquimétrico). (Franquet y Querol, p 22)

Con el levantamiento topográfico tenemos la capacidad de adquirir y recopilar medidas de distancias y ángulos en largos tramos de terreno con el fin de obtener las famosas curvas de nivel, con estas procedemos a tratarlas y así poder obtener las coordenadas de dichos puntos, sus elevaciones y demás según lo requiera el trabajo. (Gámez, 2015, p 10).

El procedimiento a utilizar es el taquimétrico (dispositivo que permite la medición de distancias y ángulos) ya que es el recurso topográfico que precisa en forma paralela las coordenadas Norte, Este y cota de puntos sobre la superficie del terreno; el método taquimétrico con la estación total es beneficioso ya que la obtención de datos es rápida, descartando el mínimo error de lectura, anotaciones y dando facilidad para el cálculo; esto facilita para que los cálculos de las coordenadas se efectúen a través de software de computación integrados a dichos equipos. (Casanova, 2014, p. 208).

En lo que consiste al estudio de mecánica de suelos los autores definen a este estudio como una ciencia aplicada de la ingeniería, que estudia las fuerzas y cargas del entorno físico, representa una rama importante que tiene que ver con la respuesta física del suelo, los cuales son sometidos a estudios y ensayos prácticos, que forman parte de la mecánica de suelos. (Macías, Quiroz y Carvajal, 2018, p.13), lo inicial que se realizará es la exploración del terreno para luego hacer las calicatas y obtener muestras de las cuales se llevaran al laboratorio para clasificarlos según AASTHO y

SUCS con la finalidad de saber con qué tipo de suelo se empezará a trabajar, acto seguido de clasificar los suelos se procede a realizar un perfil estratigráfico, del cual se obtendrá el CBR que es la resistencia del suelo y a una penetración de carga de 2.54mm, finalmente procesar los datos y verificar si dicho suelo sirve para la realización de la base y sub-base de la carretera sino se tendrá que realizar un estudio de cantera para reemplazar el suelo existente según los parámetros del manual de carreteras (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.27-38-44).

Existen diversos procedimientos para la realización de un Estudio de Suelos de los cuales se mencionarán los que son utilizados en esta investigación:

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), describe:

- Ensayos de Laboratorio:
 - Contenido de Humedad (MTC E 108): La humedad de un suelo es la relación (en porcentaje), del peso de agua en una muestra de suelo, al peso de partículas sólidas.
 - Peso Unitario: Se le llama peso unitario al volumen unitario del suelo que ha incluido el volumen de partículas individuales y de vacíos ya sea por encontrarse llenos de agua (peso unitario saturado) o seco (peso unitario seco). El valor del peso unitario del suelo podría variar por cantidad de agua que tenga el suelo, por la compactación obtenida o por su consolidación.
 - Límites de Atterberg: Según Bowles (1981); los límites conocidos como Límite Líquido y Límite Plástico han sido utilizados innumerables veces en todo el mundo con objetivos claros como lo son la identificación y clasificación de suelos.
 - Análisis Mecánico por Tamizado (MTC E 107): Prepara las muestras de suelo con la humedad en que se reciben del campo, para el análisis granulométrico y para determinación de constantes físicas del suelo.

Para realizar el estudio hidrológico es saber la importancia del inicio de la construcción de cualquier infraestructura que se encuentre cerca de algún río, arroyos, etc. Que puedan ocasionar daños a las construcciones, desde un punto de vista del autor, el estudio hidrológico cumple un papel importante en la ingeniería ya que, todo proyecto está relacionados con dichos estudios, por ello, es importante conocer los diversos diseños de obras relacionadas con la hidrología y el

comportamiento de los recursos de las cuencas. (Ramírez, 2015, p.10), lo primero que se debe realizar es la delimitación de la cuenca que está cerca de la zona de estudio, luego obtener los datos de análisis estadísticos como los modelos de distribución y para ello se realizará en el programa HidroEsta el cual nos procesa todos los modelos de distribución y nos proporciona el modelo correcto. Para la estimación de caudales se utilizará el método racional en el cual se estima el caudal máximo a partir de la precipitación, comprendiendo todas las conceptualizaciones en un coeficiente “c”, estimado sobre la base de las características de la cuenca (MTC: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, p.49).

Así mismo en todo proyecto de carreteras, se elabora el diseño geométrico el cual es de importancia, ya que, a través de sus estudios se establecen los diseños en planta, perfil y las secciones transversales con el propósito de que la carretera sea estable, utilitario, económica y segura. De acuerdo a su función, el diseño geométrico presenta características y volúmenes de tránsito que generen una adecuada transitabilidad y movilidad a través de un estudio suficiente para la carretera. (Cárdenas, 2013, p. 33), en el diseño geométrico se clasificará la carretera según su demanda y la orografía, además de analizar el vehículo de diseño, las características del tránsito, las velocidades de diseño y la distancia de visibilidad en la carretera; de tal manera se tendrá en cuenta criterios para realizar el diseño geométrico como:

- Sobre ancho: “Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos”. (DG – 2018, Pág.174).
- Curvas circulares, compuestas y de vuelta: “Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.” (DG – 2018, Pág. 137).
- Pendientes máximas y mínimas: “Inclinación según el avance del kilometraje”. (DG – 2018, Pág. 188).
- Curvas verticales: “Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás”. (DG – 2018, Pág. 194).

- Sección transversal: “Consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondientes a cada sección y su relación con el terreno natural”. (DG – 2018, Pág. 204).
 - Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la subrasante y la capa de rodadura. La base es parte de la estructura del pavimento. (Glosario de Términos del MTC (2018) – Página 10).
 - Sub-Base: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base. (Glosario de Términos del MTC (2018) – Página 49).
 - Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía. (Diseño de Carreteras UNI – Página 20).
 - Micropavimento: se define como una mezcla asfáltica de alta calidad compuesta de: emulsión asfáltica modificada con polímeros, agregado mineral 100 %triturados, filler mineral, agua y otros aditivos, dosificado en proporciones, mezclado y aplicado sobre la superficie del pavimento, en concordancia con especificaciones y procedimientos autorizados. (Contreras, Manix)
- Transitabilidad: Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo. (Glosario de Términos del MTC (2018) – Página 52).

Nos planteamos el siguiente problema:

¿En qué medida el diseño de la carretera Sinsicap-San Ignacio a nivel de micropavimento mejorará las condiciones de transitabilidad en el distrito de Sinsicap, provincia de Otuzco, departamento La Libertad?

La justificación se fundamenta de la siguiente manera: En el aspecto Teórico aun cuando el proyecto no tiene la finalidad de proponer nuevas teorías en el aspecto vial, si permite la aplicación de teorías existentes en la solución del problema planteado. En ese sentido se empleará la norma DG-2018 del cual se obtendrán datos relacionados para el presente diseño, de tal manera se tendrá en cuenta el Manual de Suelos, Geotecnia y Pavimentos 2014 para facilitar pautas en materia de suelos y pavimentos las cuales puedan favorecer en el empleo del diseño mismo; así como otras normas vigentes que sirvan para mejorará el transporte de la zona, el nivel

socio-económico y el intercambio cultural mejorando así el bienestar de vida de los habitantes.

Para el aspecto metodológico se pedirá ayuda al docente y asesor experto en el tema, se procede a utilizar la técnica de la observación para describir los hechos como son observados, además se seleccionará información de fuentes seguras y auténticas para hacer uso de la misma y aplicarla a la realidad con el fin de que esta ayude a la ejecución de dicho proyecto.

De igual manera en el aspecto técnico, decimos que el diseño del presente proyecto se contribuirá a mejorar su camino de trocha que tiene de 4 a 6 m de ancho para convertirlo en una calzada de 2 carriles, mejorando sus pendientes, sus radios de volteo, su bombeo y demás características los cuales se revisarán con la norma Diseño Geométrico de Carretera, ya que dicho tramo no cumple con lo antes mencionado, además se diseñarán las obras de arte como las alcantarillas, badenes y cunetas ya que al no contar con estas obras no podrá evacuar las aguas pluviales.

Finalmente, para el aspecto social, esta investigación se realiza porque existe la necesidad de que la población cuente con una adecuada infraestructura de la carretera lo cual facilitara la conexión de estos pueblos, logrando una transitabilidad eficaz de los vehículos motorizados, para así facilitar a los habitantes el comercio de sus productos agrícolas y ganadería, reduciendo el tiempo de viaje y generar mayor seguridad al momento del traslado.

Teniendo en cuenta que se trata de una investigación descriptiva, la hipótesis de este proyecto se conseguirá con los resultados de los estudios realizados.

El objetivo general es, diseñar la carretera Sinsicap-San Ignacio a nivel de Micropavimento, distrito de Sinsicap, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.

Y como objetivos específicos los siguientes: realizar el levantamiento topográfico de la carretera en estudio, realizar el estudio de mecánica de suelos para precisar las características y propiedades del suelo en estudio, realizar el estudio hidrológico y obras de arte, elaborar el diseño de la carretera a nivel de micropavimento.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación:

Según Hernández, Fernández y Baptista en su libro Metodología de la Investigación (Sexta edición), considero la siguiente clasificación:

2.1.1 Tipo de investigación

Según el enfoque: Cuantitativo

Se demostró en el estudio el análisis de la realidad a través de los diferentes métodos de medición (utiliza estadística).

Según la finalidad: Aplicada

Encuentro estrategias que permiten lograr un objetivo de estudio en concreto.

Según el nivel: Descriptivo

Se fundamenta en observar y describir los hechos reales lo más completo posible.

Según la temporalidad: Transversal

Porque se hizo una sola toma de muestra en un periodo de tiempo específico.

2.1.2 Diseño de investigación:

Se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información con el fin de responder al planteamiento del problema. Hernández, Fernández y Baptista (2014).

La presente investigación es No Experimental, Transversal, Descriptivo, Simple.

En dónde obtenemos el siguiente esquema:

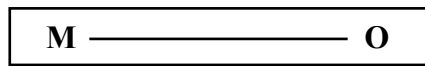


Figura 1: Método descriptivo simple
Fuente: Elaboración Propia

Del cual:

M: abarca toda la zona de influencia que está dada por la carretera Sinsicap-San Ignacio

O: comprendida por la toma de datos para la realización de dicho trabajo.

2.2. Operacionalización de variables

Variable:

Diseño de la carretera Sinsicap-San Ignacio.

Dimensiones:

Levantamiento topográfico.

Estudio de suelos.

Estudio hidrológico y diseño de obras de arte.

Diseño de la carretera a nivel de micropavimento

Tabla 1: Matriz de Operacionalización del Proyecto

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de la carretera	Levantamiento topográfico	La topografía se ha definido como la ciencia aplicada, encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la Tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie. (Rincón y Vargas, 2017, p. 10)	La realización del levantamiento topográfico busca representar el terreno para poder ver la ruta que tiene y evaluarla si es que cumple con todo lo que nos indica el reglamento.	Trazo y Alineamientos (ml)	Intervalo
				Perfil Longitudinal (km, m)	Intervalo
				Secciones Transversales (km, m)	Intervalo
	Estudio de Mecánica de Suelos	La mecánica de suelos es el uso de la mecánica a los dilemas geotécnicos. Esta analiza el comportamiento, utilización y propiedades, del suelo como elemento estructural, de tal forma que las alteraciones y resistencia del suelo ofrezcan, durabilidad, estabilidad y seguridad de las estructuras. (Escobar, 2016, p.5)	Para el estudio de mecánica de suelos se hará un reconocimiento de la zona a tratar para luego hacer las respectivas calicatas y extraer muestras de las cuales se llevarán al laboratorio para clasificarlos según AASTHO y SUCS y así saber con qué suelo se está trabajando.	Contenido de humedad (%)	Razón
				Granulometría (%)	Razón
				Límites de consistencia (%)	Razón
				Proctor Modificado (%)	Razón
				CBR (%)	Razón

	Estudio Hidrológico y Diseño de Obras de Arte	La hidrología en ingeniería estudia a una rama que incluye aquella fracción del campo de la hidrología que incumben al operación y diseño de proyectos de ingeniería para la explotación y control del agua (Aparicio, 2015, p.34). Lo que orienta a un diseño de obras de arte es el estudio hidrológico el cual nos brinda la precipitación pluvial que es fundamental para el diseño de obras de arte. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC-2016).	Para la realización del estudio hidrológico lo primero que se debe considerar es el tamaño de la cuenca como factor hidrológico, en el cual el caudal aportado estará en función a las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, tipo de cobertura vegetal, tipo de manejo de suelo y capacidad de almacenamiento. Se diseñarán obras de arte tales como cunetas, alcantarillas, etc. Para evacuar las precipitaciones pluviales que ocurran en toda la carretera en estudio.	Cuencas (m2)	Intervalo
				Intensidad de Precipitación (mm/día)	Intervalo
				Caudales Máximos (m3/seg)	Intervalo
				Cunetas (ml.)	Intervalo
				Alcantarillas (und.)	Intervalo
	Diseño de la carretera	En el estudio del diseño geométrico se clasificará la carretera según la demanda y la orografía, se analizará el tipo de vehículo con el que se diseñará, las características del tránsito, velocidades de diseño y la distancia de visibilidad en la carretera; así mismo se tendrá en cuenta criterios para realizar el diseño geométrico tanto en planta como en perfil y por último el diseño de la sección transversal en el cual está la calzada, bermas, bombeo, peralte, taludes y cunetas. (MTC-2016).	Para el diseño de la carretera se usará la DG-2018 para recopilar información y parámetros que ayuden a la realización de este, con dimensiones y alineamientos tales que su capacidad resultante satisfaga la demanda del proyecto.	Índice Medio Diario Anual (IMD) (veh. /día)	Razón
				Velocidad de Diseño (m/s)	Intervalo
				Carga Máxima de Diseño (ton/m)	Intervalo
				Pendiente Máxima (%)	Intervalo
				Talud Corte (%)	Intervalo
				Radio mínimo (ml)	Intervalo
				Peralte (%)	Intervalo
				Diseño de Micropavimento (m ²)	Razón
Señalización (und.)	Razón				

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Población y Muestra: se tuvo en cuenta toda la carretera del centro poblado: Sinsicap-San Ignacio, distrito de Sinsicap, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.

Muestreo: No probabilístico por conveniencia ya que se trabajó con la zona que necesita el servicio del diseño de la carretera.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Se utilizó como técnica de Recolección de Datos, la Observación permitiéndonos de este modo obtener la información necesaria complementando el proceso con Guías y Formatos para el acopio de datos y protocolos.

Instrumento: Guía de Observación, con el apoyo de equipos como:

- Equipos Topográficos:

- ✓ Estación total
- ✓ Prisma
- ✓ Wincha
- ✓ GPS diferencial
- ✓ Libreta de Campo

- Instrumentos de Laboratorio de Suelos:

- ✓ Tamices
- ✓ Horno
- ✓ Espátulas
- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Copa de Casagrande
- ✓ Recipiente
- ✓ Caña alta

- Equipo de Oficina:

- ✓ Laptop
- ✓ Memorias USB
- ✓ Celular

2.5. Procedimiento

La información se obtuvo haciendo un recorrido en la zona de estudio, luego se empleó equipo e instrumentos topográficos, los que permitió llevar a cabo el levantamiento topográfico de la carretera Sinsicap-San Ignacio. Los datos obtenidos se recopilaron en una libreta de campo y tomas fotográficas.

Se dio inicio a un estudio de suelo mediante la extracción de muestras de calicatas a cada 1 km con dimensiones de 1.00 m (ancho) x 1.00 m (largo) x 1.50 m (profundidad), dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio para ser analizadas a través del estudio básico de Suelos, requerimiento fundamental para la ejecución de dicho proyecto.

Se procedió con el estudio hidrológico y sus obras de arte, de la que se obtuvo los datos de intensidad de lluvia y coeficientes de escorrentía para el correcto estudio.

Finalmente, se inició el diseño geométrico de la carretera de la cual se obtuvo la clasificación de la carretera y los criterios de diseño en planta, perfil y secciones transversales, con el objetivo de mejorar el tránsito vehicular y bienestar de la población.

2.6. Métodos de análisis de datos

La información se procesó mediante el uso de tablas y figuras, haciendo uso de los siguientes softwares: AutoCAD Civil 3D para pasar los puntos del estudio topográfico y diseñar la carretera; EXCEL, para el procesamiento de datos y/o cálculos; Word, elaboración del informe del presente estudio de investigación, entre otros.

2.7. Aspectos éticos

El proyecto se realiza con compromiso y sinceridad con el fin de mejorar los pueblos Sinsicap – San Ignacio. Se utilizó datos auténticos basado en las normas técnicas vigentes, a través del fiel recojo de información; además de, proceder a la visita con la finalidad de observar la carretera en análisis. Se informó a la población de la realización del proyecto para evitar posibles problemas durante el desarrollo.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Generalidades

En el contexto de la tesis “Diseño de la carretera Sinsicap-San Ignacio a nivel de Micropavimento, Distrito de Sinsicap, Provincia de Otuzco, Departamento La Libertad-2019”, es necesario contar con la descripción exacta de la realidad vista en campo correspondiente al trabajo en Gabinete.

A través del levantamiento topográfico se determina la topografía del área de influencia, lo que permite reconocer los desniveles, pendientes, perfiles longitudinal y transversal y, alineamientos los cuáles son datos base para el inicio del desarrollo.

El levantamiento se ha efectuado con GPS de alta precisión y estación total, utilizando el sistema de coordenadas UTM, datum WGS 84 S- 17.

3.1.2. Ubicación

Departamento: La Libertad

Provincia: Otuzco

Distrito: Sinsicap

Caseríos: Sinsicap y San Ignacio

3.1.3. Reconocimiento de la zona

Al llegar a la zona de estudio en los caseríos de Sinsicap y San Ignacio, se procedió a explorar el lugar para la identificación de posibles dificultades u obstáculos a presentarse; posteriormente, obtener datos que nos beneficie en la determinación de las características topográficas de la misma con el objetivo de obtener una mayor precisión y reducción en el tiempo de trabajo.

3.1.4. Metodología de trabajo

El levantamiento topográfico se realizó en la zona de estudio, programado en 3 etapas: Etapa Preliminar (donde se realizó las coordinaciones correspondientes), Etapa de Trabajo de Campo y Etapa de Gabinete, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el Manual de Diseño de Carreteras (DG – 2018).

3.1.4.1. Personal

02 tesista.

01 topógrafo.

02 ayudantes.

3.1.4.2. Equipos

01 GPS Diferencial.

01 estación total.

01 trípode de estación total.

03 prismas.

01 camioneta 4x4 Hilux.

01 wincha 100 metros.

3.1.4.3. Materiales

Lapiceros

Corrector

Cuaderno de apuntes

Estacas

Cal

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

Se utilizó el método de la poligonal abierta; con apoyo del GPS se tomaron los puntos de inicio y final de la carretera; luego, con la estación total, se procedió hacer el levantamiento con 3 prismas abarcando la mayor área posible de la carretera. Todo este desarrollo se realizó guiándose de la carretera (trocha carrozable) existente.

El levantamiento topográfico tuvo una duración aproximadamente de 4 días, el cual inicio en el caserío de Sinsicap y culmino en el ingreso al caserío de San Ignacio, una vez recopilada la información se procesaron los datos obtenidos con la finalidad de continuar con el proyecto.

3.1.5.2. Puntos de georreferenciación

Los puntos de inicio y final del tramo del proyecto se obtuvieron mediante el GPS, cuyos datos se dieron en coordenadas UTM lo que nos proporcionó la altitud real de la misma.

Tabla 2: Ubicación con coordenadas UTM

Coordenadas UTM	Punto Inicial (Caserío Sinsicap)	Punto Final (Caserío San Ignacio)
Norte	9131511.63 m	9133684.08 m
Este	747754.91 m	750718.82 m
Altitud (m.s.n.m)	2302.00 m	2990.00 m

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.3. Puntos de estación

Los puntos se ubicaron de tal manera que abarque toda el área en estudio. En la siguiente tabla se detalla los datos obtenidos:

Tabla 3: Puntos de estación.

ESTACIÓN	COORDENADAS		
	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
E1	9131511.63	747754.91	2302
E2	9131488.49	747991.34	2332
E3	9131811.42	747743.21	2352
E4	9131588.05	747996.30	2376
E5	9131628.18	748199.79	2408
E6	9131836.62	747898.57	2430
E7	9131677.32	748109.21	2436
E8	9131781.59	748476.12	2500
E9	9131515.37	748458.64	2470
E10	9131485.9	748923.55	2518
E11	9131571.76	748551.46	2510

E12	9131571.76	748498.89	2560
E13	9132104.98	748135.44	2564
E14	9132104.98	748317.58	2600
E15	9132104.98	748338.86	2624
E16	9132142.64	748702.56	2702
E17	9131763.25	748826.00	2690
E18	9131832.45	749229.24	2731
E19	9132385.36	749659.11	2810
E20	9132480.93	749862.45	2856
E21	9133056.41	750107.37	2896
E22	9133684.08	750718.82	2990

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos

Se realizó la toma de detalles de estructuras que afectaban exclusivamente al proyecto como viviendas, postes, accesos, zona rocosa, entre otros.

Los puntos transversales ubicados a 50 mts a partir del eje y en zonas curvas de volteo ha servido para el relleno topográfico (la franja de terreno para diseño geométrico y detalle del terreno natural).

3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

Los códigos o nomenclaturas utilizadas son los siguientes:

- E1: Estación
- BI: Borde izquierdo de la trocha
- BD: Borde derecho de la trocha
- I: Izquierda
- D: Derecha
- CASA: Casa

3.1.6. Trabajo de gabinete

3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos

El procesamiento de los datos obtenidos y guardados en la estación total, fueron pasados a una hoja de Excel de la cuál, posteriormente, se importó en otro formato para facilitar su trabajo en AutoCAD Civil 3D, versión 2018. Después de ello, se elaboró el relieve del terreno y las curvas de nivel.

Finalmente se obtuvo los siguientes planos:

- ✓ Plano de Ubicación.
- ✓ Plano Topográfico.

3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

3.2.1. Estudio de suelos

3.2.1.1. Alcance

Las técnicas de recolección de datos de información han ido evolucionando con el pasar de los años respecto a la investigación de los suelos. Este estudio se desarrolló exclusivamente para el proyecto de tesis, así que los resultados obtenidos, solo son apropiados para este proyecto: “Diseño de la carretera Sinsicap-San Ignacio a nivel de Micropavimento, Distrito de Sinsicap, Provincia de Otuzco, Departamento La Libertad-2019”.

Por lo que los resultados, recomendaciones y conclusiones determinadas en este estudio solo se aplican para este proyecto.

3.2.1.2. Objetivos

Su objetivo es la caracterización del suelo predominante en dicho lugar obtenidas a partir del estudio de mecánica de suelos, con el fin de obtener características físicas y mecánicas y así alcanzar la información necesaria para continuar con el proyecto.

3.2.1.3. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la carretera de Tercera Clase (Tipo 3), entre las localidades de Sinsicap y San Ignacio, cuenta con una longitud de 10+880 km, ubicada en el Distrito de Sinsicap, Provincia de Otuzco, Departamento La Libertad.

3.2.1.4. Descripción de los trabajos

En este trabajo se realizaron 12 calicatas, 11 calicatas del tramo y 1 de la cantera, de dimensiones: 1.00 m (ancho) x 1.00 m (largo) x 1.50 m (profundidad), ubicadas a 1 km de todo el eje de la carretera.

Número de calicatas:

Para ello se recurrió al Manual de Ensayos de la MTC para considerar los criterios que esta nos brinda y poder realizar el proyecto.

Tabla 4: Número de calicatas para exploración de suelos

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (M)	NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS	OBSERVACIÓN
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh./día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Tabla 5: Número de Ensayos MR y CBR

TIPO DE CARRETERA	Nº MR y CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Ubicación de calicatas:

Se realizaron 11 calicatas en todo el largo de la carretera ubicadas en cada km de la carretera, la excavación fue a cielo abierto como lo detalla la siguiente tabla:

Tabla 6: Número de Calicatas y Ubicación

CALICATA	KILOMETRAJE	DIMENSIONES (m)
C-1	KM 01+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-2	KM 02+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-3	KM 03+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-4	KM 04+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-5	KM 05+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-6	KM 06+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-7	KM 07+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-8	KM 08+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-9	KM 09+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-10	KM 10+000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-11	KM 10+880	1.00 x 1.00 x 1.50

Fuente: Elaboración propia

Resumen de ensayos:

De las once calicatas del estudio básicos de mecánica de suelos se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 7: Propiedades físicas del estudio de suelos

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS						
Nº	Estrato			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP
C-1	E-1	KM 01+000	1.50 m	10.51	33.87	53.67	12.46	20	7	3
C-2	E-1	KM 02+000	1.50 m	9.64	33.32	53.85	12.84	20	14	6
C-3	E-1	KM 03+000	1.50 m	4.74	50.58	45.30	4.12	33	21	12
C-4	E-1	KM 04+000	1.50 m	9.92	34.54	53.00	12.46	21	17	4
C-5	E-1	KM 05+000	1.50 m	9.72	50.88	45.85	3.27	36	22	14

C-6	E-1	KM 06+000	1.50 m	8.26	32.54	55.21	12.25	39	20	19
C-7	E-1	KM 07+000	1.50 m	6.83	34.71	51.06	14.23	17	12	5
C-8	E-1	KM 08+000	1.50 m	6.84	32.34	53.92	13.74	25	11	14
C-9	E-1	KM 09+000	1.50 m	28.87	34.80	51.03	14.17	38	21	17
C-10	E-1	KM 10+000	1.50 m	6.48	33.05	52.70	14.25	19	11	8
C-11	E-1	KM 10+880	1.50 m	4.65	34.57	52.59	12.84	24	17	7

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIT Moche (UCV)

Tabla 8: Clasificación del estudio de suelo

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
Nº	Estrato				
C-1	E-1	KM 01+000	1.50 m	SM	A-2-4 (0)
C-2	E-1	KM 02+000	1.50 m	SM-SC	A-2-4 (0)
C-3	E-1	KM 03+000	1.50 m	CL	A-6 (3)
C-4	E-1	KM 04+000	1.50 m	SM-SC	A-2-4 (0)
C-5	E-1	KM 05+000	1.50 m	CL	A-6 (4)
C-6	E-1	KM 06+000	1.50 m	SC	A-2-6 (1)
C-7	E-1	KM 07+000	1.50 m	SM-SC	A-2-4 (0)
C-8	E-1	KM 08+000	1.50 m	SC	A-2-6 (0)
C-9	E-1	KM 09+000	1.50 m	SC	A-2-6 (1)
C-10	E-1	KM 10+000	1.50 m	SC	A-2-4 (0)
C-11	E-1	KM 10+880	1.50 m	SM-SC	A-2-4 (0)

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIT Moche (UCV)

Tabla 9: Propiedades Mecánicas del estudio de suelos

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES MECÁNICAS					
				MDS (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm ³)	Q adm. (Tn/cm ³)
Nº	Estrato								
C-1	E-1	KM 00+900	1.50 m	1.792	8.55	20.27	17.11	-	-
C-2	E-1	KM 01+950	1.50 m	-	-	-	-	-	-
C-3	E-1	KM 02+900	1.50 m	-	-	-	-	-	-
C-4	E-1	KM 03+950	1.50 m	1.792	8.55	20.06	16.9	-	-
C-5	E-1	KM 04+000	1.50 m	-	-	-	-	-	-

C-6	E-1	KM 06+000	1.50 m	-	-	-	-	-	-
C-7	E-1	KM 07+000	1.50 m	1.782	9.05	17.01	14.47	-	-
C-8	E-1	KM 08+000	1.50 m	-	-	-	-	-	-
C-9	E-1	KM 09+000	1.50 m	-	-	-	-	-	-
C-10	E-1	KM 10+000	1.50 m	1.763	9.55	13.34	11.25	-	-
C-11	E-1	KM 10+880	1.50 m	-	-	-	-	-	-

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIT Moche (UCV)

Perfil Estratigráfico:

En la Figura 2 se muestra los perfiles estratigráficos de cada calicata y de la cantera realizada para esta tesis que une a los caseríos de Sinsicap-San Ignacio:

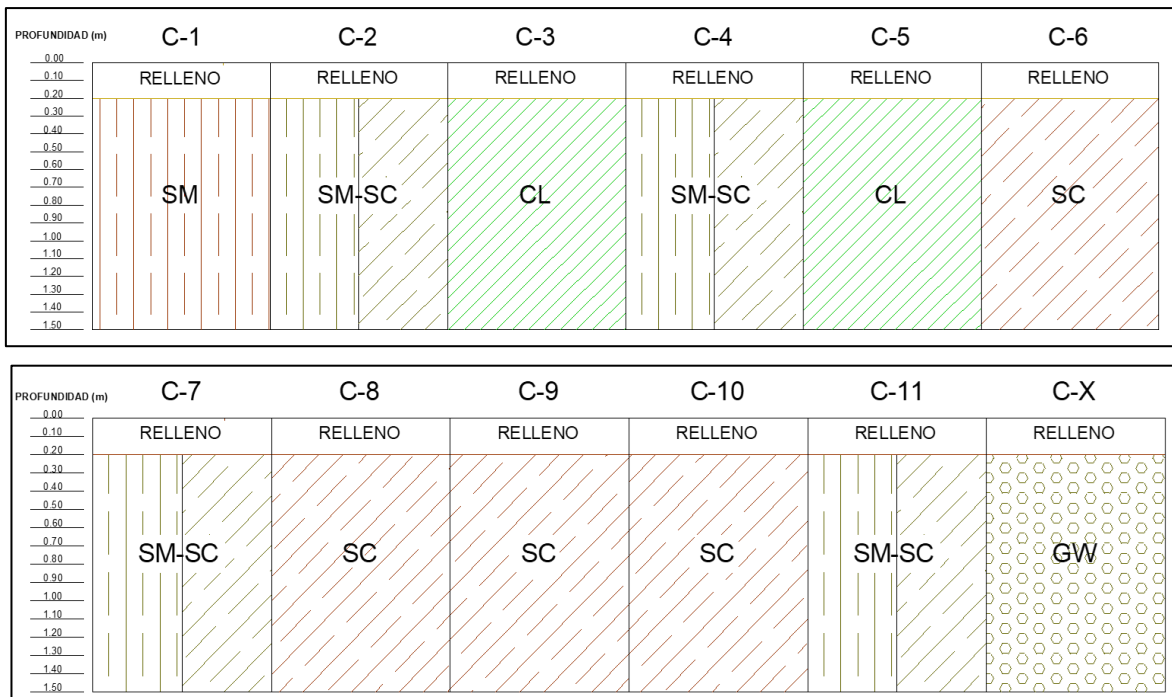


Figura 2. Perfil Estratigráfico

Fuente: Elaboración Propia

Según la clasificación SUCS, el suelo existente por calicata es la siguiente:

- C-1: Arena Limosa, Sistema SUCS: “SM” y Sistema AASHTO: “A-2-4 (0)” y contenido de humedad de 10.51%.
- C-2: Arena limo-arcillosa, Sistema SUCS: “SM-SC” y Sistema AASHTO: “A-2-4 (0)” y contenido de humedad de 9.64%.

- C-3: Arcilla ligera arenosa, Sistema SUCS: “CL” y Sistema AASHTO: “A-6 (3)” y contenido de humedad de 4.74%.
- C-4: Arena limo arcillosa, Sistema SUCS: “SM-SC” y Sistema AASHTO: “A-2-4 (0)” y contenido de humedad de 9.92%.
- C-5: Arcilla ligera arenosa, Sistema SUCS: “CL” y Sistema AASHTO: “A-6 (4)” y contenido de humedad de 9.72%.
- C-6: Arena arcillosa, Sistema SUCS: “SC” y Sistema AASHTO: “A-2-6 (1)” y contenido de humedad de 8.26%.
- C-7: Arena limo- arcillosa, Sistema SUCS: “SM-SC” y Sistema AASHTO: “A-2-4 (0)” y contenido de humedad de 6.83%.
- C-8: Arena arcillosa, Sistema SUCS: “SC” y Sistema AASHTO: “A-2-6 (0)” y contenido de humedad de 6.84%.
- C-9: Arena arcillosa, Sistema SUCS: “SC” y Sistema AASHTO: “A-2-6 (0)” y contenido de humedad de 28.87%.
- C-10: Arena arcillosa, Sistema SUCS: “SC” y Sistema AASHTO: “A-2-4 (0)” y contenido de humedad de 6.48%.
- C-11: Arena limo arcillosa, Sistema SUCS: “SM-SC” y Sistema AASHTO: “A-2-4 (0)” y contenido de humedad de 4.65%.

El contenido de humedad de las muestras está entre 4.65% al 28.87%, siendo 9.68% la humedad promedio.

Para establecer la categoría de la subrasante se ha realizado mediante el CBR 95% de la máxima densidad seca, obteniendo cuatro promedios:

- 17.11% de promedio corresponde dentro del rango de valores: De $CBR \geq 10\%$ A $CBR < 20\%$, tipo S3: subrasante buena, por lo que estos suelos se interpretan como un suelo de excelente a bueno.
- 16.90% de promedio corresponde dentro del rango de valores: $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$, tipo de S3: sub rasante buena, por lo que estos suelos se interpretan como un suelo de buena calidad.

- 14.47 % de promedio corresponde dentro del rango de valores: $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$, tipo de S3: sub rasante buena, son suelos de una calidad buena
- 11.25 % de promedio corresponde dentro del rango de valores: $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$, tipo de S3: sub rasante buena, suelos de excelente a buena calidad.

3.2.2. Estudio de cantera

3.2.2. Estudio de cantera

3.2.2.1. Identificación de cantera

A través del reconocimiento de la zona se identificó una cantera en el km 07 + 100, la cual será de ayuda para el reemplazo o la mejora de la sub rasante en los tramos donde el CBR no cumpla, si es que se diera el caso, según lo especificado en el “Manual de Carreras” Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Dicha cantera se encuentra disponible para cualquier tipo de proyecto que requiera de su utilización por la facilidad en su extracción por la zona donde se ubica.

3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera

Luego de haber extraído la muestra de la cantera y llevado al laboratorio de suelos para realizar los ensayos respectivos, se logró los siguientes datos:

Tabla 10: Resumen de valores de ensayo de la Cantera (Propiedades Físicas)

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS						
				% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP
N°	Estrato									
C-X	E-1	CANTERA	1.50 m	0.67	2.76	12.43	84.82	NP	NP	NP

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIT Moche (UCV)

Tabla 11: Clasificación de la cantera

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
N°	Estrato	CANTERA	1.50 m	GW	A-1-a (0)
C-X	E-1				

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIT Moche (UCV)

Tabla 12: Propiedades mecánicas de la cantera

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES MECÁNICAS					
				MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm3)	Q adm. (Tn/cm3)
N°	Estrato	CANTERA	1.50 m	2.086	4.3	118.4	90.11	-	-
C-X	E-1								

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIT Moche (UCV)

3.2.3. Estudio de fuente de agua

3.2.3.1. Ubicación

La fuente de agua más cercana al área de estudio es un río llamado “Santa Lucia”, que se encuentra a unos 9+065 km. Siendo ésta la principal fuente de abastecimiento del recurso hídrico.



Figura 3: Río San Lucia

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

Para realizar proyectos de carreteras ya sea de cualquier índole, un punto muy importante que debemos de tomar en cuenta, es el estudio hidrológico y sus obras de arte. Puesto que, de ellas dependerá la durabilidad de la carretera. Se conoce que en la sierra las precipitaciones son notables es por ello que se debe hacer un buen estudio y diseño de estas.

La carretera en estudio está ubicada dentro de la Estación Pluviométrica de Sinsicap, donde se adquirió datos elementales para poder realizar la presente tesis.

3.3.1.2. Objetivos del estudio

Desarrollar este estudio es fundamental puesto que, con esto contribuiremos a solucionar el tema del drenaje de la carretera; para que así las frecuentes precipitaciones de la zona de estudio no afecten la vida útil a la que está diseñada.

Para ello se diseñaron obras de arte como: cunetas, alcantarillas de paso, alcantarillas de alivio.

3.3.1.3. Estudios hidrológicos

Se efectuaron los siguientes estudios hidrológicos:

- Precipitaciones máximas anuales Distribuciones
- Intensidad máxima
- Regresión
- Curva IDF
- Características de las cuencas de drenaje
- Cálculo de caudales de diseño para cunetas
- Diseño de cunetas
- Cálculo de caudales de diseño para aliviaderos
- Diseño de alcantarillas de alivio
- Cálculo de caudales de diseño para alcantarillas de paso
- Diseño de alcantarillas de paso

3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

3.3.2.1. Información pluviométrica

La zona de estudio presenta una estación meteorológica de SENAMHI que se encuentra ubicada donde se realiza el proyecto, por lo que se tomó en consideración los datos existentes de los últimos años.

Tabla 13: Información Pluviométrica del Proyecto

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE SINSICAP					
Departamento:	La Libertad	Provincia:	OTUZCO	Distrito:	SINSICAP
Latitud:	7° 51' 0.75" S	Longitud:	78° 45' 18.11" W	Altitud:	2315 m.s.n.m.

Fuente: Datos del SENAMHI

De los datos obtenidos se calculó las precipitaciones máximas mensuales de los años 1980 hasta 2018 con las cuales se logró los siguientes datos:

Tabla 14: Datos mensuales de precipitación máxima en 24 hr. (mm)

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1	1980	0.50	8.80	9.90	3.10	2.30	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	3.20	9.20	9.90	MAR
2	1981	19.80	11.20	18.20	3.20	0.01	0.01	0.01	0.70	0.80	9.20	1.30	2.30	19.80	ENE
3	1982	16.60	1.20	12.60	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	8.30	33.70	3.20	33.70	NOV
4	1983	42.50	27.10	88.30	31.30	42.10	20.10	0.00	0.00	0.00	12.10	2.10	12.90	88.30	MAR
5	1984	6.10	28.60	22.40	4.20	8.10	2.20	0.00	0.00	0.01	12.20	5.10	3.40	28.60	FEB
6	1985	14.10	8.60	12.30	3.20	2.20	0.00	0.00	0.01	3.40	0.01	0.00	3.10	14.10	ENE
7	1986	14.20	10.40	4.80	11.30	0.01	0.00	0.01	8.90	0.01	3.80	2.60	5.20	14.20	ENE
8	1987	18.30	10.20	38.60	9.10	1.20	2.10	0.00	0.00	0.01	2.80	6.10	3.20	38.60	MAR
9	1988	29.40	6.30	6.10	12.30	4.70	0.01	0.00	0.00	0.01	4.10	2.40	3.60	29.40	ENE
10	1989	6.20	21.40	13.20	5.10	1.60	1.40	0.00	1.30	4.60	15.30	0.01	0.00	21.40	FEB
11	1990	3.10	10.80	6.80	2.70	0.01	1.20	0.00	0.00	0.90	4.10	12.40	3.20	12.40	NOV
12	1991	1.20	5.90	10.10	7.20	4.40	0.00	0.00	0.00	0.01	5.10	2.20	4.20	10.10	MAR
13	1992	7.90	8.60	12.10	42.90	5.60	5.20	0.01	0.01	4.70	1.20	1.30	1.30	42.90	ABR
14	1993	11.30	37.20	28.10	13.10	2.30	0.01	0.01	0.01	8.20	3.30	9.40	5.70	37.20	FEB
15	1994	23.60	24.10	24.20	15.20	1.80	3.00	0.01	0.00	1.30	1.50	8.80	7.20	24.20	MAR
16	1995	8.20	16.50	7.60	4.10	3.20	2.80	0.80	0.00	0.80	1.80	4.30	11.20	16.50	FEB
17	1996	6.30	35.60	25.10	7.20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.80	3.70	2.10	1.90	35.60	FEB
18	1997	4.20	8.70	11.10	21.20	1.30	1.10	0.00	0.00	2.80	3.10	6.30	31.80	31.80	DIC
19	1998	39.70	49.60	64.40	12.40	8.20	3.10	0.00	0.00	1.40	4.40	2.20	4.50	64.40	MAR
20	1999	16.60	53.30	7.80	9.70	14.40	0.60	1.80	0.00	2.40	2.60	1.60	9.40	53.30	FEB
21	2000	12.40	20.50	22.60	16.50	10.40	0.01	0.00	2.20	12.20	1.30	3.20	11.10	22.60	MAR
22	2001	19.40	15.10	47.90	12.40	4.30	2.40	0.00	0.00	5.10	5.70	3.40	2.60	47.90	MAR
23	2002	1.80	63.80	16.40	18.90	0.90	1.00	0.01	0.00	1.90	5.50	7.40	3.70	63.80	FEB
24	2003	5.50	24.70	5.80	10.50	3.90	0.90	0.10	0.00	0.01	1.80	9.60	28.20	28.20	DIC

25	2004	5.10	16.10	6.20	7.70	12.10	0.01	0.01	0.01	0.01	36.70	2.90	4.80	36.70	OCT
26	2005	9.20	14.10	15.70	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	2.10	9.40	15.70	MAR
27	2006	10.80	63.90	19.40	12.10	0.01	2.40	0.01	0.01	1.10	0.80	10.70	13.30	63.90	FEB
28	2007	5.90	0.00	14.40	7.90	12.60	0.00	0.01	0.30	0.30	5.30	10.40	7.60	14.40	MAR
29	2008	16.70	33.10	21.60	14.50	2.20	2.30	0.60	0.80	0.90	6.70	4.90	2.10	33.10	FEB
30	2009	24.40	16.30	24.40	9.40	1.10	0.01	0.80	0.40	0.01	4.50	3.40	4.80	24.40	ENE- MAR
31	2010	12.20	49.70	8.70	11.20	7.20	0.20	0.01	0.00	12.40	1.70	4.90	3.50	49.70	FEB
32	2011	11.20	9.80	10.30	15.10	0.80	1.10	0.01	0.01	2.60	1.20	7.10	6.40	15.10	ABR
33	2012	18.60	21.70	25.30	15.80	3.60	5.10	0.00	0.01	2.30	13.90	4.70	7.30	25.30	MAR
34	2013	8.60	12.20	27.90	2.90	3.20	0.01	0.00	0.01	0.00	7.10	0.00	1.50	27.90	MAR
35	2014	7.30	11.20	-	-	12.90	0.00	0.00	0.00	4.10	6.80	2.80	7.40	12.90	MAY
36	2015	11.40	9.40	16.80	7.20	1.30	0.00	0.90	0.00	0.00	3.40	5.70	3.60	16.80	MAR
37	2016	17.80	13.70	7.80	7.20	1.40	0.00	0.00	0.00	1.80	0.30	0.00	3.30	17.80	ENE
38	2017	19.30	45.70	54.10	6.20	5.30	1.90	0.00	2.80	4.00	5.10	12.40	3.40	54.10	MAR
39	2018	9.40	8.20	6.30	12.40	4.10	0.30	0.00	0.00	2.30	2.30	1.80	10.60	12.40	ABR
MAX		42.50	63.90	88.30	42.90	42.10	20.10	1.80	8.90	12.40	36.70	33.70	31.80	88.30	MAR
PROMEDIO		13.25	21.37	20.40	11.02	4.91	1.55	0.13	0.45	2.16	5.60	5.24	6.69		
MINIMO		0.50	0.00	4.80	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00		

Fuente: Elaboración Propia

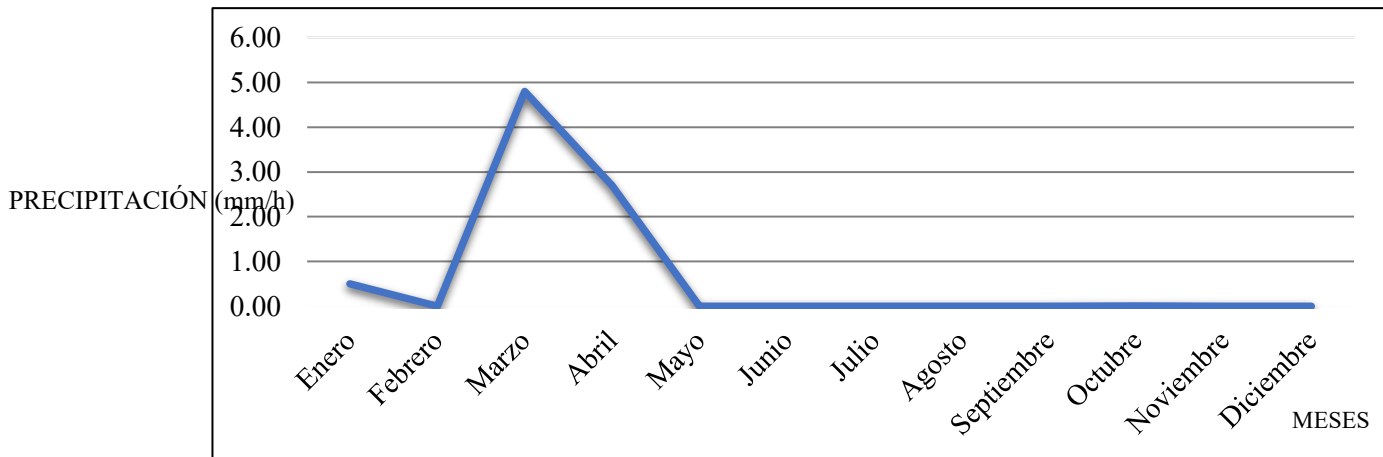


Figura 4. Precipitación Media Mensuales Mínimas

Fuente: Elaboración propia

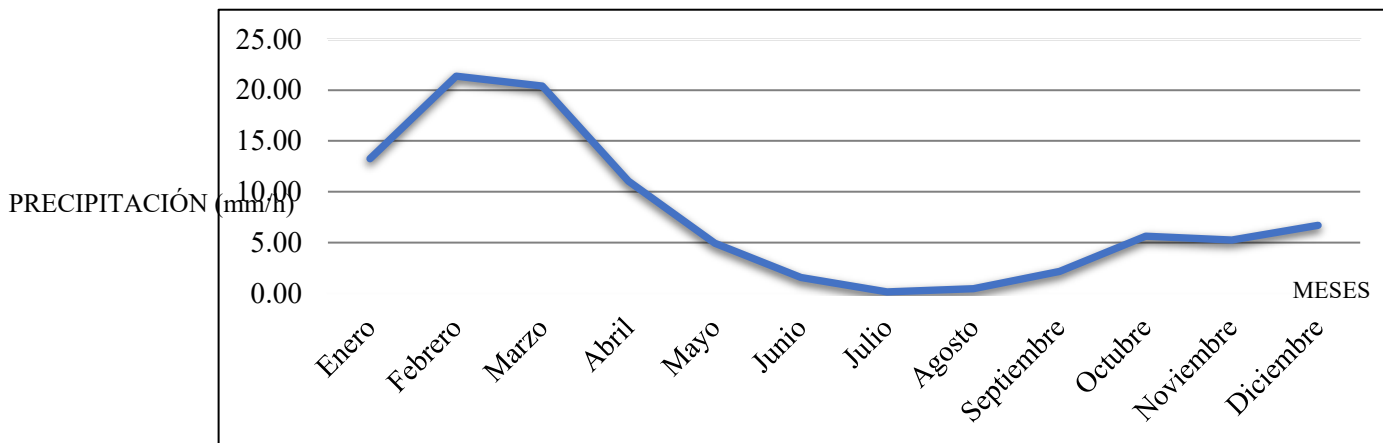


Figura 5. Precipitación Media Mensuales Promedio

Fuente: Elaboración propia

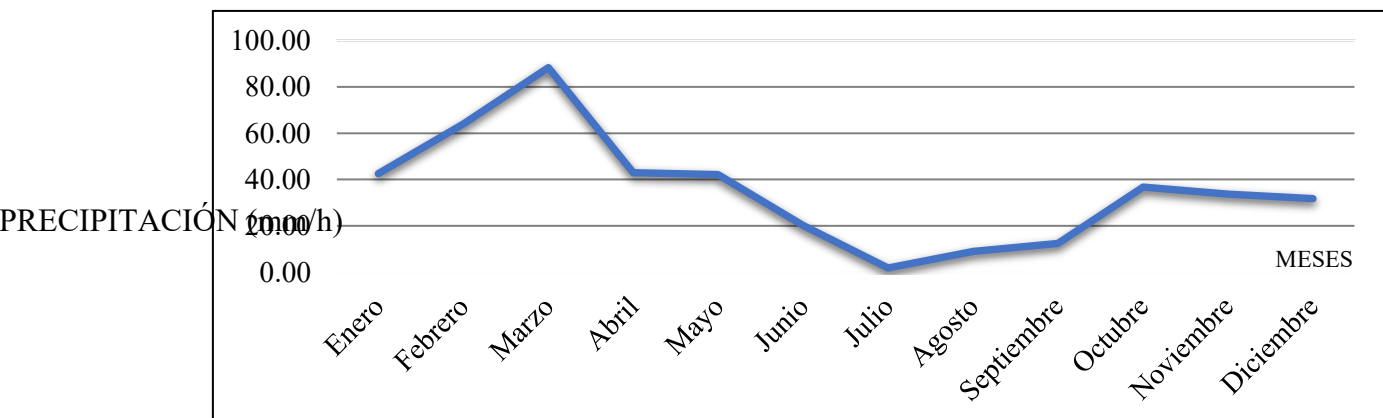


Figura 6. Precipitación Media Mensual Máximas

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

Tabla 15: Precipitaciones Máximas anuales

Año	Máximo	
	MES	Precipitación
1980	MAR	9.90
1981	ENE	19.80
1982	NOV	33.70
1983	MAR	88.30
1984	FEB	28.60
1985	ENE	14.10
1986	ENE	14.20
1987	MAR	38.60
1988	ENE	29.40
1989	FEB	21.40
1990	NOV	12.40
1991	MAR	10.10
1992	ABR	42.90
1993	FEB	37.20
1994	MAR	24.20
1995	FEB	16.50
1996	FEB	35.60
1997	DIC	31.80
1998	MAR	64.40
1999	FEB	53.30
2000	MAR	22.60
2001	MAR	47.90
2002	FEB	63.80
2003	DIC	28.20
2004	OCT	36.70
2005	MAR	15.70
2006	FEB	63.90
2007	MAR	14.40
2008	FEB	33.10
2009	ENE-MAR	24.40
2010	FEB	49.70
2011	ABR	15.10
2012	MAR	25.30
2013	MAR	27.90
2014	MAY	12.90
2015	MAR	16.80
2016	ENE	17.80
2017	MAR	54.10
2018	ABR	12.40

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos obtenidos de las precipitaciones máximas anuales se hizo un registro pluviométrico para cada año.

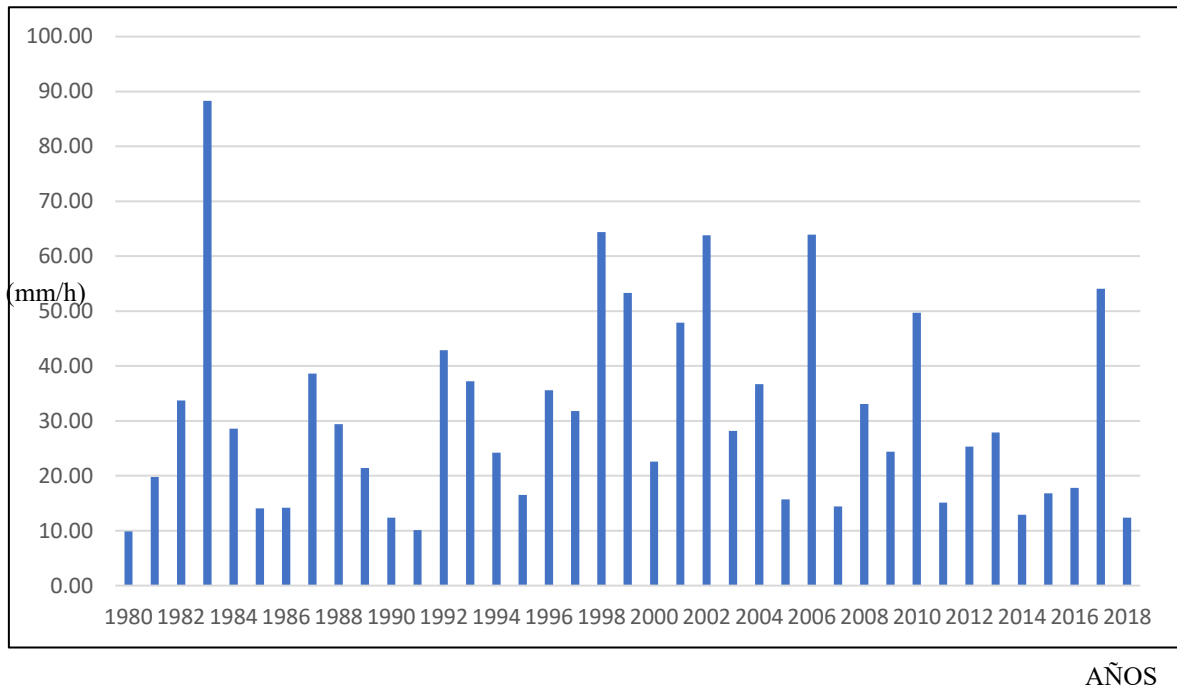


Figura 7. Precipitaciones Máximas Anuales en 24 horas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se puede observar los años con mayor precipitación y las cantidades donde ocurrieron las máximas avenidas como son: febrero y marzo

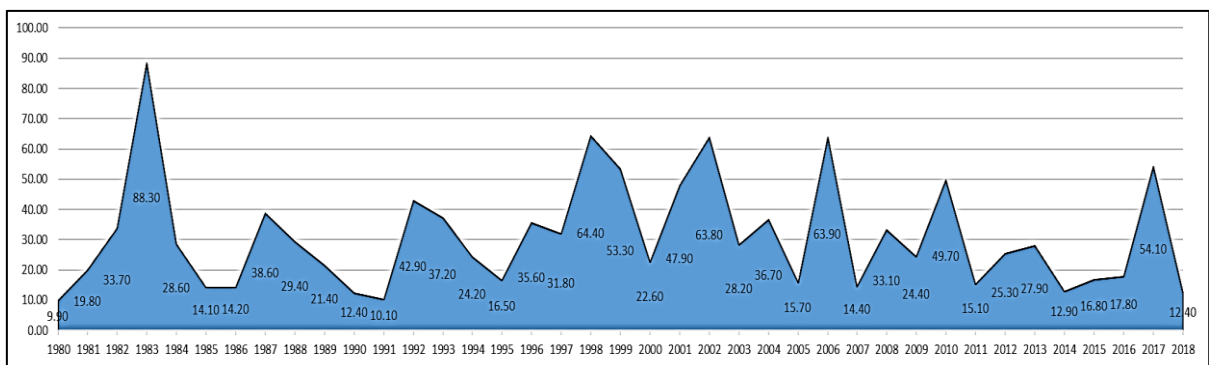


Figura 8: Hietograma de las Precipitaciones Máximas

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Los datos que se obtuvieron se analizaron usando el programa HidroEsta 2, del cual se hallaron los diferentes modelos de distribuciones de probabilidad y optar por el que mejor se adapte.

Tabla 16: Distribución Normal

T(AÑOS)	NORMAL
500	83.79
200	78.25
100	73.68
50	68.68
25	63.12
20	61.18
10	54.51
5	46.43
2	31.00

Fuente: Hidroesta 2

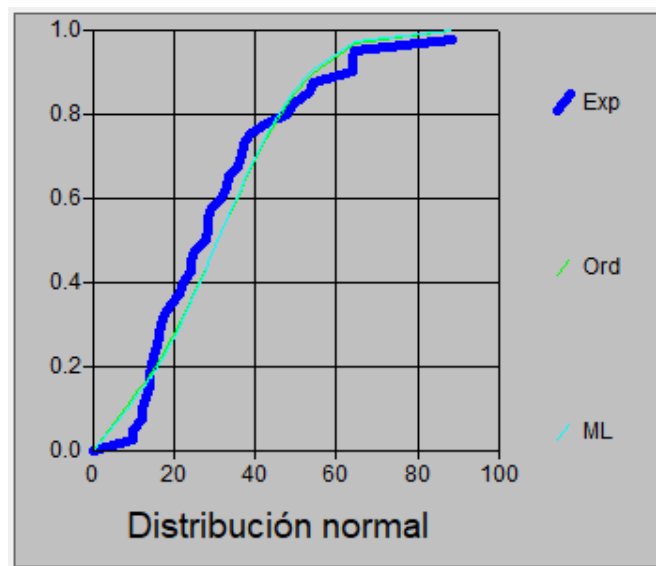


Figura 9. Modelamiento de Distribución Normal

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 17: Distribución Log Normal 2 Parámetros

T(AÑOS)	LOG. NOR. 2P
500	137.34
200	115.51
100	100.14
50	85.67
25	72.02
20	67.78
10	55.05
5	42.78
2	26.43

Fuente: Hidroesta 2

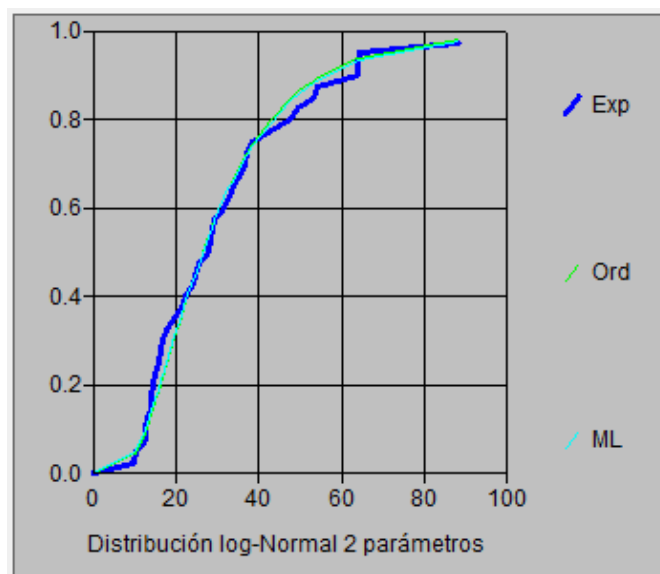


Figura 10. Modelamiento de Distribución Log Normal de 2 Parámetros

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 18: Distribución Log Normal 3 Parámetros

T(AÑOS)	LOG. NOR. 3P
500	145.35
200	120.76
100	103.68
50	87.82
25	73.08
20	68.55
10	55.10
5	42.41
2	26.01

Fuente: Hidroesta 2

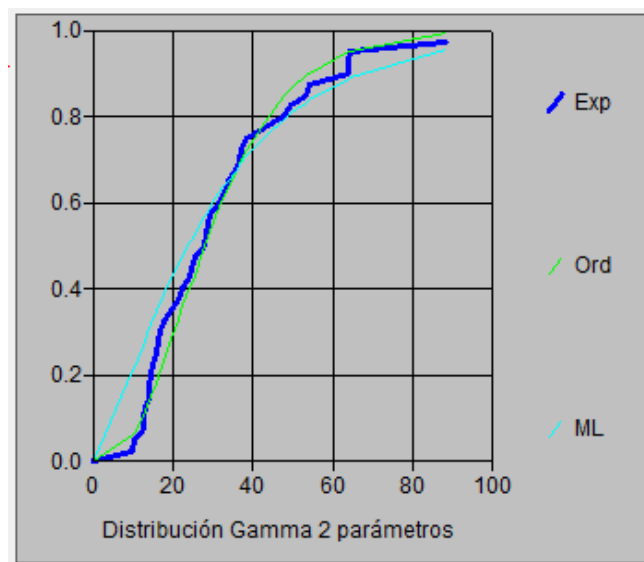


Figura 11. Modelamiento de Distribución Log Normal de 3 Parámetros

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 19: Distribución Gamma 2 Parámetros

T(AÑOS)	GAMMA 2P
500	102.71
200	92.07
100	83.76
50	75.20
25	66.33
20	63.39
10	53.93
5	43.74
2	27.92

Fuente: Hidroesta 2

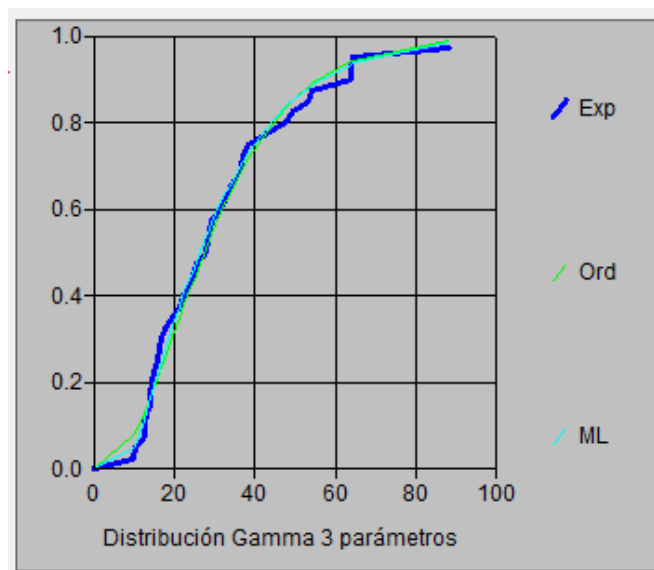


Figura 12. Modelamiento de Distribución Gamma de 2 Parámetros

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 20: Distribución Gamma 3 Parámetros

T(AÑOS)	GANMA 3P
500	109.56
200	97.71
100	88.48
50	78.99
25	69.20
20	65.96
10	55.58
5	44.48
2	27.48

Fuente: Hidroesta 2

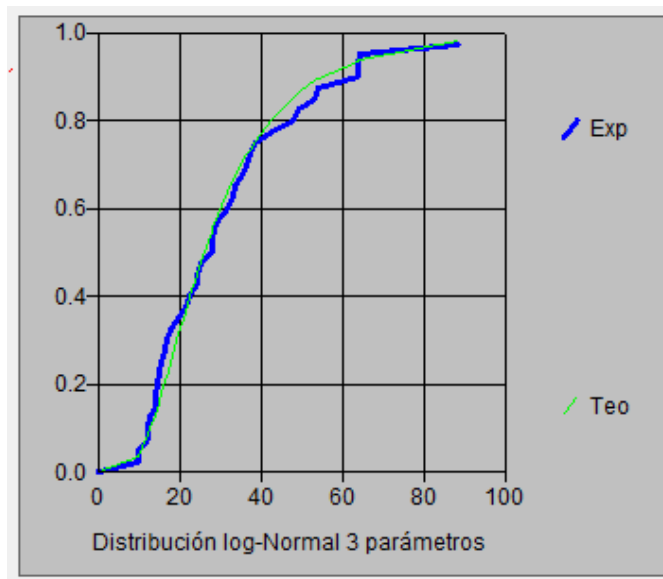


Figura 13. Modelamiento de Distribución Gamma de 3 Parámetros

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 21: Distribución Log-Pearson Tipo III

T(AÑOS)	LOG. PERSONO.
500	NO SE AJUSTA
200	
100	
50	
25	
20	
10	
5	
2	

Fuente: Hidroesta 2

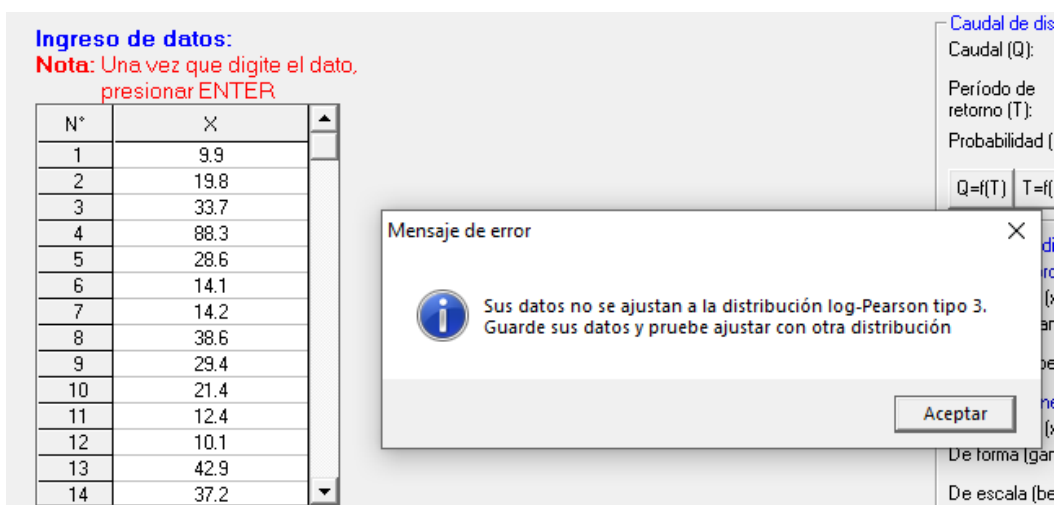


Figura 14. Modelamiento de Distribución Log - Pearson Tipo III

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 22: Distribución Gumbel

T(AÑOS)	GUMBEL
500	111.60
200	98.48
100	88.53
50	78.54
25	68.49
20	65.22
10	54.93
5	44.20
2	27.99

Fuente: Hidroesta 2

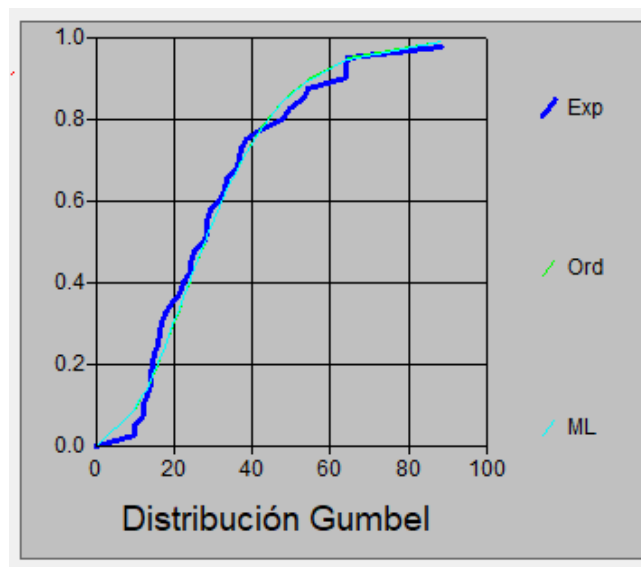


Figura 15. Modelamiento de Distribución Gumbel

Fuente: Hidroesta 2

Tabla 23: Distribución Log-Gumbel

T(AÑOS)	LOG. GUMBEL
500	327.20
200	217.20
100	159.22
50	116.58
25	85.16
20	76.91
10	55.77
5	39.90
2	24.05

Fuente: Hidroesta 2

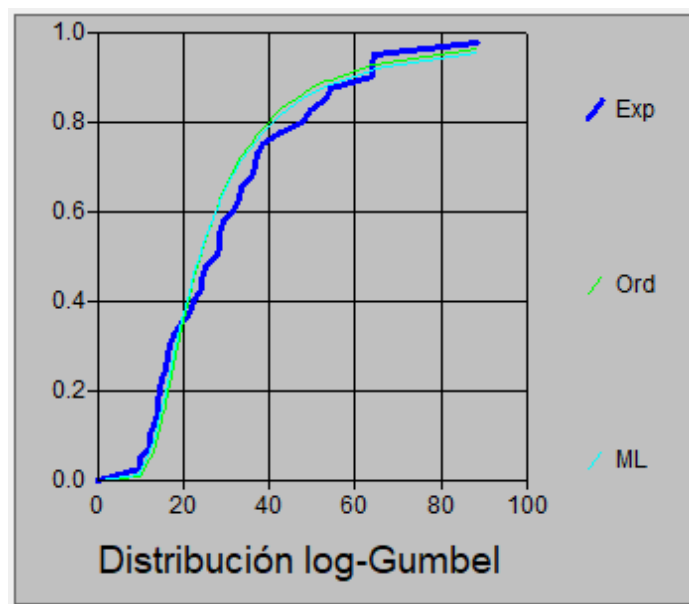


Figura 16. Modelamiento de Distribución Log Gumbel

Fuente: Hidroesta 2

Luego de haber realizado los modelamientos de cada distribución en el programa HidroEsta 2 obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 24: Cálculo de caudales del modelo de distribuciones

T (AÑOS)	NORMAL	LOG. NOR. 2P	LOG. NOR. 3P	GAMMA 2P	GAMMA 3P	LOG. PERSO.	GUMBEL	LOG. GUMBEL
500	83.79	137.34	145.35	102.71	109.56	NO SE AJUSTA	111.60	327.20
200	78.25	115.51	120.76	92.07	97.71		98.48	217.20
100	73.68	100.14	103.68	83.76	88.48		88.53	159.22
50	68.68	85.67	87.82	75.20	78.99		78.54	116.58
25	63.12	72.02	73.08	66.33	69.20		68.49	85.16
20	61.18	67.78	68.55	63.39	65.96		65.22	76.91
10	54.51	55.05	55.10	53.93	55.58		54.93	55.77
5	46.43	42.78	42.41	43.74	44.48		44.20	39.90
2	31.00	26.43	26.01	27.92	27.48		27.99	24.05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Resultados de Bondad de error de ajuste

RESULTADO BONDAD DE ERROR DE AJUSTE		
DISTRIBUCIÓN	ESTACIÓN X	
	AJUS. RELATIVO	AJUS. ABSOLUTO
NORMAL	0.10980	0.2178
LOG. NOR. 2P	0.08560	0.2178
LOG. NOR. 3P	0.08420	0.2178
GAMMA 2P	0.09250	0.2178
GAMMA 3P	0.06820	0.2187
LOG. PERSO.	-	-
GUMBEL	0.08170	0.2178
LOG. GUMBEL	0.10830	0.2178
Mejor Ajuste	GAMMA 3P	

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis anterior, se obtuvo los modelamientos para cada una de las distribuciones siendo seleccionado para éste, el modelo de Distribución GAMMA 3P al ser el que mejor se ajusta.

Con el modelo Gamma 3P posteriormente se realizó el cálculo de las lluvias máximas y el cálculo de las intensidades máximas. Para ello se calculó la precipitación a los 60 minutos con un periodo de retorno de 10 años:

$$P_{60}^{10} = 0.4602 * (P^{10})^{0.876}$$

Una vez realizado dicho cálculo de precipitación se procedió a calcular para cada periodo de retorno a un cierto tiempo de duración.

$$P_D^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54 D^{0.25} - 0.50) P_{60}^{10}$$

Tabla 26: Cálculo de lluvias máximas (mm)

T(AÑOS)	PP	5	10	15	20	30	60
500	109.56	8.72	13.06	15.96	18.21	21.66	28.45
200	97.71	7.80	11.68	14.28	16.29	19.38	25.45
100	88.48	7.11	10.64	13.01	14.84	17.65	23.18
50	78.99	6.41	9.60	11.73	13.38	15.92	20.91
25	69.20	5.72	8.56	10.46	11.93	14.20	18.64
20	65.96	5.49	8.22	10.05	11.46	13.64	17.91
10	55.58	4.80	7.18	8.78	10.01	11.91	15.54
5	44.48	4.10	6.14	7.50	8.56	10.18	13.37
2	27.48	3.18	4.76	5.82	6.64	7.90	10.37

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

Para el desarrollo de la tabla de intensidades máximas se hizo una regresión de la cual se adquirió los siguientes datos:

Tabla 27: Cálculo de Intensidades Máximas (mm/hr)

T(AÑOS)	PP	5	10	15	20	30	60
500	109.56	104.66	78.33	63.84	54.63	43.33	28.45
200	97.71	93.63	70.07	57.11	48.87	38.76	25.45
100	88.48	85.28	63.83	52.02	44.51	35.30	23.18
50	78.99	76.93	57.58	46.93	40.15	31.85	20.91
25	69.20	68.58	51.33	41.84	35.80	28.39	18.64
20	65.96	65.90	49.32	40.20	34.39	27.28	17.91
10	55.58	57.55	43.07	35.11	30.04	23.83	15.54
5	44.48	49.20	36.82	30.01	25.68	20.37	13.37
2	27.48	38.17	28.57	23.28	19.92	15.80	10.37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Resumen de Regresión

	Coefficientes	Error típico
Intercepción	1.957927933	0.015131631
Variable X 1	0.178595063	0.004873654
Variable X 2	-0.527059684	0.010333333

Fuente: Elaboración Propia

Con estos datos calculamos las intensidades máximas para finalmente graficar la curva de Intensidad – Duración – Frecuencia.

Tabla 29: Parámetros de Intensidades Máximas

Parámetros para hallar I. Max.	
Log K =	1.96
K =	90.77
m =	0.18
n =	0.53

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el cuadro de intensidades máximas se utilizó la siguiente formula:

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

Dónde:

I= Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n= Factores característicos de la zona de estudio

T= Periodo de retorno en años

t= Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

I máx. =	31.82	mm/h
-----------------	--------------	------

Tabla 30: Intensidades Máximas (mm/hr)

Duración t (min.)	Periodo de Retorno T (años)								
	2	5	10	20	25	50	100	200	500
5	43.98	51.80	58.63	66.36	69.05	78.15	88.45	100.11	117.91
10	30.52	35.95	40.69	46.05	47.92	54.24	61.38	69.47	81.83
15	24.65	29.03	32.86	37.19	38.70	43.80	49.57	56.11	66.08
20	21.18	24.95	28.24	31.96	33.26	37.64	42.60	48.21	56.78
30	17.11	20.15	22.80	25.81	26.86	30.40	34.40	38.94	45.86
60	11.87	13.98	15.82	17.91	18.64	21.09	23.87	27.02	31.82
90	9.59	11.29	12.78	14.46	15.05	17.04	19.28	21.82	25.70
120	8.24	9.70	10.98	12.43	12.93	14.64	16.57	18.75	22.09

Fuente: Elaboración Propia

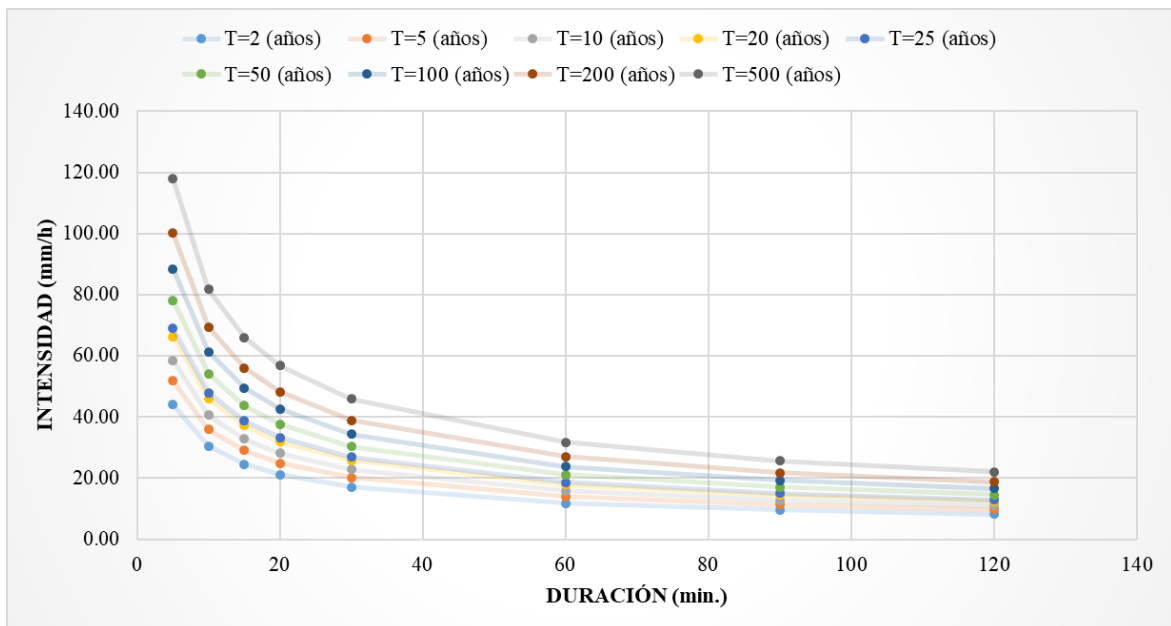


Figura 17. Curvas de Intensidad - Duración – Frecuencia

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.5. Cálculos de caudales

En esta parte del proyecto se tiene mayor importancia, ya que con el resultado se realizó los diseños de todas las distintas obras de arte que son necesarias para la carretera Sinsicap – San Ignacio.

Para el cálculo de caudales se utilizó el método racional y el método racional modificado porque cumplen con los parámetros necesarios que requiere este proyecto.

MÉTODO RACIONAL

Se aplicó este método ya que las cuencas están en los rangos que pide y es que $A < 10 \text{ km}^2$, así se calculó los caudales máximos, posteriormente se diseñó cada obra de arte propuesta. Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (km^2)

Tabla 31: Caudales Máximos de Cuencas

Cuenca	Progresiva	Obra proyectada	Tc (min)	T (años)	I _{max} (mm/h)	A (Km ²)	C	Q máx.(m ³ /s)	Q máx.(lt/s)
1	02+525.00	Alcantarilla de Paso	1	50	182.54	0.4448	0.100	2.26	2257.17
2	04+000.00	Alcantarilla de Paso	1	50	182.54	0.2224	0.100	1.13	1128.59
3	08+125.00	Alcantarilla de Paso	2	50	126.68	0.5000	0.100	1.76	1760.80
4	09+355.00	Alcantarilla de Paso	6	50	70.99	0.9410	0.100	1.86	1857.20

Fuente: Elaboración Propia

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

También se utilizó el método racional modificado para cálculo de caudales de 2 cuencas debido que sus áreas con mayores a 10km² y se encuentra en un rango para este método: 700km² > A > 10km². Y se utilizó la siguiente formula:

$$Q = 0.278 * C * I * A * K$$

Dónde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce I

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (km²)

K: Coeficiente de uniformidad

Tabla 32: Caudales Máximos de cuencas

Cuenca	progresiva	Obra proyectada	Tc (min)	K	T (años)	Imax (mm/h)	A (Km ²)	C	Q máx. (m ³ /s)	Q máx. (lt/s)
5	09+655.00	Puente	29	1.828	100	35.02	19.3600	0.100	34.45	34452.76

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.6. Tiempo de concentración

Se calculó según cada método, utilizando la fórmula que corresponde y se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 33: Tiempo de concentración

Cuenca	Progresiva	Obra proyectada	Lc (m)	S (m/m)	Tc (min)	Tc (min)
1	02+525.00	Alcantarilla de Paso	365.05	1.865	1.44	1.00
2	04+000.00	Alcantarilla de Paso	137.19	4.315	0.49	1.00
3	08+125.00	Alcantarilla de Paso	419.41	1.264	1.86	2.00
4	09+355.00	Alcantarilla de Paso	1261.00	0.517	6.13	6.00
5	09+655.00	Puente	5537.00	0.169	29.45	29.00

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Hidráulica y drenaje

3.3.3.1. Drenaje superficial

Para que la carretera tenga una vida útil sin deteriorarse con rapidez, se realizó un buen diseño de drenaje superficial que permitirá que las aguas que provienen de las escorrentías no afecten a la calzada, y para ello se diseñó diferentes obras de arte, para verter dichos flujos de agua. En todo el trayecto de la carretera existe un puente, en buen estado y se diseñaron las siguientes obras de arte.

Tabla 34: Obras a diseñar y existentes

TRAMO	A DISEÑAR		EXISTENTE
	ALCANTARILLA DE PASO	ALCANTARILLA DE ALIVIO	PUENTE
SINSICAP-SAN IGNACIO	4	42	1

Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Dicho estudio se elaboró para delimitar las cuencas hidrográficas que se encuentran por el lugar que pasa la carretera y ver el escurrimiento de las quebradas y finalmente establecer que obras de arte utilizar en el estudio, encontrando cunetas, alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio.

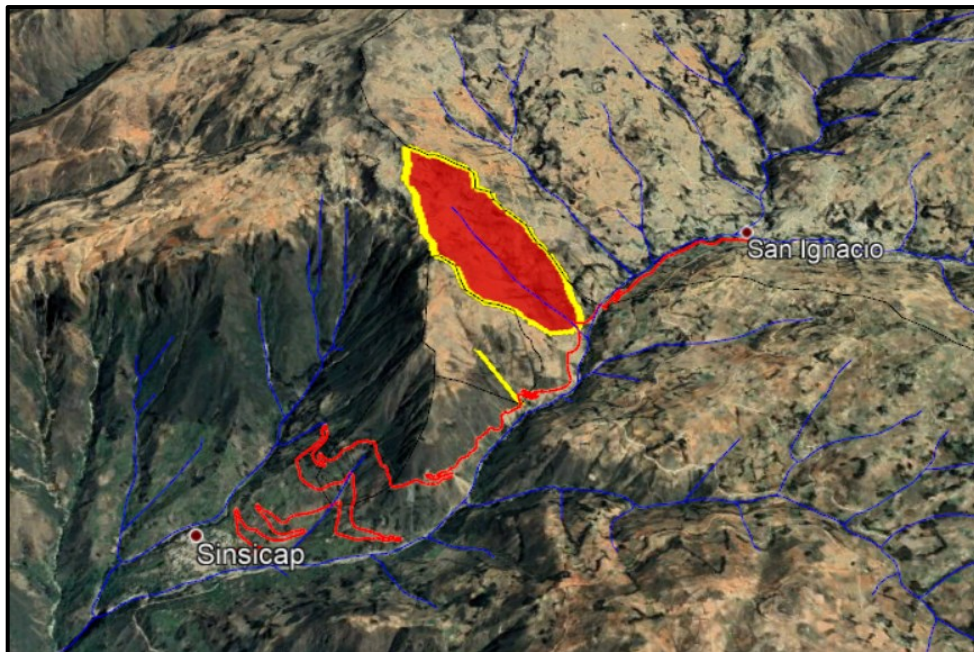


Figura 18: Delimitación de cuenca

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.2. Diseño de cunetas

Se efectuó el diseño de cunetas para que estas conduzcan el agua proveniente de la superficie de rodadura y de los taludes superiores hacia las alcantarillas de alivio. Se diseñaron cunetas triangulares porque es una zona rural, las cuales son revestidas con concreto para evitar la erosión.

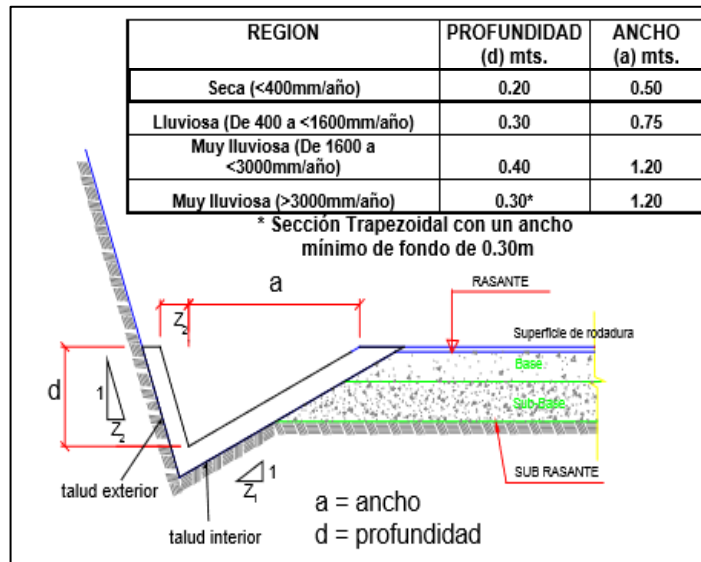


Figura 19: Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

Para el diseño de cunetas se utilizó la siguiente formula:

CAUDAL DE APORTE

$$Q = \frac{C * I * A}{3.60}$$

Dónde:

Q= Caudal (m³/s)

C= Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

I= Intensidad de lluvia de diseño (mm/h)

Y se consideraron los coeficientes de escurrentía para la carpeta de rodadura y para el talud de corte la siguiente tabla:

Tabla 35: Coeficiente de Escurrimiento para el diseño de cunetas

SUPERFICIE	C
Talud de Corte	0.5
Carpeta de Rodadura	0.65

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36: Cálculo de Caudales de Diseño para Cunetas

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS																
N°	PRECIPITACIÓN		LONGITUD (km)	TALUD DE CORTE						DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q Total
	DESDE	HASTA		Ancho Tributario (km)	Área Tributario (km ²)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Q 1 m ³ /seg	Ancho Tributario (km)	Área Tributario (km ²)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Q2 Calzada m ³ /seg	Q1 + Q2 m ³ /seg
1	00+000.00	00+200.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
2	00+200.00	00+400.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
3	00+400.00	00+590.00	0.190	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0418	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0016	0.0434
4	00+590.00	00+880.00	0.290	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0637	0.003	0.0009	0.65	15	15.82	0.0025	0.0662
5	00+880.00	01+180.00	0.300	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0659	0.003	0.0009	0.65	15	15.82	0.0026	0.0685
6	01+180.00	01+360.00	0.180	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0396	0.003	0.0005	0.65	15	15.82	0.0015	0.0411
7	01+360.00	01+550.00	0.190	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0418	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0016	0.0434
8	01+550.00	01+760.00	0.210	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0462	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0018	0.0480
9	01+760.00	01+960.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
10	01+960.00	02+160.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
11	02+160.00	02+525.00	0.365	0.10	0.04	0.50	15	15.82	0.0802	0.003	0.0011	0.65	15	15.82	0.0031	0.0834
12	02+525.00	02+750.00	0.225	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0495	0.003	0.0007	0.65	15	15.82	0.0019	0.0514
13	02+750.00	02+950.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
14	02+950.00	03+150.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457

15	03+150.00	03+350.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
16	03+350.00	03+550.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
17	03+550.00	03+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
18	03+800.00	04+000.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
19	04+000.00	04+300.00	0.300	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0659	0.003	0.0009	0.65	15	15.82	0.0026	0.0685
20	04+300.00	04+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
21	04+550.00	04+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
22	04+800.00	05+050.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
23	05+050.00	05+300.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
24	05+300.00	05+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
25	05+550.00	05+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
26	05+800.00	06+050.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
27	06+050.00	06+300.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
28	06+300.00	06+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
29	06+550.00	06+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
30	06+800.00	07+050.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
31	07+050.00	07+300.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
32	07+300.00	07+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
33	07+550.00	07+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
34	07+800.00	08+000.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
35	08+000.00	08+125.00	0.125	0.10	0.01	0.50	15	15.82	0.0275	0.003	0.0004	0.65	15	15.82	0.0011	0.0285
36	08+125.00	08+350.00	0.225	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0495	0.003	0.0007	0.65	15	15.82	0.0019	0.0514

37	08+350.00	08+600.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
38	08+600.00	08+850.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
39	08+850.00	09+100.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
40	09+100.00	09+355.00	0.255	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0560	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0022	0.0582
41	09+355.00	09+500.00	0.145	0.10	0.01	0.50	15	15.82	0.0319	0.003	0.0004	0.65	15	15.82	0.0012	0.0331
42	09+500.00	09+655.00	0.155	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0341	0.003	0.0005	0.65	15	15.82	0.0013	0.0354
43	09+655.00	09+900.00	0.245	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0538	0.003	0.0007	0.65	15	15.82	0.0021	0.0559
44	09+900.00	10+100.00	0.200	0.10	0.02	0.50	15	15.82	0.0440	0.003	0.0006	0.65	15	15.82	0.0017	0.0457
45	10+100.00	10+350.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
46	10+350.00	10+600.00	0.250	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0549	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0021	0.0571
47	10+600.00	10+880.00	0.280	0.10	0.03	0.50	15	15.82	0.0615	0.003	0.0008	0.65	15	15.82	0.0024	0.0639
DISTANCIA ACUMULADA =			10.88												CAUDAL MAYOR =	0.0834

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de cunetas triangulares

Las cunetas estarán en ambos lados en todo el trayecto de la carretera.

Para los taludes se tomó en cuenta los parámetros del manual de Hidrología, hidráulica y drenaje, que son relacionados con el volumen de tránsito IMDA (veh/día) y la velocidad de diseño, y así finalmente adoptar la inclinación del talud interior de la cuneta.

Tabla 37: Inclinación Máxima de Talud (V:H) Interior de la Cuneta

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

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

Además, se tomó valores del coeficiente de rugosidad de Manning según la superficie de las cunetas que fue: Madera, suave, metal. Concreto fchado (n=0.013).

Tabla 38: Valores de rugosidad “n” de Manning

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

Se adoptó una superficie de concreto de la cual la velocidad límite admisible para estas es de 4.50 m/s hasta 6.00 m/s.

Tabla 39: Velocidad máxima del agua

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20-0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60-0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60-1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20-1.50
Hierba	1.20-1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40-2.40
Mampostería, rocas duras	3.00-4.50
Concreto	4.50-6.00

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Las dimensiones mínimas de las cunetas se clasifican según a la región de la zona y a su precipitación máxima anual. Y según esto es una región seca (< 400 mm/año), profundidad (0.2m) y ancho (0.5m)

Tabla 40: Dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
Seca (< 400 mm/año)	0.2	0.5
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.3	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.4	1.2
Muy lluviosa (> 3000 mm/año)	0.30*	1.2

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Los caudales de las cunetas de calcularon con la fórmula de Manning la cual es:

$$Q = A \times V \times \frac{\left(A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

Dónde:

Q= Caudal (m3/seg)

V= Velocidad media (m/s)

A= Área de la sección (m2)

P= Perímetro mojado (m)

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

S= Pendiente del fondo (m/m)

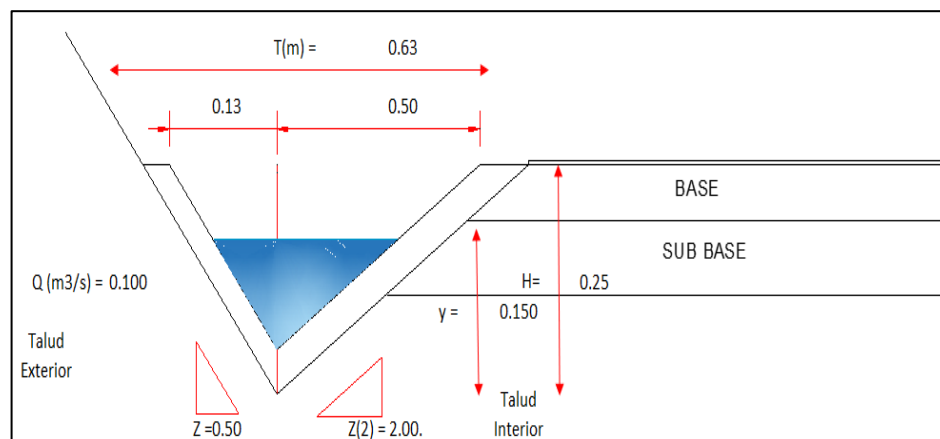
n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Donde el caudal de Mannig tiene que ser mayor al caudal de aporte.

QMannig > Qaporte

Manning	>	Qaporte
0.100		0.083

La cuneta quedo con estas dimensiones: 0.50 cm de ancho x 0.25 cm de profundidad, y con un tirante hidráulico de $y = 0.15$ m.



FORMULAS	BLOQUE (1)	BLOQUE (2)	TOTAL
$AREA = \left(\frac{zy^2}{2}\right) m^2 =$	0.0056	0.0225	0.0281
$PERIMETRO = \sqrt{(ZY)^2 + Y^2} =$	0.168	0.335	0.5031

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

Figura 20. Dimensiones de la cuneta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41: Cálculo de cunetas triangulares

RELACIONES GEOMETRICAS									TIPO DE TERRENO		Ecu. De Mannig		Máx. Calculado	
SECCION	TIRANTE	PENDIENTE		AREA	PERIMETRO	RADIO	ESPEJO DE AGUA	BORDE LIBRE	ALTURA	RUGOSIDAD	PENDIENTE TERRENO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	CAUDAL (m3/s)
		Z1	Z2	HIDRAULICA	MOJADO	HIDRAULICO								
TRIANGULAR	y	Z1	Z2	A	P	R	T	B	H	n	s	V	Q	Q
	0.15	0.50	2.00	0.028	0.503	0.056	0.375	0.10	0.25	0.013	0.100	3.556	0.100	0.0834
														VERDADERO

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.3. Diseño de alcantarilla

Para este proyecto se diseñaron alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio que son de sección circular con material de fierro corrugado (TMC), debido a la dureza y eficiencia de este material.

TUBERÍAS SECCIÓN CIRCULAR

DIÁMETRO		DESARROLLO	SECCIÓN	PERÍMETRO	ESPESOR	H _n	AR _n 2/3
mm.	plg.	pi	(m ²)	(m)	(mm)	(m)	
600	24	6	0.283	1.885	2.00	0.563	0.086
800	32	8	0.503	2.513	2.00	0.750	0.185
900	36	9	0.636	2.827	2.00	0.844	0.253
1000	40	10	0.785	3.142	2.50	0.938	0.335
1200	48	12	1.131	3.770	2.50	1.126	0.545
1500	60	15	1.767	4.712	3.00	1.407	0.988
1800	72	18	2.545	5.655	3.50	1.688	1.607
2000	80	20	3.142	6.283	3.50	1.876	2.129

Tabla 42: Diámetros de tuberías TMC

Fuente: Prodac

ALCANTARILLAS DE PASO

Se diseñaron 4 alcantarillas de paso en todo el tramo del proyecto de D=36" y D=32" ambas de TMC

Se calculó los caudales de la alcantarilla y se tomaron los caudales de la cuenca y de las cunetas para así obtener el resultado.

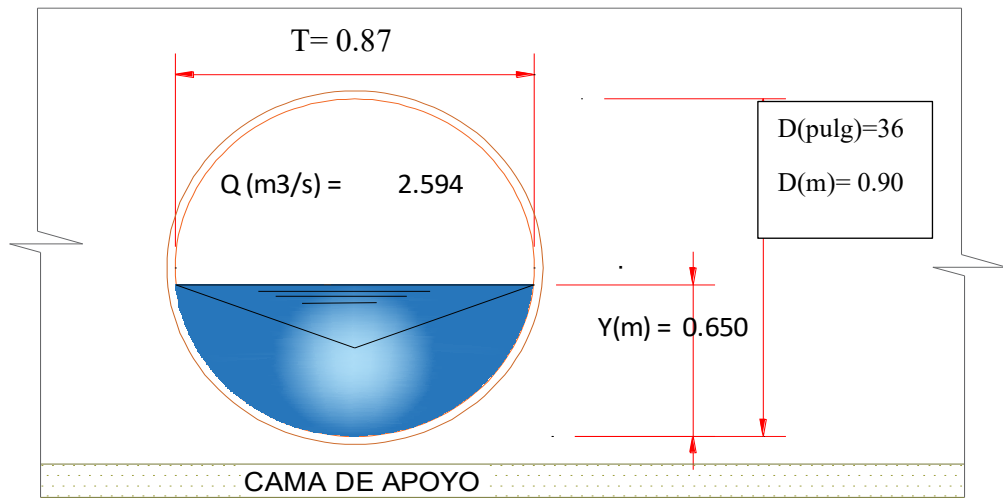


Figura 21: Alcantarilla de Paso $D=36''$

Fuente: Elaboración Propia

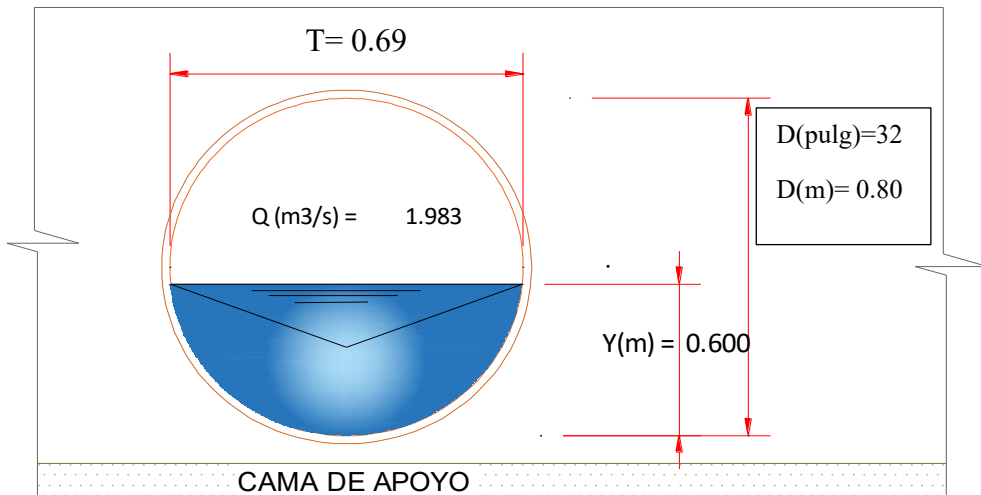


Figura 22: Alcantarilla de Paso $D=32''$

Fuente: Elaboración Propia

Se calculó los caudales de cada alcantarilla de paso y se tomaron los caudales de la cuenca y de las cunetas para obtener la siguiente tabla.

Tabla 43: Calculo para caudal de Alcantarillas de Paso

Quebrada N°	Progresivas	Área (Km2)	Obra De drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Cuencas (m3/s)	Caudal Cunetas (m3/s)	TOTAL (m3/s)
1	02+525.00	0.4448	Alcantarilla de Paso	0.45	1.000	50	182.54	2.26	0.08	2.34
2	04+000.00	0.2224	Alcantarilla de Paso	0.45	1.000	50	182.54	1.13	0.05	1.17
3	08+125.00	0.5000	Alcantarilla de Paso	0.45	2.000	50	126.68	1.76	0.03	1.79
4	09+355.00	0.9410	Alcantarilla de Paso	0.45	6.000	50	70.99	1.86	0.06	1.92

Fuente: Elaboración Propia

Luego para el cálculo de aporte con la que se realizó el diseño de la alcantarilla se obtuvo los diámetros para el caudal de diseño.

Tabla 44: Cálculo de diámetros de Alcantarillas de paso

N° de Quebrada	PROGRESIVA	Q _{MÁX} Calculado (m ³ /s)	S	n	DIÁMETRO CALCULADO (m)	DIÁMETRO CALCULADO (")	CANTIDAD	DIÁMETRO COMERCIAL (")	DIÁMETRO COMERCIAL (mm)
1	02+525.00	2.34	0.1	0.025	0.886	34.89	1.0	36	900
2	04+000.00	1.17	0.1	0.025	0.684	26.94	1.0	32	800
3	08+125.00	1.79	0.1	0.025	0.801	31.55	1.0	32	800
4	09+355.00	1.92	0.1	0.025	0.822	32.36	1.0	36	900

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, con los diámetros ya obtenidos se pasó a verificar y comprobar los datos de los caudales en el software HCanales 2.

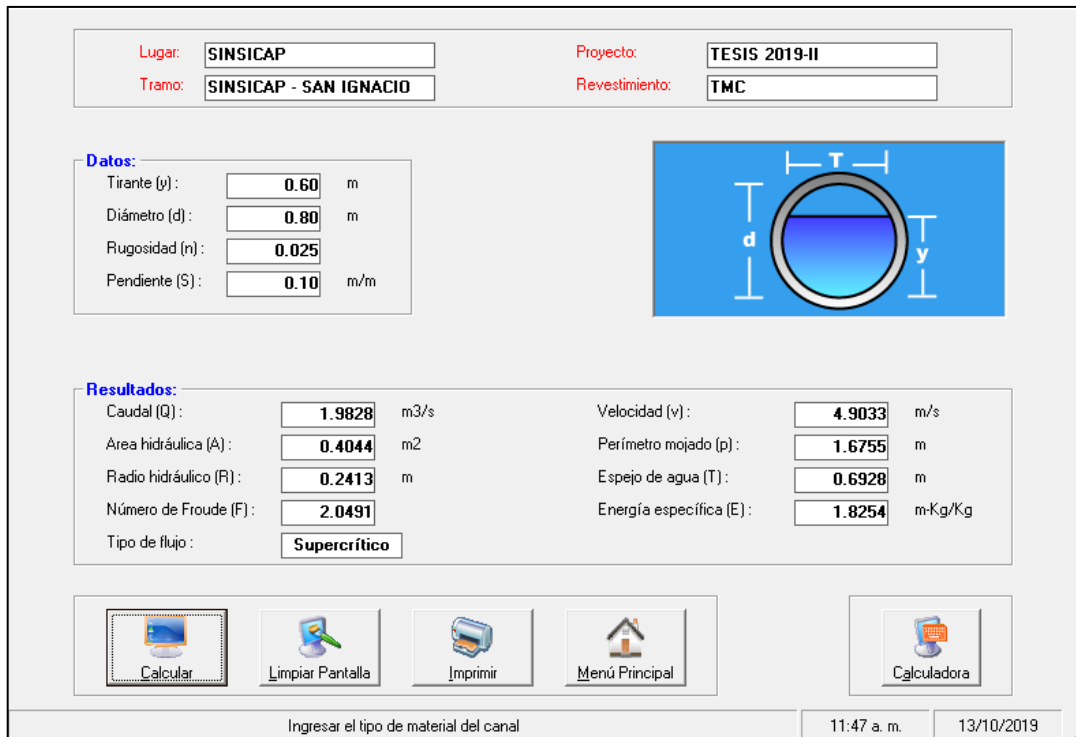


Figura 23. Cálculo del caudal, sección circular D=32"

Fuente: Hcanales2

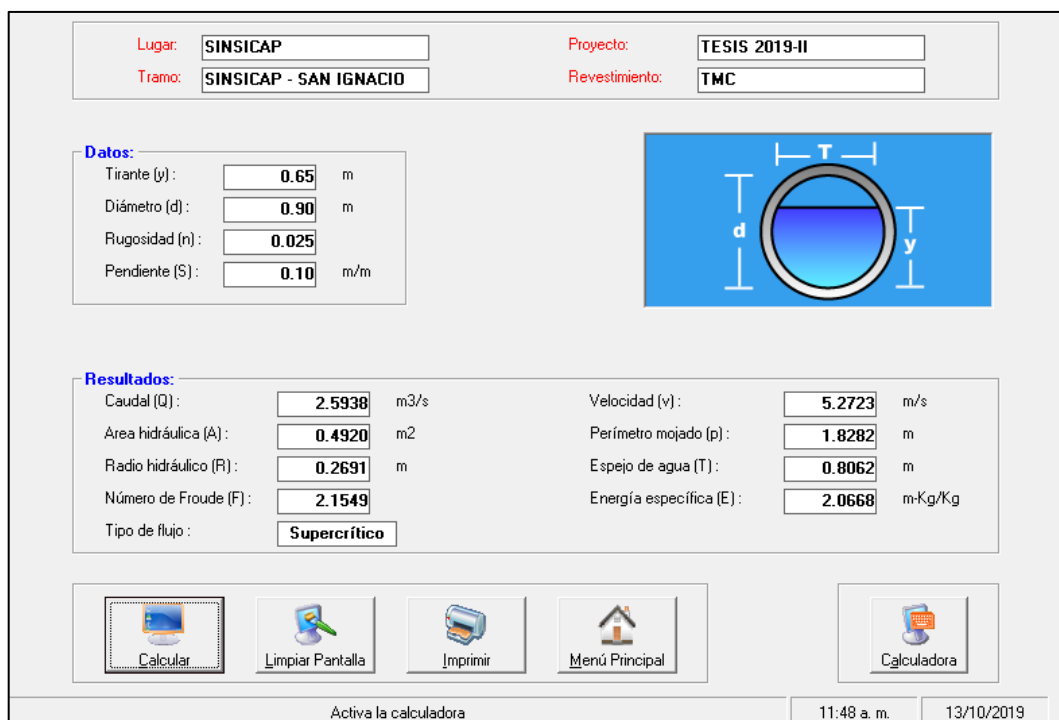


Figura 24. Cálculo del caudal D=36"

Fuente: Hcanales2

De los caudales calculados de aporte se realizó la comprobación y dio como resultado que cumplen con los diámetros obtenidos.

Tabla 45: Comprobación de Caudales

N° de Quebrada	PROGRESIVA	Qaporte(m3/s)	Qmáx.cal. (m3/s)	Verificación
1	02+525.00	2.34	2.5938	VERDADERO
2	04+000.00	1.69	1.9828	VERDADERO
3	08+125.00	1.79	2.5938	VERDADERO
4	09+355.00	1.92	2.5938	VERDADERO

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.4. Consideraciones de aliviadero

Los aliviaderos o también conocidas como alcantarillas de alivio tiene que continuar con el curso del flujo del agua, y estas son de material fierro corrugado TMC.

Tabla 46: Calculo de caudales de diseño para alcantarillas de alivio

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS DE ALIVIO																
N°	PRECIPITACIÓN		LONGITUD	TALUD DE CORTE								DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA			Q Total	
	DESDE	HASTA		ANCHO	AREA	C	Periodo de Retorno	Intensidad	Q 1	ANCH O	AREA	C	Periodo de Retorno	Intensi dad	Q2 (Calzada)	Q1 + Q2
								Máxima						TRIBUTARIO		
				(mm/hora)	m3/seg					(km)	(Km2)					
1	00+000.00	00+200.00	0.200	0.10	0.02			0.50	40	20.11	0.0559			0.003	0.0006	
2	00+200.00	00+400.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
3	00+400.00	00+590.00	0.190	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0531	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0021	0.0551
4	00+590.00	00+880.00	0.290	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0810	0.003	0.0009	0.65	40	20.11	0.0032	0.0842
5	00+880.00	01+180.00	0.300	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0838	0.003	0.0009	0.65	40	20.11	0.0033	0.0871
6	01+180.00	01+360.00	0.180	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0503	0.003	0.0005	0.65	40	20.11	0.0020	0.0522
7	01+360.00	01+550.00	0.190	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0531	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0021	0.0551
8	01+550.00	01+760.00	0.210	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0587	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0023	0.0609
9	01+760.00	01+960.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
10	01+960.00	02+160.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
11	02+160.00	02+525.00	0.365	0.10	0.04	0.50	40	20.11	0.1020	0.003	0.0011	0.65	40	20.11	0.0040	0.1059
12	02+525.00	02+750.00	0.225	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0628	0.003	0.0007	0.65	40	20.11	0.0025	0.0653
13	02+750.00	02+950.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580

14	02+950.00	03+150.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
15	03+150.00	03+350.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
16	03+350.00	03+550.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
17	03+550.00	03+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
18	03+800.00	04+000.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
19	04+000.00	04+300.00	0.300	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0838	0.003	0.0009	0.65	40	20.11	0.0033	0.0871
20	04+300.00	04+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
21	04+550.00	04+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
22	04+800.00	05+050.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
23	05+050.00	05+300.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
24	05+300.00	05+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
25	05+550.00	05+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
26	05+800.00	06+050.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
27	06+050.00	06+300.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
28	06+300.00	06+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
29	06+550.00	06+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
30	06+800.00	07+050.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
31	07+050.00	07+300.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
32	07+300.00	07+550.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
33	07+550.00	07+800.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
34	07+800.00	08+000.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
35	08+000.00	08+125.00	0.125	0.10	0.01	0.50	40	20.11	0.0349	0.003	0.0004	0.65	40	20.11	0.0014	0.0363

36	08+125.00	08+350.00	0.225	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0628	0.003	0.0007	0.65	40	20.11	0.0025	0.0653
37	08+350.00	08+600.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
38	08+600.00	08+850.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
39	08+850.00	09+100.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
40	09+100.00	09+355.00	0.255	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0712	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0028	0.0740
41	09+355.00	09+500.00	0.145	0.10	0.01	0.50	40	20.11	0.0405	0.003	0.0004	0.65	40	20.11	0.0016	0.0421
42	09+500.00	09+655.00	0.155	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0433	0.003	0.0005	0.65	40	20.11	0.0017	0.0450
43	09+655.00	09+900.00	0.245	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0684	0.003	0.0007	0.65	40	20.11	0.0027	0.0711
44	09+900.00	10+100.00	0.200	0.10	0.02	0.50	40	20.11	0.0559	0.003	0.0006	0.65	40	20.11	0.0022	0.0580
45	10+100.00	10+350.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
46	10+350.00	10+600.00	0.250	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0698	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0027	0.0726
47	10+600.00	10+880.00	0.280	0.10	0.03	0.50	40	20.11	0.0782	0.003	0.0008	0.65	40	20.11	0.0031	0.0813
DISTANCIA ACUMULADA =			10.880											CAUDAL MAYOR =	0.1059	

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Se diseñaron 42 alcantarillas de alivio en toda la carretera de D= 32” de material fierro corrugado TMC.

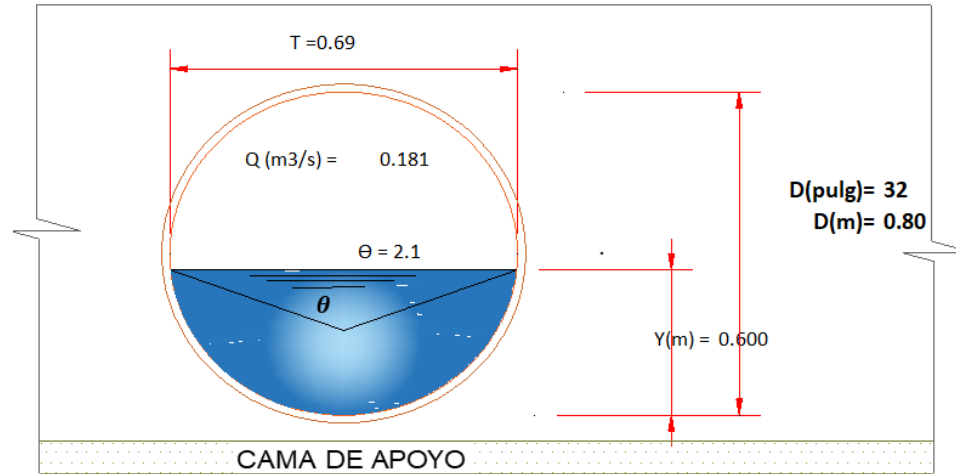


Figura 25. Diseño de alcantarilla de alivio

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47: Cálculo de caudales de alcantarilla de alivio

RELACIONES GEOMÉTRICAS							TIPO DE TERRENO		Ecu. De Manning	Máx. Calculado	
Sección	Tirante	Angulo rad.	Área hidráulica	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Espejo de agua	Altura	Rugosidad	Pendiente terreno	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)
CIRCULAR	y^*	Θ	A	P	R	T	D^*	n	s	Q	Q
	0.600	2.094	0.098	0.838	0.117	0.693	0.80	0.013	0.010	0.181	0.106
										VERDADERO	

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a verificar y comprobar los datos obtenidos en el Software HCanales.

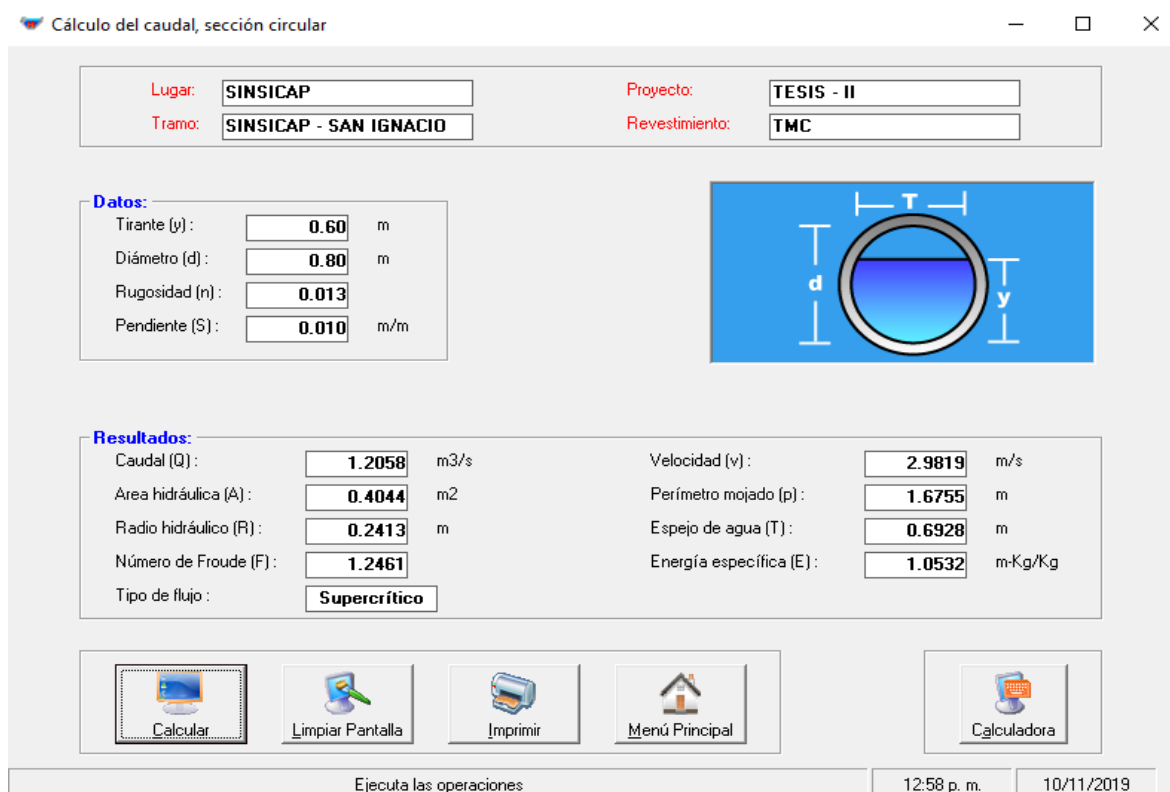


Figura 26. Cálculo del caudal de la alcantarilla de alivio D=32"

Fuente: Hcanales2

3.3.4. Resumen de obras de arte

Tabla 48: Resumen de Obras de Arte

Nº	PROGRESIVA	OBRAS DE ARTE	DIMENSIONES
1	00+200.00	Alcantarilla de Alivio	32"
2	00+400.00	Alcantarilla de Alivio	32"
3	00+590.00	Alcantarilla de Alivio	32"
4	00+880.00	Alcantarilla de Alivio	32"
5	01+180.00	Alcantarilla de Alivio	32"
6	01+360.00	Alcantarilla de Alivio	32"
7	01+550.00	Alcantarilla de Alivio	32"
8	01+760.00	Alcantarilla de Alivio	32"
9	01+960.00	Alcantarilla de Alivio	32"
10	02+160.00	Alcantarilla de Alivio	32"
11	02+525.00	Alcantarilla de Paso	36"
12	02+750.00	Alcantarilla de Alivio	32"
13	02+950.00	Alcantarilla de Alivio	32"
14	03+150.00	Alcantarilla de Alivio	32"

15	03+350.00	Alcantarilla de Alivio	32"
16	03+550.00	Alcantarilla de Alivio	32"
17	03+800.00	Alcantarilla de Alivio	32"
18	04+000.00	Alcantarilla de Paso	32
19	04+300.00	Alcantarilla de Alivio	32"
20	04+550.00	Alcantarilla de Alivio	32"
21	04+800.00	Alcantarilla de Alivio	32"
22	05+050.00	Alcantarilla de Alivio	32"
23	05+300.00	Alcantarilla de Alivio	32"
24	05+550.00	Alcantarilla de Alivio	32"
25	05+800.00	Alcantarilla de Alivio	32"
26	06+050.00	Alcantarilla de Alivio	32"
27	06+300.00	Alcantarilla de Alivio	32"
28	06+550.00	Alcantarilla de Alivio	32"
29	06+800.00	Alcantarilla de Alivio	32"
30	07+050.00	Alcantarilla de Alivio	32"
31	07+300.00	Alcantarilla de Alivio	32"
32	07+550.00	Alcantarilla de Alivio	32"
33	07+800.00	Alcantarilla de Alivio	32"
34	08+000.00	Alcantarilla de Alivio	32"
35	08+125.00	Alcantarilla de Paso	32"
36	08+350.00	Alcantarilla de Alivio	32"
37	08+600.00	Alcantarilla de Alivio	32"
38	08+850.00	Alcantarilla de Alivio	32"
39	09+100.00	Alcantarilla de Alivio	32"
40	09+355.00	Alcantarilla de Paso	36"
41	09+500.00	Alcantarilla de Alivio	32"
42	09+655.00	Puente	Existente - Buen Estado
43	09+900.00	Alcantarilla de Alivio	32"
44	10+100.00	Alcantarilla de Alivio	32"
45	10+350.00	Alcantarilla de Alivio	32"
46	10+600.00	Alcantarilla de Alivio	32"
47	10+880.00	Alcantarilla de Alivio	32"

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Diseño Geométrico de la carretera

3.4.1. Generalidades

El diseño geométrico de la carretera se fundamenta en efectuar el trazo de esta, según el terreno obtenido mediante el levantamiento topográfico, de acuerdo a la normativa vigente del Diseño Geométrico de la Carretera DG-2018. Lo inicial es evaluar la clasificación de la carretera, determinar criterios básicos de diseño ya sea en planta, perfil y en secciones transversales. Con la conclusión de optimizar la transitabilidad vehicular, basándose en el entorno económico y social, dando comodidad a la población.

3.4.2. Normatividad

Para la realización de dicho proyecto se utilizó los criterios y parámetros de diseño de carreteras establecidos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), recomendada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

De igual manera se utilizó el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos, con el propósito de optar por los criterios para el diseño de pavimento de la carretera.

3.4.3. Clasificación de las carreteras

Según el manual de carreteras la DG-2018, estas se clasifican de dos maneras: por su demanda, que está referida directamente por el Índice Medio Diario Anual (IMDA) y por su orografía, donde predomina el terreno por donde pasa el proyecto.

3.4.3.1. Clasificación por demanda

La carretera del proyecto se clasifica como una Carretera de Tercera Clase ya que tiene un IMDA menos a 400 veh/día, esta debe tener una vía de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo.

3.4.3.2. Clasificación por su orografía

Se clasifica en un Terreno Accidentado (tipo3), ya que la pendiente mínima es de 2.48% y su pendiente máxima de 9.67%, de igual manera cuenta con pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y el 50% por lo que requiere importantes movimientos de tierra.

3.4.4. Estudio de tráfico

3.4.4.1. Generalidades

Con la realización del estudio de tráfico se pudo elaborar el diseño de pavimento con la demanda del índice medio diario anual (IMDA). Además, que es importante para establecer algunos parámetros y características para el diseño geométrico de la vía. Por otra parte, permite determinar el vehículo de diseño con el cual se elaboró este proyecto.

3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular

Se realizó el conteo vehicular en una semana (7 días). El conteo se efectuó todo el día (24 horas), clasificando a los vehículos en automóvil, camioneta, camioneta rural, microbús, ómnibus de 2 y 3 ejes, camión de 2, 3 y 4 ejes, etc.

3.4.4.3. Metodología

Se estableció la estación E-1 para el conteo vehicular y se colocó a una persona por turno (mañana y noche), para así realizar el registro del tráfico. El conteo se efectuó en cada sentido, a la entrada del caserío de Sinsicap y a la salida del caserío San Ignacio.

De los resultados obtenidos al realizar el conteo vehicular durante siete días, se obtuvo un resumen por día, en cada sentido y en ambos sentidos.

3.4.4.4. Procesamiento de la información

El proceso del volumen de tráfico promedio diario se elabora con el formato que se anotó en campo al realizar el conteo de vehículos en la estación E-1, de la carretera Sinsicap- San Ignacio. El formato que se utilizó fue por cada día y comprende información por Entrada y Salida, haciendo la clasificación vehicular durante las 24 horas. Este proceso se hizo en una hoja de cálculos donde se podrá desarrollar el IMD promedio y también se podrá conocer el factor de corrección además se realizará tablas de las clases de los vehículos y la de curva de variación horaria del IMD.

3.4.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD)

Para el cálculo del índice medio diario anual se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMD = \frac{\Sigma T_{L-D}}{7} X Fc$$

Tabla 49: Determinación del Índice Medio Diario (IMD)

Tramo	Ruta	Estación	Sentido	IMD	Tipo de Vehículo							
					Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	Microbús	Ómnibus 2E	Ómnibus 3E	Camión 2E	Camión 3E
Sinsicap - San Ignacio	R - 1	E - 1	E	103	10	13	47	0	14	0	19	0
			S	96	11	11	43	0	14	0	17	0
			E+S	199	21	24	90	0	28	0	36	0
			%	193.20	20.39	23.30	87.38	0.00	27.18	0.00	34.95	0.00

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.6. Determinación del factor de corrección

Para el presente proyecto se consideró como referencia al peaje ubicado en Menocucho N° de ruta 10A, ya que es el que está más cerca al proyecto en estudio. Del cual se obtuvo los siguientes datos de corrección:

Tabla 50: Factores de Corrección Estacional

F.C.E. Vehículos ligeros	1.0854
F.C.E. Vehículos pesados	1.0001

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.7. Resultados del conteo vehicular

Al terminar el conteo vehicular de los siete días, se procedió a realizar los cálculos en gabinete para obtener el resumen total de todos los vehículos que ingresan y salen del tramo en estudio.

Tabla 51: Resultados del conteo vehicular, Tramo SINSICAP-SAN IGNACIO

Día	Sentido	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	Microbús	Ómnibus		Camión		Total
						2E	3E	2E	3E	
Domingo	Entrada Sinsicap	3	4	7	0	2	0	4	0	20
	Salida San Ignacio	3	3	7	0	2	0	3	0	18
	AMBOS	6	8	14	0	4	0	7	0	39
Lunes	Entrada Sinsicap	2	2	6	0	2	0	3	0	15
	Salida San Ignacio	2	1	3	0	2	0	2	0	10
	AMBOS	4	3	9	0	4	0	5	0	25
Martes	Entrada Sinsicap	1	2	6	0	2	0	3	0	14
	Salida San Ignacio	2	1	6	0	2	0	2	0	13
	AMBOS	3	3	12	0	4	0	5	0	27
Miércoles	Entrada Sinsicap	1	2	6	0	2	0	2	0	13
	Salida San Ignacio	1	3	7	0	2	0	3	0	16
	AMBOS	2	5	13	0	4	0	5	0	29
Jueves	Entrada Sinsicap	1	1	8	0	2	0	2	0	14
	Salida San Ignacio	1	1	6	0	2	0	2	0	12
	AMBOS	2	2	14	0	4	0	4	0	26
Viernes	Entrada Sinsicap	1	2	6	0	2	0	2	0	13

	Salida San Ignacio	0	1	7	0	2	0	3	0	13
	AMBOS	1	3	13	0	4	0	5	0	26
Sábado	Entrada Sinsicap	1	0	8	0	2	0	3	0	14
	Salida San Ignacio	2	1	7	0	2	0	2	0	14
	AMBOS	3	0	15	0	4	0	5	0	27
Total	Entrada Sinsicap	10	13	47	0	14	0	19	0	103
	Salida San Ignacio	11	11	43	0	14	0	17	0	96
	AMBOS	21	24	90	0	28	0	36	0	199

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.8. IMDa por estación

El tramo en estudio está conformado por una estación E-1 en la entrada a Sinsicap y Salida de San Ignacio, el cual presenta en la siguiente tabla de resumen.

Tabla 52: Tráfico vehicular en dos sentidos por día

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado				
Automóvil	6	4	3	2	2	1	3	21	3	1.0854	3
Camioneta	8	3	3	5	2	3	0	24	3	1.0854	4
Camioneta Rural	14	9	12	13	14	13	15	90	13	1.0854	14
Microbús	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0854	0
Ómnibus 2E	4	4	4	4	4	4	4	28	4	1.0001	4
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0001	0
Camión 2 E	7	5	5	5	4	5	5	36	5	1.0001	5
Camión 3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0001	0
TOTAL	39	25	27	29	26	26	27	199	28		30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53: IMDa por estación

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	3	10.00
Camioneta	4	13.33
Camioneta Rural	14	46.67
Microbús	0	0.00
Ómnibus 2E	4	13.33
Ómnibus 3E	0	0.00
Camión 2 E	5	16.67
Camión 3 E	0	0.00
IMD	30	100.00

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.9. Proyección de tráfico

El volumen del tránsito proyectado para su vida útil es de un periodo de 10 años. La cual primero se realiza en un tráfico normal, determinando el volumen de tránsito en una situación sin proyecto. Del cual se utilizó la siguiente formula:

$$P_f = P_o (1 + T_c)^n$$

Para la tasa de crecimiento se consideró distinta, según el tipo de vehículos ya sea para pasajeros o carga. Se consideró la tasa de crecimiento de la región La Libertad del cual se obtuvo los siguientes factores.

Tabla 54: Tasa de crecimiento

$r_{vp} =$	1.26	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	Para vehículos de pasajeros
$r_{vc} =$	2.83	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional	Para vehículos de carga

Fuente: Tasa anual departamental del PBI

Y con ello se determinó el tráfico normal para el periodo de 10 años.

Tabla 55: Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Automóvil	3	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camioneta	4	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
Camioneta Rural	14	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00
Microbús	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ómnibus 2E	4	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Ómnibus 3E	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2 E	5	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00
Camión 3 E	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Normal	30	30	30	31	32	33	33	33	33	34	36

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.10. Tráfico generado

Se refiere al volumen de tráfico con la que cuenta la trocha existente a la cual se la mejorara para que mejore su transitabilidad. A esta se le proyecta 10 años para tomar como diseño el tráfico total resultante.

3.4.4.11. Tráfico total

Es el resultado del tráfico normal y del tráfico generado con el periodo de 10 años para el proyecto.

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

Dónde:

T_n : Tráfico en el año N

T_0 : Tráfico actual o en el año base

n: Tasa de crecimiento

r: Año para el cual se calcula el volumen de tráfico

Tabla 56: Proyección de Tráfico - Con Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	30.00	30.00	30.00	31.00	32.00	33.00	33.00	33.00	33.00	34.00	36.00
Automóvil	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camioneta	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
Camioneta Rural	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00
Microbús	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ómnibus 2E	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Ómnibus 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2 E	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00
Camión 3 E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Automóvil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camioneta	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camioneta Rural	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Microbús	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ómnibus 2E	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ómnibus 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2 E	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3 E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	30.00	35.00	35.00	36.00	37.00	38.00	38.00	38.00	38.00	39.00	41.00

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.12. Cálculo de ejes equivalentes

Se calculó el ESAL de diseño con el tráfico y el factor Esal, teniendo el siguiente cuadro.

Tabla 57: Cálculo de ejes equivalentes

TIPO DE VEHÍCULO	VEHIC/D.	FACT. CRECIM.	TRÁFICO DE DISEÑO	F. ESAL.	ESAL DE DISEÑO
SIMPLES					
Automóvil	3.00	10.59	11596	0.0030	35
Camioneta	4.00	10.59	15461	0.0030	46
Camioneta Rural	14.00	10.59	54115	0.0030	162
Microbús	0.00	10.59	0	0.0030	-
Ómnibus 2E	4.00	11.38	16615	3.4770	57,770
Ómnibus 3E	0.00	11.38	0	3.4770	-
Camión 2 E	5.00	11.38	20769	3.4770	72,212
Camión 3 E	0.00	11.38	0	3.4770	-
IMD	30.00		118556	W'18	130,225

Fuente: Elaboración Propia

Se optaron los factores de corrección direccional y de corrección de carril de la siguiente tabla:

Tabla 58: Factores de distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Nº de calzadas	Nº de sentidos	Nº de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor ponderado FdxFc
1 cazada (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
	2sentidos	2	0.50	0.80	0.40

Fuente: Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección: suelos y pavimentos.

Luego de obtener el Esal de diseño y los factores de corrección se calculó el tráfico de diseño en ejes equivalentes (EE).

Tabla 59: Ejes Equivalentes

ESAL DE DISEÑO	FACTOR DE CORRECCIÓN DIRECCIONAL	FACTOR DE CORRECCIÓN DE CARRIL	TRÁFICO DE DISEÑO EE
130,225	0.50	1.00	65,112.63

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.13. Clasificación de vehículo

Según las características geométricas y socioeconómicas se consideró un vehículo de diseño C – 2.

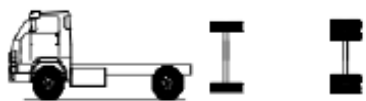
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	18

Figura 27: Clasificación del Vehículo de diseño

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

De los cálculos realizados se obtuvo el volumen de tránsito total para el proyecto que dio como resultado un IMDA = a 30 veh/día esto representa a la demanda para un periodo de diseño de 10 años.

3.4.5.2. Velocidad de diseño

Se tomaron los parámetros que establece la DG-2018 para la velocidad de diseño, la cual se toma por clasificación y orografía.

Este proyecto se clasificó como una carretera de tercera clase y su orografía como un terreno accidentado. Por lo cual, la velocidad de diseño está en un rango de 30 km/h hasta 50 km/h. Para el proyecto optaremos una velocidad de 30km/h.

Tabla 60: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera

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

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.5.3. Radios mínimos

En el manual de carreteras nos señala que los radios mínimos dependerán de la velocidad de diseño y de la tasa máxima de peralte, para que tenga mejor comodidad y seguridad al momento de conducir por ese tramo.

Del cual se optó radios mínimos de 25 metros para una velocidad de diseño de 30 km/h.

Tabla 61: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio recomendado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
130	12	0.08	665.4	665	

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

Se tiene una carretera de tercera clase, con un terreno accidentado y con una velocidad de diseño de 30 km/hr, la calzada tendrá un ancho mínimo de 6.00 m. En el desarrollo de este proyecto se definirán los anchos mínimos de la calzada.

Tabla 62: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera											
	>6000				6000 - 4001				4000-2001				2000-400				< 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:																				
30 km/h																			6.00	6.00
40 km/h																6.60	6.60	6.60	6.00	
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
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 Carretera: Diseño Geométrico (DG-2018)

3.4.5.5. Distancia de visibilidad

La DG-2018 establece las distancias de visibilidad que debe tener la carretera para que permita al conductor hacer las maniobras necesarias con más seguridad.

Distancia de Visibilidad de Parada

La DG – 2018 nos dice que es la mínima distancia que existe, para que un vehículo que viaja a la velocidad de diseño se pueda detener al notar a un objeto que se encuentra en su trayecto. Esta distancia se puede calcular con la siguiente expresión:

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

Dónde:

Dp = Distancia de parada (m).

V = Velocidad de diseño.

tp = Tiempo de percepción más reacción en segundos.

Experimentalmente se considera 2.5 s.

f = Coeficiente de fricción, pavimento húmedo.

i = Pendiente longitudinal (tanto por uno), +i (subida en la circulación),
-i (bajada en la circulación).

A parte de esta fórmula el manual de carretera nos da los siguientes parámetros de visibilidad de distancia dependiendo a la velocidad y a las pendientes de bajada y de subida.

Tabla 63: Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente 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 (DG-2018)

En el caso de este proyecto se consideró distancia de visibilidad de parada para una velocidad de diseño de 30 km/hr, por ello para pendientes en bajada de 9% la distancia mínima no deberá ser menor de 35m y para pendientes en subida de 9% la distancia no deberá ser menor de 29m.

Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

En la DG-2018 nos dice que la distancia mínima siempre debe estar disponible para que un conductor pueda sobrepasar a otro que va en el mismo sentido, sin que el conductor que este viajando en el sentido contrario modifique su velocidad. Esta distancia tiene que permitir realizar la maniobra con seguridad como se muestra en la siguiente figura.

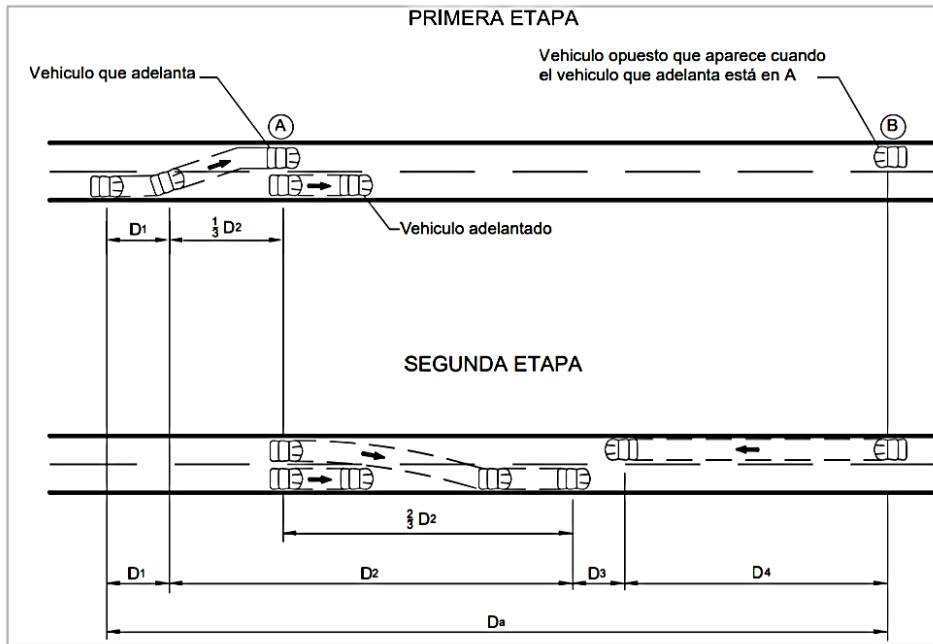


Figura 28: Distancia de visibilidad de adelantamiento

Fuente: Manual de carreteras: DG-2018

Tabla 64: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

Velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)	Velocidad del vehículo adelantado (km/h)	Velocidad del vehículo que adelanta, v(km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento d_a (m)	
			Calculada	Redondeada
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

Para este proyecto se considera distancias mínimas de visibilidad de adelantamiento igual a 200 metros para una velocidad de diseño igual a 30 km/h.

3.4.6. Diseño geométrico en planta

3.4.6.1. Generalidades

Aquí se decidirá los criterios y parámetros que se tomarán en cuenta para el diseño de la carretera en estudio. El diseño geométrico en planta está conformado por tramos circulares y rectos, que acceden pasar en medio de ellos, de forma tranquila, donde se permite a los vehículos ir a una velocidad continua en gran parte de la carretera. La topografía del terreno determinó la velocidad de diseño la cual es de 30 km/h, con lo cual se determinarán los radios de cada curva circular, de transición y de vuelta.

3.4.6.2. Tramos en tangente

El manual de carreteras DG – 2018, fija parámetros de longitudes de los tramos en tangente dependiendo a la velocidad de diseño, los cuales adoptamos en la siguiente tabla:

Tabla 65: Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín. (m)	L mín. o (m)	L máx. (m)
30	42	84	500

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.6.3. Curvas circulares

La DG-2018, define a estas curvas como arcos de circunferencia que tiene un solo radio las cuales unen dos tangentes consecutivas, obteniendo la proyección horizontal de las curvas.

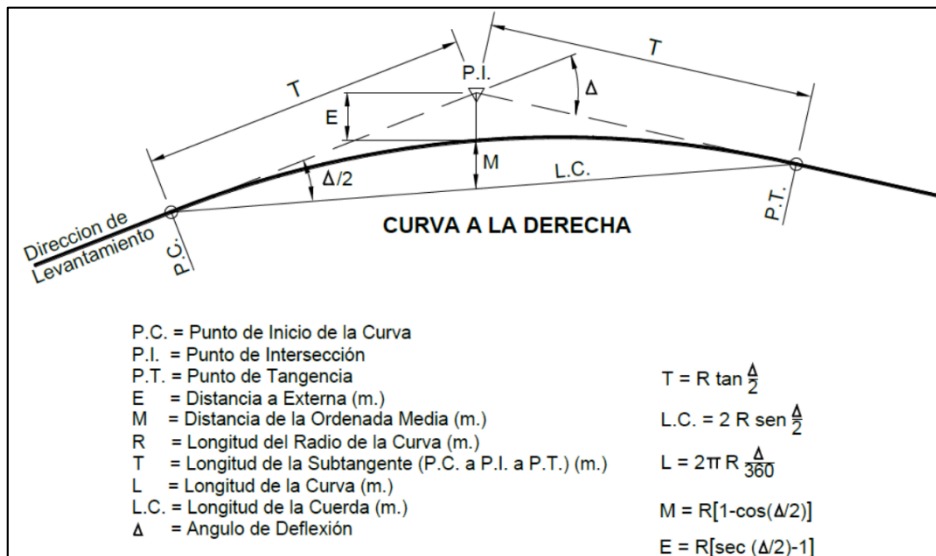


Figura 29: Simbología de la curva circular

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

Radios mínimos:

Son los radios que se pueden disponer para el recorrido de la vía teniendo en cuenta la velocidad de diseño y el peralte máximo. Para esto se puede calcular con la siguiente formula:

$$R_{\min} = V^2 \cdot 127 \cdot (P_{\max} + f_{\max})$$

Además, el manual de carreteras nos brinda la tabla siguiente para facilitar la obtención de estos datos.

Tabla 66: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

Velocidad específica km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción F_{\max} .	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	8.0	0.17	28.3	30
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.6.4. Curvas de transición

Estas curvas proporcionan un cambio gradual en la curvatura de la vía, ya sea desde un tramo recto hasta una curvatura de grado determinado o viceversa.

Estas curvas son llamadas también curvas espirales, las cuales se trazan con la finalidad de evitar discontinuidad en la curvatura del trazo, teniendo así mayor seguridad al realizarlas y brindando comodidad.

Tabla 67: Longitud mínima de curva de transición

Velocidad (km/h)	Radio mín. (m)	J (m/s ³)	Peralte máx. (%)	A mín. (m ²)	Longitud de transición	
					Calculada (m)	Redondeada (m)
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

En este proyecto se consideraron curvas de transición para algunas curvas simples y curvas de volteo, a las cuales se les consideran radios menores.

Tabla 68: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase

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 Carretera: Diseño Geométrico (DG-2018)

Además de ello, en el caso de carreteras de tercera clase las cuales utilicen curvas de transición se considera que la longitud no deberá ser menor ni mayor de:

$$L_{\text{mín}}=0.0178V^3R \quad L_{\text{máx}}=(24R)^{0.5}$$

Dónde:

R: Radio de la curvatura circular horizontal.

L_{mín}: Longitud mínima de la curvatura de transición.

L_{máx}: Longitud máxima de la curvatura de transición en metros.

V: Velocidad específica en km/h.

3.4.6.5. Curvas de vuelta

Estas curvas son utilizadas en laderas o en terrenos accidentados, donde se realizan para alcanzar una cota mayor, teniendo en cuenta que no se deba sobrepasar las pendientes máximas, las cuales no son posibles de lograr con trazos alternativos.

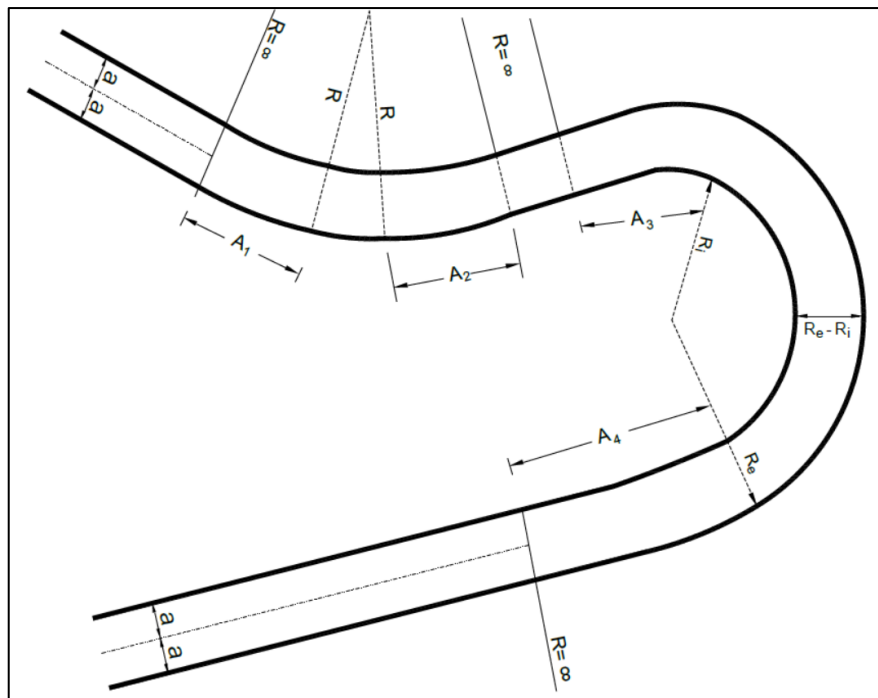


Figura 30: Curva de vuelta

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

La siguiente tabla indica los posibles valores para radios internos y externos según sea la maniobra requerida por el tipo de vehículo. En este caso sería un vehículo C-2.

Tabla 69: Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado

Radio interior Ri (m)	Radio exterior mínimo Re (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 (DG-2018)

3.4.7. Diseño geométrico en perfil

3.4.7.1. Generalidades

El diseño geométrico en perfil está conformado por rectas y curvas verticales convexas o cóncavas, vigiladas por el resalte del terreno, el diseño necesario de estas garantiza las distancias de visibilidad determinadas por la vía en estudio, esto nos va a permitir la transitabilidad persistente a la velocidad de diseño en toda la trayectoria de la carretera.

3.4.7.2. Pendiente

Pendiente Mínima

Es adecuado disponer de una pendiente mínima de 0.5%, con el fin de asegurar en toda la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

Pendiente Máxima

Se deben considerar pendientes máximas de la siguiente tabla, cuando la altitud del proyecto sea menor a los 3000 m.s.n.m.

Tabla 70: Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopista								Carretera											
	>6000				6000 - 4001				4000-2001				2000-400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																			10.00	10.00

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

En el caso del proyecto se ubica a una altura de 2990 m.s.n.m. por el cual se optó lo datos de esta tabla dando como resultado una pendiente máxima de 10.00%.

3.4.7.3. Curvas verticales

En este proyecto es necesario colocar curvas verticales de tipo convexa y cóncava. Ya que la diferencia de las pendientes es mayor del 1%, para carreteras pavimentadas. Dichas curvas verticales, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a:

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

Donde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva de vertical

A: Valores absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

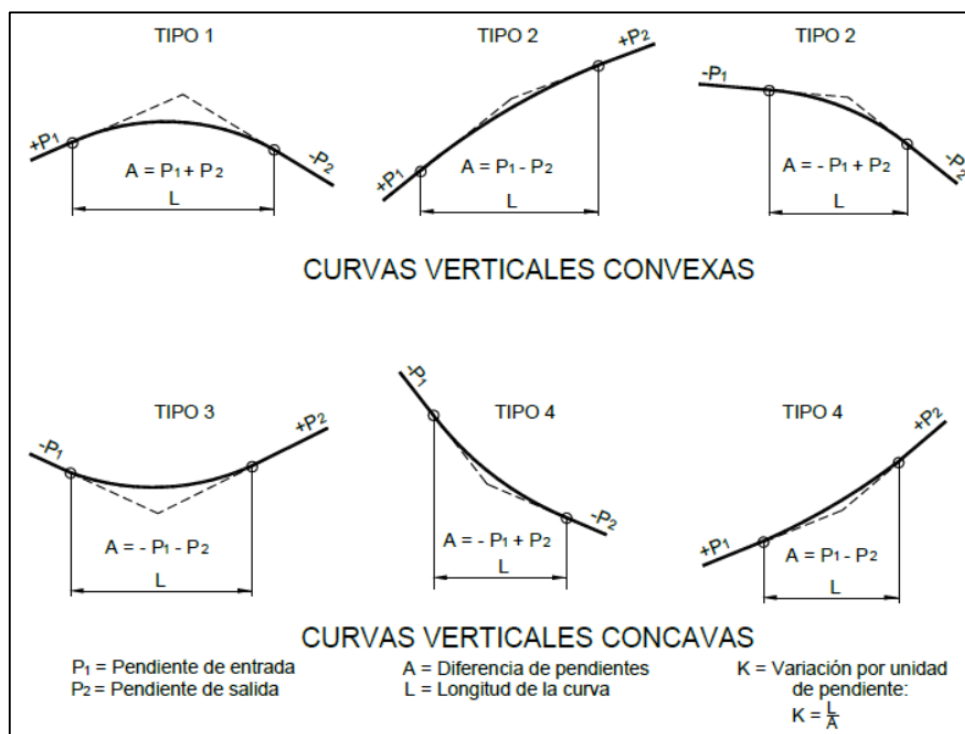


Figura 31: Tipos de curva verticales convexas y cóncavas

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

Curvas verticales Convexas

De la siguiente tabla podemos optar los parámetros para la distancia de visibilidad de parada y de paso con su respectivo índice de curvatura “K”, de acuerdo a la velocidad de diseño establecida de 30km/h.

Tabla 71: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

Curvas verticales Cóncavas

Para las curvas verticales cóncavas del proyecto de igual manera se optará los parámetros establecidos, teniendo en cuenta la velocidad de diseño de 30km/h.

Tabla 72: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

3.4.8.1. Generalidades

El diseño geométrico de la sección transversal nos faculta ejecutar un corte perpendicular a la vía de la carretera, compuesto por el diseño en perfil y el diseño en planta.

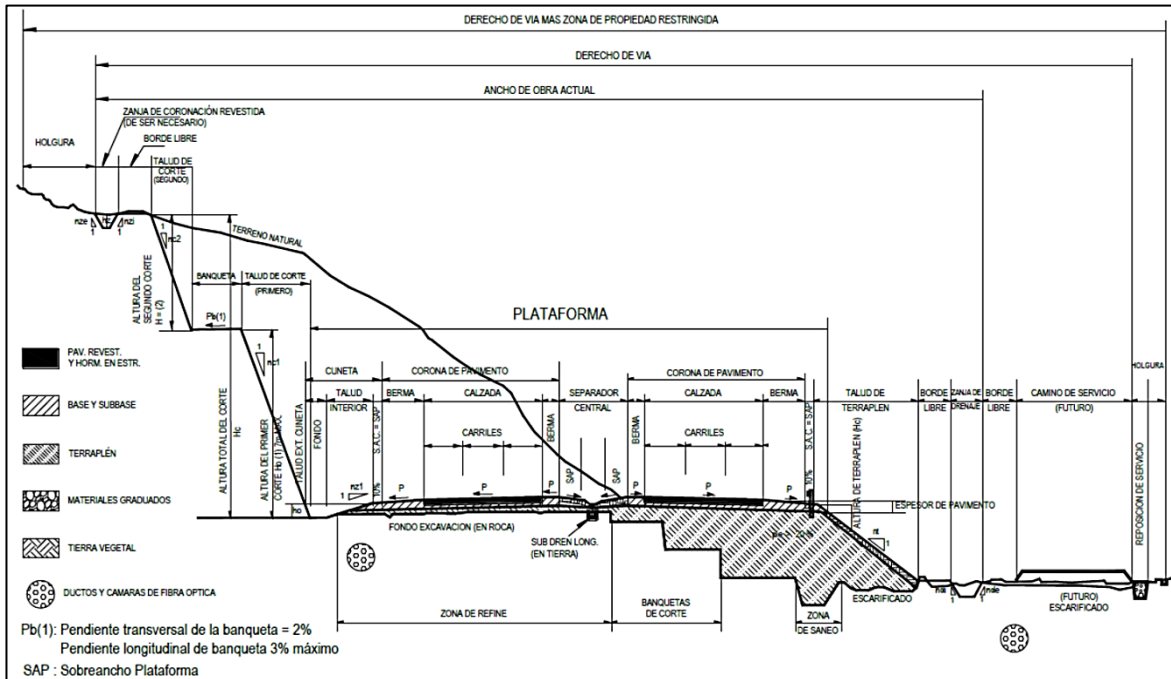


Figura 32: Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.8.2. Calzada

La superficie de rodadura o calzada de la carretera es por donde transitan los vehículos en un mismo sentido, formado por uno o más carriles sin considerar a la berma.

Ancho de la calzada en tangente

Para el ancho de la calzada en tangente, se determinará en la siguiente tabla:

Tabla 73: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera											
	>6000				6000 - 4001				4000-2001				2000-400				< 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:																				
30 km/h																				

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

Para el proyecto, se determinó un ancho mínimo de calzada 6.00m, por tener una velocidad de diseño de 30km/h y ser una carretera de tercera con un terreno accidentado tipo 3.

Ancho de tramos en curvas: Se consideró un ancho de calzada en curva teniendo en cuenta el sobreancho para las maniobras que realizarían los vehículos.

3.4.8.3. Bermas

Estas se ubican a cada lado de la calzada, las cuales sirven de confinamiento de la capa de rodadura y para proteger al pavimento así mismo a sus capas interiores. Además, se utiliza en casos de emergencia como zona segura para estacionarse.

Ancho de bermas: Para el proyecto se consideró un ancho de bermas de 0.50m.

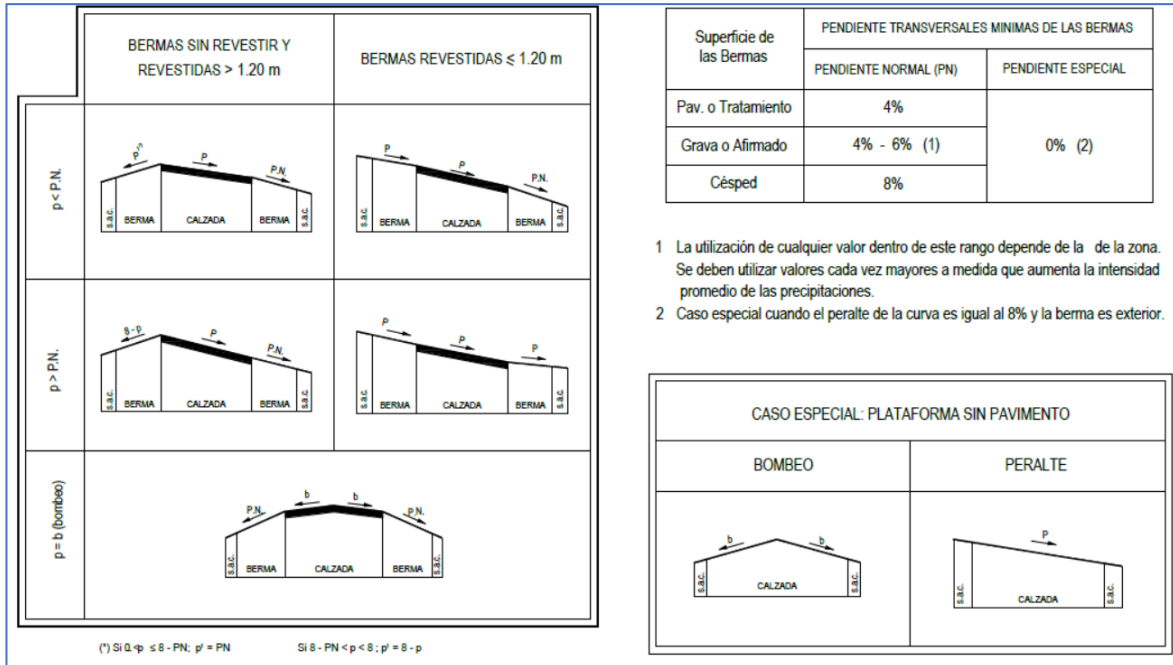
Tabla 74: Anchos de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera											
	>6000				6000 - 4001				4000-2001				2000-400				< 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:																				
30 km/h																				

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

Inclinación de bermas

De la siguiente figura se optó por considerar una pendiente de 4% ya que la superficie de la berma será pavimentada.



- 1 La utilización de cualquier valor dentro de este rango depende de la de la zona. Se deben utilizar valores cada vez mayores a medida que aumenta la intensidad promedio de las precipitaciones.
- 2 Caso especial cuando el peralte de la curva es igual al 8% y la berma es exterior.

Figura 33: Pendiente transversal de bermas

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.8.4. Bombeo

Las calzadas deberán contar con una inclinación transversal mínima llamada bombeo, con el propósito de evacuar el flujo de agua superficial. Este dependerá del tipo de superficie y de la precipitación máxima de la zona.

Tabla 75: 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

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

La calzada del proyecto tendrá un bombeo de 2.5%, con una superficie pavimentada. La cual será como se muestra a continuación.

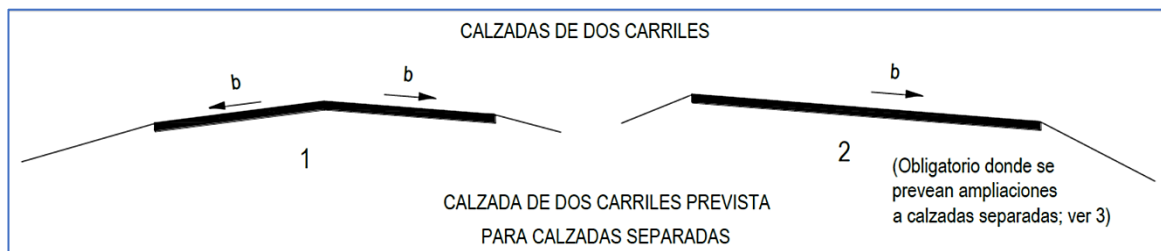


Figura 34: Casos de bombeo

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.8.5. Peralte

En el transcurso de la vía, las curvas horizontales serán peraltadas, con el fin de evitar que el vehículo salga de la calzada por motivo de la fuerza centrífuga.

Tabla 76: Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0 %	6.0 %

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

3.4.8.6. Taludes

Para el talud de corte de la carretera se optó de 1:1 (V:H) porque el tipo de material que se obtuvo de la zona en su mayoría es limo arcilloso o arcilla, con cortes menores a 5m.

Tabla 77: Valores referenciales para taludes de corte (V:H)

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

Fuente: Manual de Carreteras (DG-2018)

En el caso del talud de relleno será de 1:1.5 (V:H), de acuerdo al tipo de material que se obtuvo de la zona.

Tabla 78: Taludes en zona de relleno (terraplenes)

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 (DG-2018)

3.4.8.7. Cunetas

Las cunetas son triangulares, con recubrimiento de concreto y con secciones transversales abiertas. Del estudio hidrológico se diseñaron las dimensiones de las cunetas las cuales son de 0.50m x 0.25m, con un tirante hidráulico de 0.15m.

Los elementos con la que cuenta la cuneta son su talud interno – externo y su fondo, del cual en algunos casos coincide con el talud de corte.

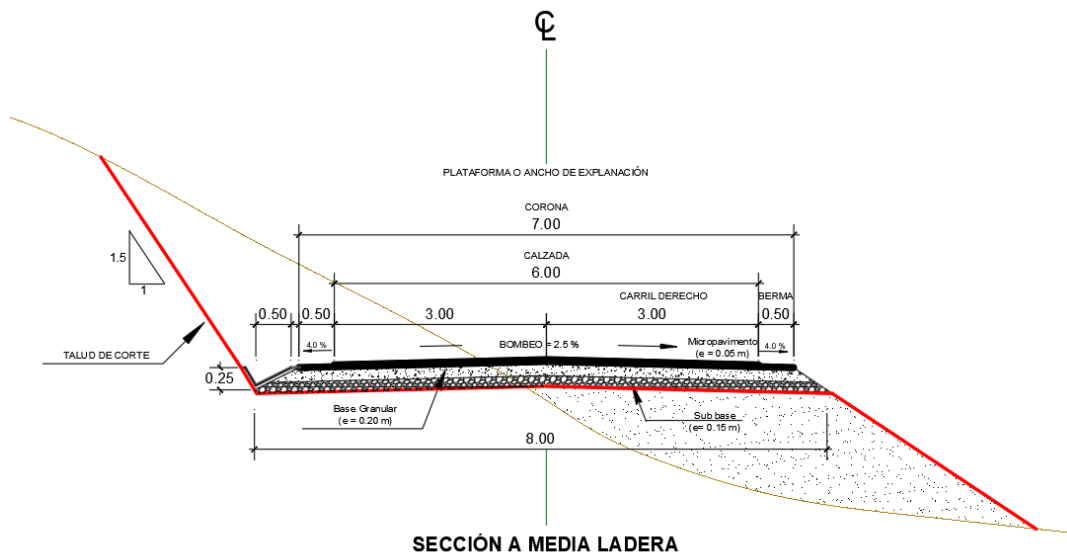


Figura 35: Sección Típica Sinsicap- San Ignacio

Fuente: Elaboración Propia

3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

Tabla 79: Resumen del diseño geométrico

PARÁMETROS	TRAMO SINSICAP - SAN IGNACIO
CLASIFICACIÓN POR DEMANDA	Tercera Clase
CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA	Accidentado (Tipo 3)
VELOCIDAD DE DISEÑO	30 km/h
RADIO MÍNIMO	30
RADIO CURVA DE VOLTEO	----
LONGITUD DE ESPIRAL	84.00 m
PENDIENTE MÍNIMA	1.00%
PENDIENTE MÁXIMA	10.00%
ANCHO DE CALZADA	6.00 m
BOMBEO	2.50%
ANCHO DE BERMAS	0.50 m

INCLINACIÓN DE BERMAS	4.00%
PERALTE MÁXIMO	8.00%
PERALTE MÍNIMO	6.00%
TALUD DE CORTE (V:H)	2:1
TALUD DE RELLENO (V:H)	1:1.5
CUNETA TRIANGULAR	0.25x0.50 m

Fuente: Elaboración Propia

3.4.10. Diseño de pavimento

3.4.10.1. Generalidades

Aquí se concluirá la estructura del pavimento de acuerdo al CBR del terreno y el tráfico de vehículos en Ejes Equivalente en el tramo.

3.4.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvieron los CBR de la calicata 1, 4, 7 y 10, el cual dio como resultado: calicata C-1 un CBR al 95% de 17.1, en la calicata C-4 un CBR al 95% de 16.90, C-7 un CBR al 95% de 14.47 y finalmente C-10 un CBR al 95% de 11.25, el cálculo del CBR en las calicatas mencionadas cumplen con una sub rasante buena.

3.4.10.3. Datos del estudio de tráfico

Del estudio de tráfico que se realizó, obtuvimos los ejes equivalentes, con una proyección de 10 años de vida útil.

Tabla 80: Número de ejes equivalentes del tramo

TRAMO	EE
Sinsicap - San Ignacio	65,112.63

Fuente: Elaboración Propia

De la siguiente tabla se podrá clasificar el tipo de tráfico que tiene el tramo.

Tabla 81: Rangos de Tráfico

Tipos de Tráfico Pesado	Rangos de Tráfico Pesado
TP0	> 75 000 EE ≤ 150 000 EE

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos - MTC

De la tabla se obtuvo lo siguiente:

Tabla 82: Tipo de tráfico para el proyecto

TRAMO	TIPO DE TRÁFICO
Sinsicap - San Ignacio	TP0

Fuente: Elaboración Propia

3.4.10.4. Espesor de pavimento, base y sub base granular

EE		TP0	TP1	TP2	TP3	TP4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR%	$M_r = 2555 \times CBR^{0.84}$					
CBR	< 8,040psi (55.4MPa)					
> 6% CBR	> 8,040psi (55.4MPa)					
< 10% CBR	< 11,150psi (76.9MPa)					
> 10% CBR	> 11,150psi (76.9MPa)					
< 20% CBR	< 17,380psi (119.8MPa)					
> 20% CBR	> 17,380psi (119.8MPa)					
< 30% CBR	< 22,530psi (155.3MPa)					
> 30% CBR	> 22,530psi (155.3MPa)					

Figura 36: Catalogo de figuras micropavimento. Periodo de diseño 10 años

Fuente: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" 2014- MTC

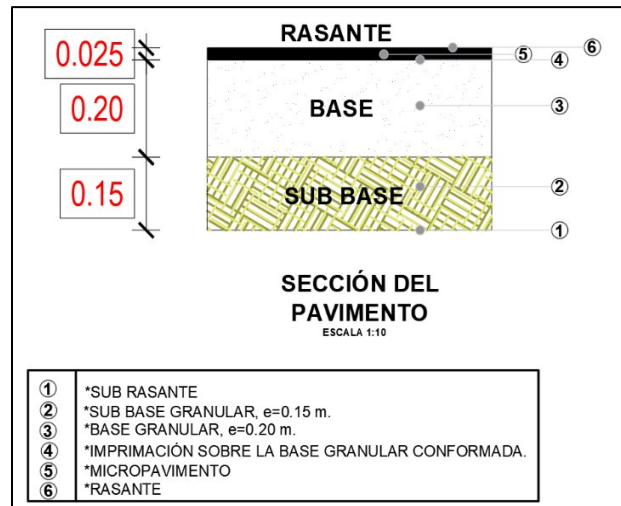


Figura 37: Sección del Pavimento

Fuente: Elaboración Propia

Se optó por pavimento flexible con mezcla asfáltica en frío del cual se obtuvo:

Tabla 83: Espero del tramo del proyecto

Progresivas (km)		CBR %	Sub -Base granular (cm)	Base Granular (cm)	Micropavimento (cm)
Inicio	Fin				
00+000.00	4+000.00	17.11	15	20	2.5
04+000.00	7+000.00	16.90	15	20	2.5
07+000.00	10+000.00	14.47	15	20	2.5
10+000.00	10+960.00	11.25	15	20	2.5

Fuente: Elaboración Propia

3.4.11. Señalización

3.4.11.1. Generalidades

Se usa para regularizar el tránsito y evitar cualquier amenaza que pueda mostrarse en el tráfico vehicular. Además, para anunciar a los beneficiarios sobre las rutas, centros de distracción o entretenimiento, sitios turísticos y educativos, destinos, también los obstáculos que pueden existir en las carreteras. Se desarrolló las señalizaciones de dos maneras, señalización horizontal y señalización vertical

3.4.11.2. Requisitos

Las señales horizontales tanto como las verticales consideran los requisitos siguientes para un buen empleo y ayudan como un orientador en el trayecto del viaje entre los tramos de la carretera que está en proyecto. Teniendo como requisitos los siguientes:

Que la localización pueda permitir al usuario un tiempo prudente de reacción y respuesta, que llame la atención y además pueda ser visible, debe existir la necesidad para que las señalizaciones puedan ser utilizadas, Uniformidad, debe ser infundido para ser obedecido y respetado. Debe tener un mensaje conciso y claro.

3.4.11.3. Señales verticales


Las señales verticales son instrumentos que están ubicados al costado de la carretera y tienen como propósito, informar y prevenir a las personas a través de símbolos o palabras, además debe regular el tránsito vehicular y todo esto está establecido en el Manual de Dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.




Las señales verticales se clasifican en:

a) Señales de Reglamentación o Regulatoras

Estas señales tienen por propósito hacer saber a los pobladores de las restricciones, limitaciones, autorizaciones y/o prohibiciones que existen en la carretera.

Tabla 84: Señales de reglamentación o reguladoras

Definición	Símbolo
Estas señales buscan regular el derecho de preferencia de paso	
Estas son usadas para limitar o prohibir el tránsito de algunos tipos de vehículos o determinadas maniobras	


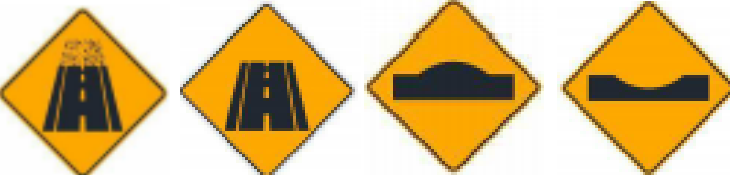



<p>Son usadas para limitar o restringir el tránsito vehicular debido a sus características particulares de la carretera.</p>	
<p>Se usan para indicar las obligaciones que tiene que cumplir los conductores</p>	
<p>Se caracterizan por estar compuestas por un círculo con fondo blanco y orla verde</p>	

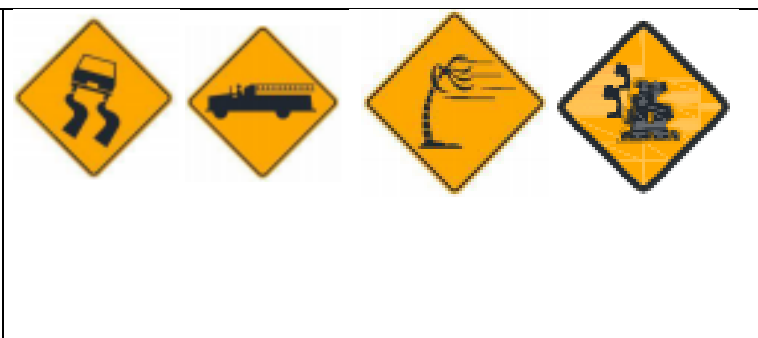
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito – MTC

b) Señales de Prevención

El objetivo es prevenir a los usuarios de las situaciones imprevistas y/o naturales de riesgos que existen en la vía. Estas facilitan a los conductores a tener cuidado con estas prevenciones.

Tabla 85: Señales de prevención

Definición	Símbolo
Estas señalan la proximidad de una o más curvas horizontales en la vía y además también señalan la proximidad de pendientes longitudinales	
Previene a los conductores a la proximidad de las irregularidades sucesivas en la superficie de la vía, y estas pueden causar daños que afecten el control vehicular	
Previene a los conductores de la proximidad de restricciones de la vía, que afectan la operación de los vehículos	
Se instalan para prevenir a los conductores sobre la presencia de una intersección a nivel y la posible presencia de vehículos ingresando o haciendo maniobras	
Previene a los conductores de particularidades de la vía, sobre sus características operativas, las cuales pueden condicionar y afectar la normal circulación de los vehículos	


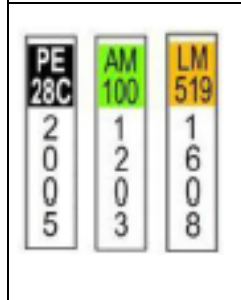

<p>Tienen por finalidad prevenir a los conductores sobre la existencia o posibilidad de emergencias viales o situaciones especiales.</p>	
--	--

Fuente. Manual de dispositivos de control de tránsito – MTC

c) Señales de Información

Estas tienen el objetivo de avisar a los usuarios de los puntos principales, lugares turísticos, lugares históricos, entre otros

Tabla 86: Señales de información

Grafico	Clasificación	Forma	Significado	Color	Ubicación
	Señales de Dirección	Forma rectangular y de dimensiones variables	Se utilizarán antes de una intersección a fin de guiar al conductor para llegar a su destino.	Color verde con letras blancas	Lado derecho en sentido del tránsito, ángulo recto al eje de la carretera.
	Señal de postes de kilometraje	Se colocarán a intervalos de 1 a 5km	Se utilizarán para indicar la distancia al punto de origen de la vía.	Se pintarán de color negro con bordes y letras blancas	Lado derecho en sentido del tránsito, ángulo recto al eje de la carretera.
	Balizas de acercamiento	Forma rectangular y de dimensiones variables	Se utilizarán para indicar la distancia de 300m, 200m, y 100m al inicio de carril deceleración o de salida.	Color verde con letras blancas	Lado derecho en sentido del tránsito, ángulo recto al eje de la carretera.

Fuente. Manual de dispositivos de control de tránsito – MTC

3.4.11.4. Colocación de las señales

Para que la posición de las señales debe ser buenas para los usuarios de la carretera, debe tener una orientación, altura, ubicación entre otras cosas que nos indica el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

a) Ubicación

Ubicación longitudinal

La ubicación tiene que brindar al conductor un buen tiempo de visibilidad y reacción para que este pueda ejecutar las maniobras que sean adecuadas.

Estas ubicaciones irán de acuerdo a lo que nos indica el Manual.

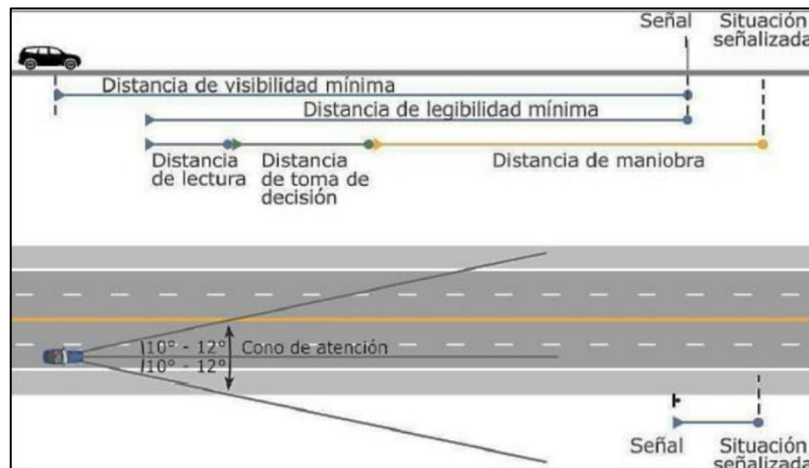


Figura 38: Ubicación Longitudinal y Distancias de Lectura

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

Ubicación lateral

Estas tienen que ser colocadas al lado derecho de la carretera.

En Zonas Rurales, debe tener una distancia del borde de la carretera al borde de la señal de 3.60 metros como mínimo.

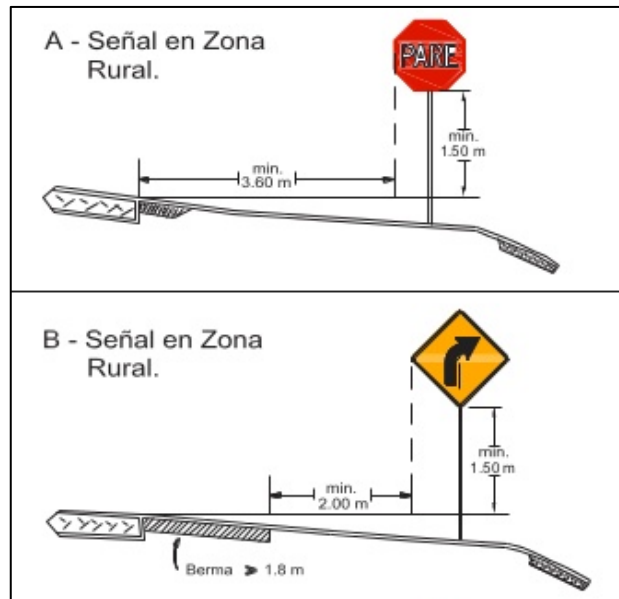


Figura 39: Ejemplos de Ubicación Lateral de Señales en Zona Rural
Fuente. Manual de dispositivos de control de tránsito – MTC

b) Altura

La altura que debe tener la señal debe ser visible para los conductores, además se debe tener en consideración algunos factores que puedan afectar la visibilidad de estos.

En zonas Rurales, estas deben tener una altura de 1.50 m. que es la que permite el Manual.

c) Orientación

La orientación de la señal deberá ser hacia afuera, del mismo modo que la cara de la señal y una línea paralela al eje, deberán formar un ángulo menor o igual a 90° .

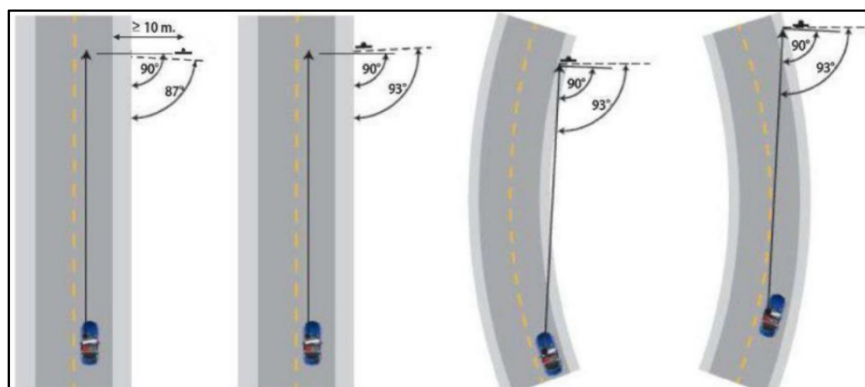


Figura 40: Ejemplo de Orientación de la Señal

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

3.4.11.5. Hitos kilométricos

En todas las zonas rurales, se tienen que colocar postes kilométricos en cada kilómetro de la carretera. Esto nos señalará cuanto de longitud tiene la vía.

3.4.11.6. Señalización horizontal

En la siguiente tabla podremos ver los tipos de señales horizontales.

Tabla 87: Señales horizontales

Tipo	Descripción
Línea Central	Marca de amarillo al eje de la vía
Línea de carril	Líneas discontinuas o segmentadas de 0.15 metros de ancho
Zonas donde se prohíbe adelantar	Líneas consecutivas de espacios de 4.50 metros
Línea de Borde del pavimento	Ubicado de forma longitudinal en el borde entre la berma y el pavimento
Línea de paso peatonal	Franjas blancas de 0.50 metros y espaciadas a 0.50 metros
Demarcación de Símbolos y palabras	Se utilizan letras y símbolos mayores a 2.00
Delineadores	Es de color anaranjado y deben contar con bandas retrorreflectante, y por las noches deben ser reforzados con dispositivos luminosos ubicados en su parte superior para incrementar su luminosidad.

Fuente. Manual de dispositivos de control de tránsito – MTC

3.4.11.7. Señales en el proyecto de investigación

Tabla 888: Resumen de las señalizaciones del proyecto

N°	SEÑAL	CANTIDAD	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
01	Informativa	1.00	SI - 1	1		SINSICAP
02	Informativa	1.00	SI - 2		1	SAN IGNACIO
03	Reglamentaria	2.00	R - 16	16	16	Señal Prohibido Adelantar
04	Reglamentaria	2.00	R - 30	1	1	Señal Velocidad Máxima permitida 30km/h
05	Preventiva	9.00	P-1A	5	4	Señal Curva Pronunciada a la Derecha
06	Preventiva	9.00	P-1B	3	6	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
07	Preventiva	9.00	P-2A	4	5	Señal Curva a la Derecha
08	Preventiva	9.00	P-2B	4	5	Señal Curva a la Izquierda
09	Preventiva	2.00	P-4A	1	1	Señal Curva y Contracurva a la Derecha
10	Preventiva	4.00	P-4B	2	2	Señal Curva y Contracurva a la Izquierda
11	Preventiva	1.00	P-5-1A		1	Señal Camino Sinuoso a la Derecha
12	Preventiva	1.00	P-5-1B	1		Señal Camino Sinuoso a la Izquierda
13	Preventiva	17.00	P-5-2A	8	9	Señal Curva en "U" a la Derecha
14	Preventiva	17.00	P-5-2B	8	9	Señal Curva en "U" a la Izquierda

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

Para este proyecto, se enmarco criterios y parámetros de diseños establecidos por la normativa vigente (DG-2018) y todos los manuales que influyen en el desarrollo de este proyecto. Tomando en cuenta todos los puntos necesarios para su diseño y su buen funcionamiento a lo largo de su vida útil.

Con respecto a la topografía del terreno se obtuvo una pendiente mínima de 1.17% y su pendiente máxima de 9.67% en todo lo largo de la carretera, siendo su longitud de 10+880 km, teniendo así un terreno accidentado (tipo 3). Estos resultados difieren a los de Malca (2018) porque tiene una carretera de tercera clase con un terreno accidentado con una velocidad de diseño de 40 Km/h y en nuestra investigación nos da con una velocidad de diseño de 30 Km/h.

En cuanto al estudio de mecánica de suelos, se identificaron suelos de arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL) al igual que arena limosa y arcillosa (SM-SC), clasificado según SUCS, siendo estas las que mayor predominan, teniendo un CBR al 95 % de 17.11%. estos datos son similares a los de Guillen (2017) que obtuvo arenas arcillosas, arena inorgánica, arena limosa, y al realizar el ensayo de CBR de diseño de la subrasante dio como resultado un porcentaje de 9.88% y que en ambos casos estos valores lo clasifican como terreno con subrasante regular.

Para el estudio hidrológico y diseño de obras de arte se identificó 4 cuencas dentro de la zona en estudio y se proyectaron obras de arte (drenaje) como cunetas de sección triangular de 0.50m x 0.25m (ancho x profundidad), 42 alcantarillas de alivio circulares de material metálicas corrugadas TMC de 32" y 4 alcantarillas de paso, 2 de 32" y 2 de 36" de diámetro. Estos resultados son distintos a los de Domínguez (2017) que tiene cunetas triangulares de 40cm x 80cm, 11 alcantarillas de alivio de 24" de diámetro, para la realización del estudio hidrológico se necesitará 1 alcantarilla de paso en la progresiva 2 + 430, cuyo material será de TMC con diámetro de 36".

Para la carretera de Sinsicap-San Ignacio se obtuvo un ancho de calzada de 6.00m con bermas de 0.50m y un peralte máximo de 8%, bombeo de 2.5%, además de pendiente máxima 9.97% y una velocidad de diseño de 30 Km/h, Estos datos son diferentes a los de Jiménez (2018) el cual obtuvo la misma calzada, berma, bombeo y peralte de 8% a 12% con una velocidad de diseño de 40 Km/h, según la DG-2018 que establece esos parámetros de diseño.

V. CONCLUSIONES

El diseño de esta carretera se clasifico según el IMDA menor a 400 veh. /día. siendo así una carretera de tercera clase y su clasificación por orografía es de un terreno tipo 3 (accidentado), con pendientes longitudinales de 1 a 10% y pendientes transversales de 11 a 50% en todo el tramo de 10.880 km de longitud.

El suelo que se identificó fueron arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL), y arena limosa y arcillosa (SM-SC), clasificado según SUCS, siendo estas las que mayor predominan, teniendo un CBR al 95 % de 17.11% considerado como un suelo bueno para la sub rasante. Del EMS de la cantera se estableció un suelo de grava bien graduada (GW) clasificada según SUCS y por AASHTO siendo A-1-a (0), teniendo un CBR al 100% de 90.11%.

El estudio hidrológico se identificó 4 cuencas dentro de la zona en estudio, para ello se trabajó con la estación pluviométrica de Sinsicap (SENAMHI) y así determinar los caudales y proyectar obras de arte (drenaje) como cunetas de sección triangular de 0.50m x 0.25m (ancho x profundidad), de 42 alcantarillas de alivio circulares de material metálicas corrugadas TMC de 32" y 4 alcantarillas de paso, 2 de 32" y 2 de 36" de diámetro.

Para el diseño geométrico de la carretera de Sinsicap-San Ignacio se obtuvo un ancho de calzada de 6.00m con bermas de 0.50m y un peralte máximo de 8%, bombeo de 2.5%, además de pendiente máxima 9.97% y una velocidad de diseño de 30 Km/h. Además, el diseño de pavimento el cual se aplico es un micropavimento de 2.5 con Sub- base granular 15cm, una base granular de 20cm respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios para dar mantenimiento periódicamente a la carretera y a sus obras de arte como lo son las alcantarillas y las cunetas

Cuando se ejecute el proyecto colocar las señalizaciones correspondientes con el fin de informar a la población y prevenir accidentes durante la ejecución del proyecto.

Cuando el proyecto esté terminado se le recomienda a la municipalidad del distrito de Sinsicap que realice el mantenimiento adecuado de esta para así poder mantener y/o alargar la vida útil con la que fue diseñada.

Además, se le sugiere a la municipalidad impermeabilizar el suelo para así poder darle una mayor vida útil a la carretera evitando así que las consecuentes lluvias deterioren los taludes y por ende toda la estructura del diseño, con ello se alargara la vida útil y se economizara mantenimientos que se le realice.

Se recomienda hacer un buen mantenimiento adecuado al puente para que siga su vida útil, no se deteriore y pueda servir como conexión entre ambos caseríos.

VII. REFERENCIAS

APARICIO, Francisco. Fundamentos de hidrología de superficie, Grupo Noriega Editores, 2015. p. 34.

BOWLES J. “Manual de Laboratorio de suelos”. Editorial Mc Graw. 1° edición Bogotá.

Disponible en: <https://books.google.com.pe>

CAJO, José. “Diseño Definitivo A Nivel De Carpeta Asfáltica De La Carretera Ferreñafe Mamape (L=3.96km), Distrito Manuel Antonio Mesones Muro – Provincia Ferreñafe – Departamento Lambayeque”. (Ingeniera Civil). Pimentel: Universidad Cesar Vallejo. 2015

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10136>

CÁRDENAS, James. Diseño Geométrico de Carreteras. Ecoe Ediciones. Segunda Edición Bogotá. 2013.p. 33.

Disponible en: <https://books.google.com.pe>

CASANOVA, Leonardo. Topografía Plana. Mérida: Universidad de los Andes. 2014

Disponible en: <https://es.slideshare.net/davidchacnaarraya/libro-de-topografa-plana-leonardo-casanova>

CONTRERAS, Manix. Definición de micropavimento. Universidad Alas Peruanas.2018

Disponible en: <https://alaspueanas.academia.edu/ManixContrerasValladares>

DOMÍNGUEZ, Giancarlos. “Diseño Del Mejoramiento De La Carretera De Los Caseríos El Aliso – Ichugo, Distrito De Usquil, Provincia De Otuzco, La Libertad”. (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2017.

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22755>

SCIPIÓN Eddy. Diseño de Carreteras UNI. Norma DG-Caminos I. 2011

Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/>

ESCOBAR, Gonzalo. Geo mecánica. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2016. p. 05.

FABIAN Segura, JOEL Rusbel. “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo: Choconday - Barro Negro, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad”. (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2018

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25418>

Franquet José María y Querol Antonio. Nivelación de terrenos por regresión tridimensional. Primera Edición. España 2010. p. 22.

Disponible en: <https://books.google.com.pe>

GÁMEZ, William. TEXTO BASICO AUTOFORMATIVO DE TOPOGRAFIA GENERAL. (Ingeniero Civil). Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 2015

Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/3179/1/NP31G192t.pdf>

GÓMEZ, Domingo y GÓMEZ, Teresa. Evaluación de Impacto Ambiental. Tercera Edición. Madrid 2013.p. 23.

Disponible en: <https://books.google.com.pe>

GUILLEN, Ingrid. “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera que une los caseríos El Amante - Matibamba, distrito de José Sabogal- provincia de San Marcos - departamento de Cajamarca”. (Ingeniera Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2017

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/23094>

Hernández, Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar. Metodología de la Investigación. 6ta Edición. México 2014.

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co>

JIMÉNEZ, José. “Diseño del mejoramiento de la carretera tramo anexo Nuevo Luya – anexo Golac, distritos de Conila y Colcamar, provincia de Luya – Amazonas” (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2018

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25143>

LIMA, Paulina y ROJAS, Marco. “REHABILITACIÓN DE LA VÍA TANLAHUA PERUCHO” ABSCISA 0+000 A LA ABSCISA 6+000”. (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador. 2015

Disponibile en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4342>

MALCA, Luis. Diseño Para El Mejoramiento De La Carretera A Nivel De Afirmado Entre El Caserío Agua Santa - Olmos, Distrito De Olmos – Lambayeque. (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2018

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25142>

MACÍAS, Adrián, QUIROZ, Luis y CARVAJAL, Daniel. Tomo II Mecánica de Suelos. Área de innovación y desarrollo, S.L. Primera Edición 2018

Disponibile en: <https://books.google.com.pe>

MÉNDEZ, Brinton. “diseño de la carretera entre los caseríos Ururupa alta – Melgón; distrito de Santiago de chuco, provincia de Santiago de chuco – la libertad”. (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2018

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25130>

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). (MTC), Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014. p. 27-38-44.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). (MTC), Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016. p. 49.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). (MTC), Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. p. 32 y p. 35

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). (MTC), Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, 2005.

NORIEGA, Sandra. “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Miguel Grau- Choconday – distrito de Usquil, provincia de Otuzco- La Libertad” (Ingeniera Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2018

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25133>

RAMÍREZ, Aldo. Hidrología Esencial. Editorial Digital. México 2015. Pag 10.

Disponible en: <https://books.google.com.pe>

RINCÓN, Mario y VARGAS, Wilson. Topografía Conceptos y aplicaciones.
Bogotá: Biblioteca Nacional de Colombia, 2017. p.10

ANEXOS:

ANEXO 1

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
Nº	Estrato			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm3)	Qadm. (tn/cm3)
C-1	E-1	Km 01+000	1.50 m	10.51	33.87	53.67	12.46	20	17	3	SM	A-2-4 (0)	1.792	8.55	20.27	17.11	-	-
C-2	E-1	Km 02+000	1.50 m	9.64	33.32	53.85	12.84	20	14	6	SM-SC	A-2-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-3	E-1	Km 03+000	1.50 m	4.74	50.58	45.30	4.12	33	21	12	CL	A-6 (3)	-	-	-	-	-	-
C-4	E-1	Km 04+000	1.50 m	9.92	34.54	53.00	12.46	21	17	4	SM-SC	A-2-4 (0)	1.792	8.55	20.06	16.90	-	-
C-5	E-1	Km 05+000	1.50 m	9.72	50.88	45.85	3.27	36	22	14	CL	A-6 (4)	-	-	-	-	-	-
C-6	E-1	Km 06+000	1.50 m	8.26	32.54	55.21	12.25	39	20	19	SC	A-2-6 (1)	-	-	-	-	-	-
C-7	E-1	Km 07+000	1.50 m	6.83	34.71	51.06	14.23	17	12	5	SM-SC	A-2-4 (0)	1.782	9.05	17.01	14.47	-	-
C-8	E-1	Km 08+000	1.50 m	6.84	32.34	53.92	13.74	25	11	14	SC	A-2-6 (0)	-	-	-	-	-	-
C-9	E-1	Km 09+000	1.50 m	28.87	34.80	51.03	14.17	38	21	17	SC	A-2-6 (1)	-	-	-	-	-	-
C-10	E-1	Km 10+000	1.50 m	6.48	33.05	52.70	14.25	19	11	8	SC	A-2-4 (0)	1.763	9.55	13.34	11.25	-	-
C-11	E-1	Km 10+880	1.50 m	4.65	34.57	52.59	12.84	24	17	7	SM-SC	A-2-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-X	E-X	CANTERA EL HUAYCO	1.50 m	0.67	2.76	12.43	84.82	NP	NP	NP	GW	A-1-a (0)	2.086	4.30	118.4	90.11	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

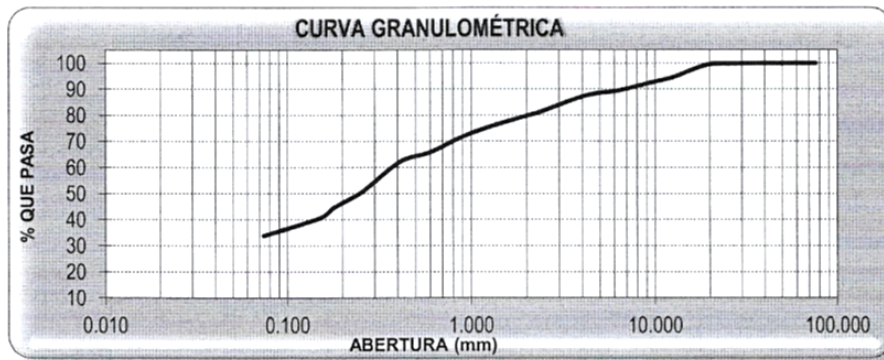
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 991.96

Peso perdido por lavado : 508.04

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	10.51%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Limites e índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	2.41	0.16	0.16	99.84	L. Líquido : 20
3/4"	19.050	7.48	0.50	0.66	99.34	L. Plástico : 17
1/2"	12.700	68.30	4.55	5.21	94.79	Ind. Plasticidad : 3
3/8"	9.525	32.80	2.19	7.40	92.60	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	45.71	3.05	10.45	89.55	
No4	4.178	30.20	2.01	12.46	87.54	Clas. SUCS : SM
8	2.360	94.38	6.29	18.75	81.25	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
10	2.000	21.80	1.45	20.21	79.79	Descripción de la Muestra
16	1.180	73.78	4.92	25.12	74.88	
20	0.850	56.51	3.90	29.02	70.98	SUCS: Arena limosa
30	0.600	77.23	5.15	34.17	65.83	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
40	0.420	49.42	3.29	37.47	62.53	Tiene un % de finos de = 33.87%
50	0.300	120.21	8.01	45.48	54.52	Descripción de la Calicata
60	0.250	66.07	4.40	49.89	50.11	
80	0.180	82.83	5.52	55.41	44.59	C-1 : E-1
100	0.150	60.82	4.05	59.46	40.54	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
200	0.074	100.01	6.67	66.13	33.87	
< 200		508.04	33.87	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



0.075	0.150	0.300	0.600	1.200	2.500	5.000	10.000	20.000	40.000	75.000
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

D10	: 0.0218
D30	: 0.0655
D60	: 0.3821
Cu	: 17.49
Cc	: 0.51

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

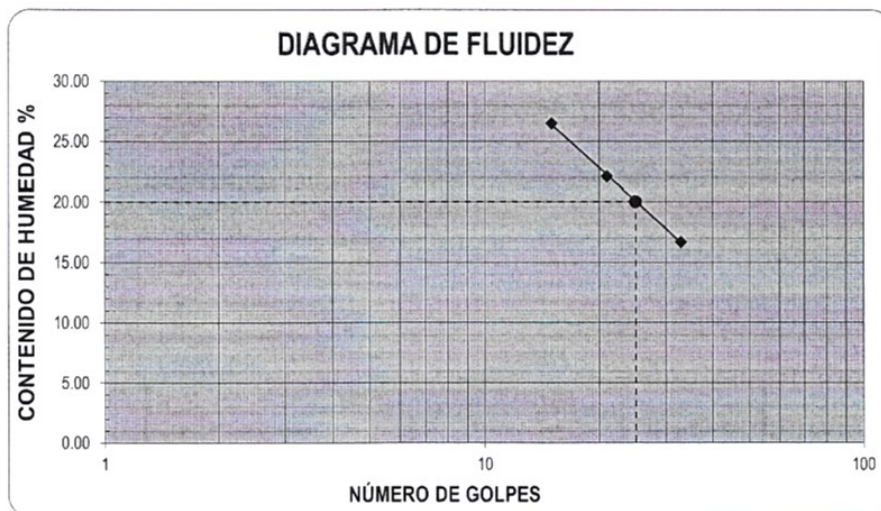
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	15	21	33	-	-
Peso de tara (g)	10.30	10.05	10.22	9.85	10.82
Peso de tara + suelo húmedo (g)	11.59	11.71	12.60	10.55	11.74
Peso tara + suelo seco (g)	11.32	11.41	12.26	10.45	11.60
Contenido de Humedad %	26.47	22.06	16.67	16.67	17.95
Límites %	20			17	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -12.410 \ln(x) + 59.981$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.27	11.99	10.48
Peso del tarro + suelo humedo (g)	108.69	104.38	102.14
Peso del tarro + suelo seco (g)	99.25	95.64	93.46
Peso del suelo seco (g)	88.98	83.65	82.98
Peso del agua (g)	9.44	8.74	8.68
% de humedad (%)	10.61	10.45	10.46
% de humedad promedio (%)	10.51		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A
ASTM D-1557

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

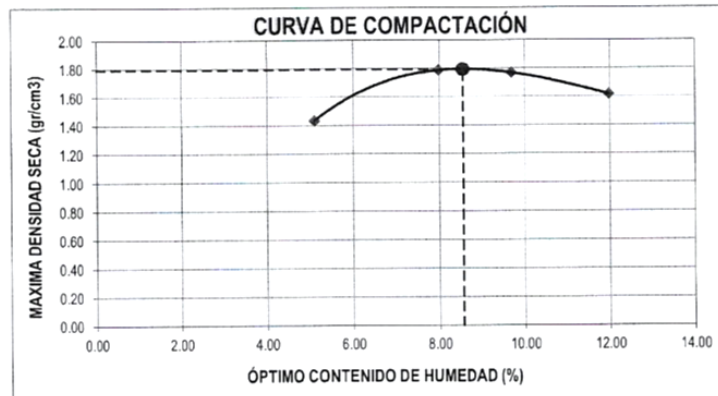
UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5685	6080	6090	5970		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1405	1800	1810	1690		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.51	1.93	1.94	1.81		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	96.36	108.57	93.69	121.84		
Peso del suelo seco + tara (g)	92.14	101.29	86.33	109.91		
Peso del agua (g)	4.21	7.28	7.36	11.93		
Peso de la tara (g)	9.57	10.15	10.37	10.36		
Peso del suelo seco (g)	82.57	91.14	75.96	99.54		
% de humedad (%)	5.10	7.99	9.69	11.99		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.43	1.79	1.77	1.62		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.792
Óptimo contenido de humedad (%)	8.55

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11010		11325		11676	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3455		3770		4121	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.630		1.779		1.945	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	86.02		98.48		93.00	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	79.99		91.20		86.51	
Peso del agua (g)	6.03		7.27		6.50	
Peso de la cápsula (g)	9.79		10.07		10.55	
Peso del suelo seco (g)	70.20		81.14		75.96	
% de humedad (%)	8.59		8.97		8.55	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.502		1.633		1.792	

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.705	1.705	1.342	1.915	1.915	1.508	2.168	2.168	1.707
48 hrs	1.957	1.957	1.541	2.084	2.084	1.641	2.294	2.294	1.806
72 hrs	2.105	2.105	1.657	2.105	2.105	1.657	2.315	2.315	1.823
96 hrs	2.105	2.105	1.657	2.105	2.105	1.657	2.315	2.315	1.823

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 ESFUERZO		LECTURA DIAL	MOLDE 2 ESFUERZO		LECTURA DIAL	MOLDE 3 ESFUERZO	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	8	94.75	31.58	14	145.08	48.36	23	220.59	73.53
0.050	13	136.69	45.56	25	237.38	79.13	40	363.30	121.10
0.075	21	203.81	67.94	36	329.71	109.90	54	480.89	160.30
0.100	31	287.74	95.91	49	438.89	146.30	69	607.97	202.66
0.125	40	363.30	121.10	60	531.31	177.10	84	733.09	244.36
0.150	50	447.29	149.10	71	623.77	207.92	97	842.47	280.82
0.200	88	598.55	199.52	89	775.16	258.39	119	1027.70	342.57
0.300	94	817.23	272.41	114	985.59	328.53	145	1245.80	415.60
0.400	109	943.48	314.49	129	1111.94	370.65	162	1390.18	463.39
0.500	113	977.17	325.72	135	1162.50	387.50	169	1449.25	483.08



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

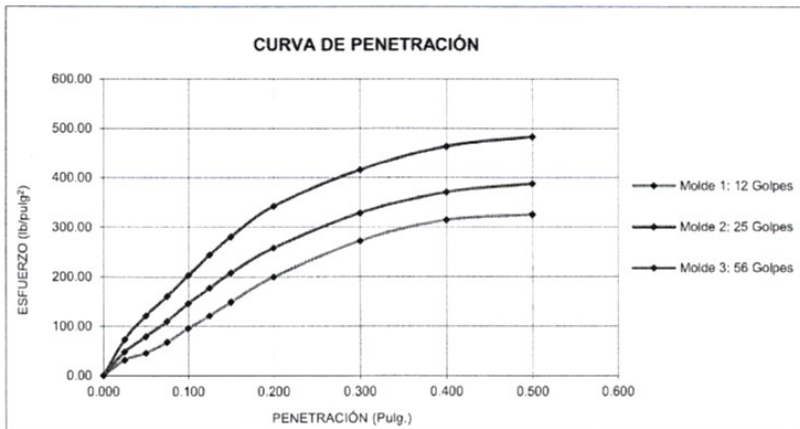
SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



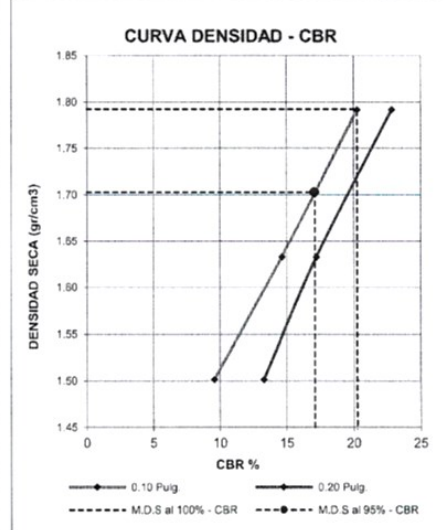
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	95.91	1000	9.59	1.502
2	0.100	146.30	1000	14.63	1.633
3	0.100	202.66	1000	20.27	1.792

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	199.52	1500	13.30	1.502
2	0.200	258.39	1500	17.23	1.633
3	0.200	342.57	1500	22.84	1.792

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.792
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.703
Óptimo contenido de humedad	(%)	8.55
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	20.27
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	17.11



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

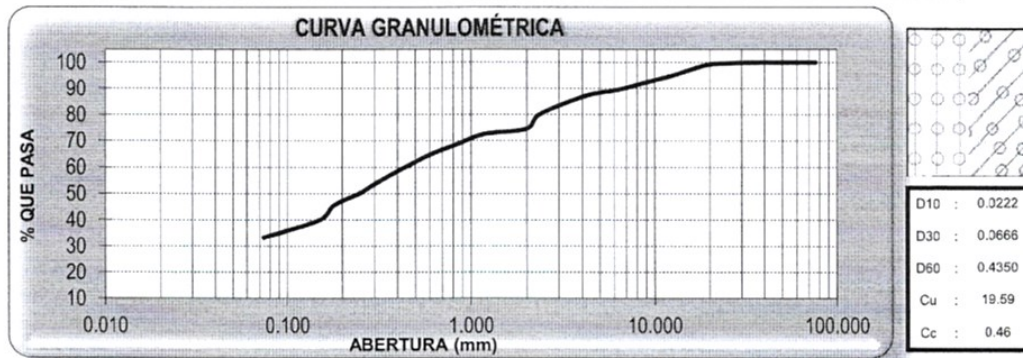
FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1000.24
 Peso perdido por lavado : 499.76

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	9.64%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	5.41	0.36	0.36	99.64		L. Líquido : 20
3/4"	19.050	10.12	0.67	1.04	98.96		L. Plástico : 14
1/2"	12.700	58.19	3.88	4.91	95.09	Ind. Plasticidad : 6	
3/8"	9.525	33.31	2.22	7.14	92.86	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	46.70	3.25	10.38	89.62		Clas. SUCS : SM-SC Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
No4	4.178	36.80	2.45	12.84	87.16	Descripción de la Muestra SUCS: Arena limo - arcillosa AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno Tiene un % de finos de = 33.32%	
8	2.360	105.09	7.01	19.84	80.16		
10	2.000	83.10	5.54	25.38	74.62		
16	1.180	30.92	2.06	27.44	72.56		
20	0.850	56.10	3.74	31.18	68.82		
30	0.600	61.20	4.08	35.26	64.74		
40	0.420	81.73	5.45	40.71	59.29		
50	0.300	85.08	5.67	46.38	53.62		
60	0.250	51.25	3.42	49.80	50.20		
80	0.180	69.11	4.61	54.41	45.59		
100	0.150	84.12	5.61	60.02	39.98		
200	0.074	100.01	6.67	66.68	33.32		
< 200		499.76	33.32	100.00	0.00	Descripción de la Calicata C-2 : E-1 Profundidad : 0.0 m - 1.50 m	
Total		1500.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

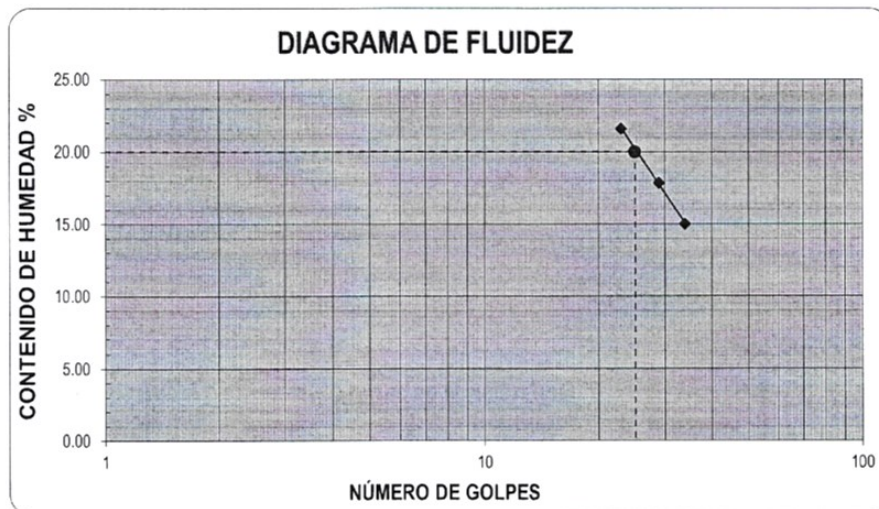
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Liquido			Limite Plástico	
	23	29	34	-	-
N° de golpes	23	29	34	-	-
Peso de tara (g)	8.16	13.98	14.15	14.08	14.21
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.68	20.25	22.81	15.22	15.26
Peso tara + suelo seco (g)	12.70	19.30	21.68	15.09	15.12
Contenido de Humedad %	21.59	17.86	15.01	12.87	15.38
Limites %	20			14	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -16.780 \ln(x) + 74.240$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211094
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.38	9.62	12.47
Peso del tarro + suelo humedo (g)	108.56	127.58	115.74
Peso del tarro + suelo seco (g)	99.36	118.14	106.46
Peso del suelo seco (g)	88.98	108.52	93.99
Peso del agua (g)	9.20	9.44	9.28
% de humedad (%)	10.34	8.70	9.87
% de humedad promedio (%)	9.64		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

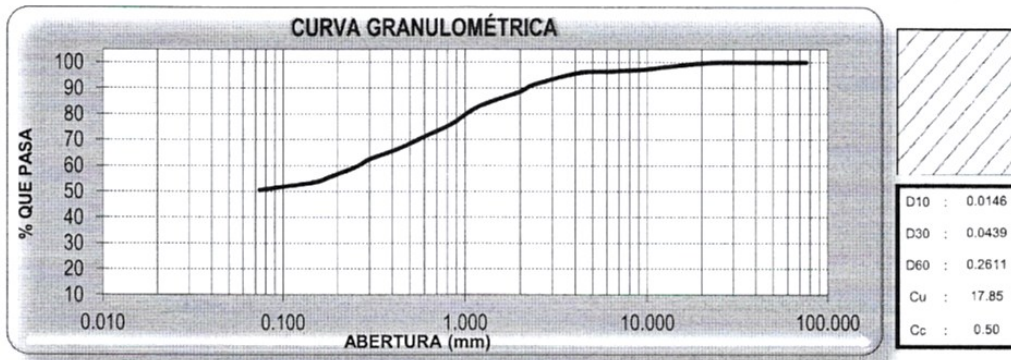
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 741.33

Peso perdido por lavado : 758.67

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.74%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Limites e Indices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 33
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21
3/4"	19.050	8.07	0.54	0.54	99.46	Ind. Plasticidad : 12
1/2"	12.700	19.11	1.27	1.81	98.19	
3/8"	9.525	15.10	1.01	2.82	97.18	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	9.81	0.65	3.47	96.53	Clas. SUCS : CL
No4	4.178	9.69	0.65	4.12	95.88	Clas. AASHTO : A-6 (3)
8	2.360	69.55	4.64	8.76	91.24	Descripción de la Muestra
10	2.000	39.15	2.61	11.37	88.63	SUCS: Arcilla ligera arenosa
16	1.180	88.16	5.88	17.24	82.76	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
20	0.850	98.16	6.54	23.79	76.21	Tiene un % de finos de = 50.58%
30	0.600	75.21	5.01	28.80	71.20	Descripción de la Calicata
40	0.420	76.23	5.08	33.88	66.12	C-3 : E-1
50	0.300	55.13	3.68	37.56	62.44	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
60	0.250	47.12	3.14	40.70	59.30	
80	0.180	56.31	3.75	44.45	55.55	
100	0.150	29.32	1.95	46.41	53.59	
200	0.074	45.21	3.01	49.42	50.58	
< 200		758.67	50.58	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

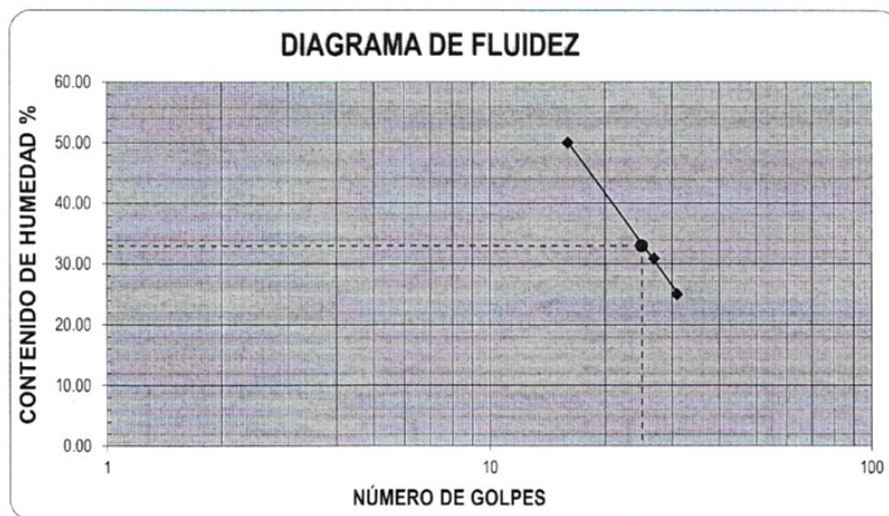
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	27	31	-	-
N° de golpes	16	27	31	-	-
Peso de tara (g)	10.10	10.05	9.90	9.80	10.40
Peso de tara + suelo húmedo (g)	11.15	11.28	11.40	10.58	11.20
Peso tara + suelo seco (g)	10.80	10.99	11.10	10.45	11.06
Contenido de Humedad %	50.00	30.85	25.00	20.00	21.21
Limites %	33			21	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$y = -37.470 \ln(x) + 153.960$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.22	11.20	11.47
Peso del tarro + suelo humedo (g)	126.83	129.78	105.75
Peso del tarro + suelo seco (g)	122.38	124.84	100.49
Peso del suelo seco (g)	112.16	113.64	89.02
Peso del agua (g)	4.45	4.94	5.26
% de humedad (%)	3.97	4.35	5.91
% de humedad promedio (%)	4.74		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO. DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

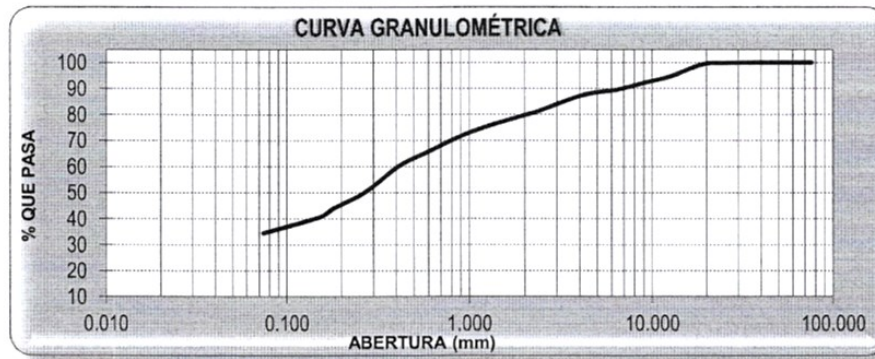
FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 981.93
 Peso perdido por lavado : 518.07

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	9.92%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limites e Índices de Consistencia
1"	25.400	2.41	0.16	0.16	99.84	
3/4"	19.050	7.48	0.50	0.66	99.34	L. Plástico : 17
1/2"	12.700	68.30	4.55	5.21	94.79	Ind. Plasticidad : 4
3/8"	9.525	32.80	2.19	7.40	92.60	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	45.71	3.05	10.45	89.55	
No4	4.75	30.20	2.01	12.46	87.54	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
8	2.360	94.38	6.29	18.75	81.25	Descripción de la Muestra
10	2.000	21.80	1.45	20.21	79.79	
16	1.180	73.78	4.92	25.12	74.88	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
20	0.850	58.51	3.90	29.02	70.98	
30	0.600	77.23	5.15	34.17	65.83	Descripción de la Calicata
40	0.420	79.42	5.29	39.47	60.53	
50	0.300	120.21	8.01	47.48	52.52	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
60	0.250	56.07	3.74	51.22	48.78	
80	0.180	72.81	4.85	56.07	43.93	
100	0.150	50.81	3.39	59.46	40.54	
200	0.074	90.01	6.00	65.46	34.54	
< 200		518.07	34.54	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



D10	: 0.0214
D30	: 0.0643
D60	: 0.4120
Cu	: 19.23
Cc	: 0.47

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

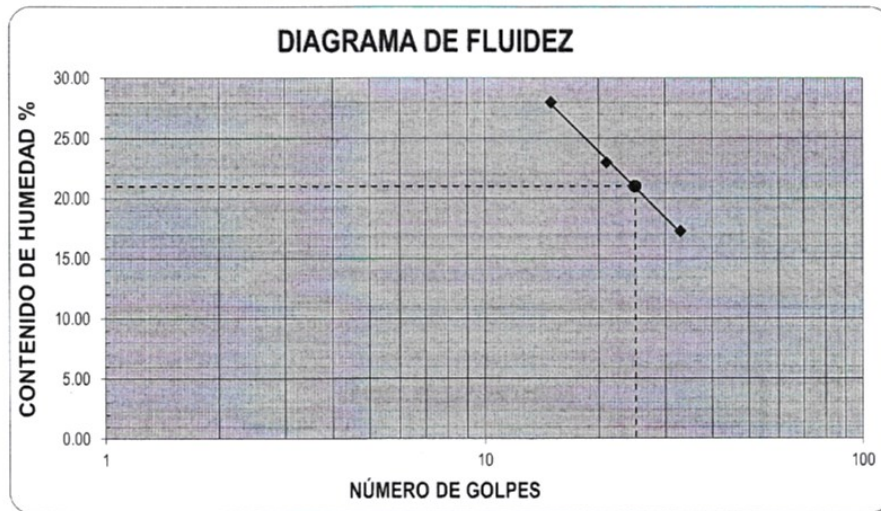
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	15	21	33	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.30	10.05	10.22	9.85	10.82
Peso de tara + suelo húmedo (g)	11.58	11.71	12.60	10.55	11.74
Peso tara + suelo seco (g)	11.30	11.40	12.25	10.45	11.60
Contenido de Humedad %	28.00	22.96	17.24	16.67	17.95
Limites	21			17	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -13.590 \ln(x) + 64.634$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.16	10.04	10.05
Peso del tarro + suelo humedo (g)	126.80	132.08	107.48
Peso del tarro + suelo seco (g)	116.38	120.57	99.00
Peso del suelo seco (g)	106.22	110.53	88.95
Peso del agua (g)	10.42	11.51	8.48
% de humedad (%)	9.81	10.41	9.53
% de humedad promedio (%)	9.92		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A
ASTM D-1557

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

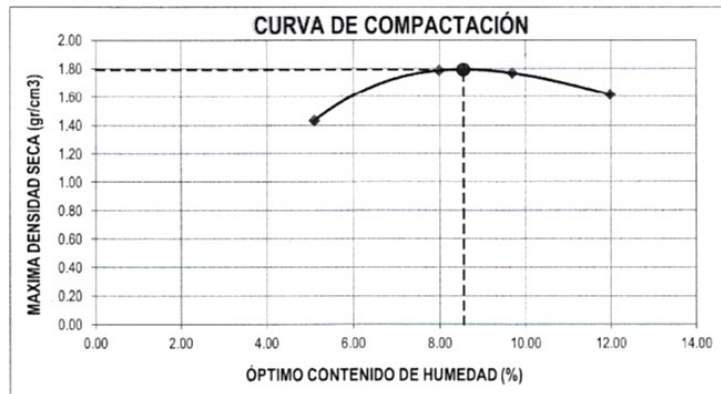
UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5685	6080	6090	5970		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1405	1800	1810	1690		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.51	1.93	1.94	1.81		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	96.36	108.57	93.69	121.84		
Peso del suelo seco + tara (g)	92.14	101.29	86.33	109.91		
Peso del agua (g)	4.21	7.28	7.36	11.93		
Peso de la tara (g)	9.57	10.15	10.37	10.36		
Peso del suelo seco (g)	82.57	91.14	75.96	99.54		
% de humedad (%)	5.10	7.99	9.69	11.99		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.43	1.79	1.77	1.62		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.792
Óptimo contenido de humedad (%)	8.55

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11010		11320		11676	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3455		3765		4121	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.630		1.777		1.945	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	86.02		98.43		93.00	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	79.99		91.16		86.51	
Peso del agua (g)	6.03		7.27		6.50	
Peso de la cápsula (g)	9.79		10.06		10.55	
Peso del suelo seco (g)	70.20		81.10		75.96	
% de humedad (%)	8.59		8.97		8.55	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.502		1.631		1.792	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.716	1.716	1.351	1.928	1.928	1.518	2.182	2.182	1.718
48 hrs	1.970	1.970	1.551	2.097	2.097	1.651	2.309	2.309	1.818
72 hrs	2.119	2.119	1.668	2.119	2.119	1.668	2.330	2.330	1.835
96 hrs	2.119	2.119	1.668	2.119	2.119	1.668	2.330	2.330	1.835

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	8	94.75	31.58	13	136.69	45.56	22	212.20	70.73
0.050	13	136.69	45.56	25	237.38	79.13	39	354.90	118.30
0.075	21	203.81	67.94	36	326.71	109.90	53	472.49	157.50
0.100	30	279.34	93.11	48	430.49	143.50	68	601.82	200.61
0.125	40	363.30	121.10	59	522.91	174.30	83	724.68	241.56
0.150	49	438.89	148.30	70	615.36	205.12	96	834.06	278.02
0.200	67	590.14	196.71	88	766.74	255.58	117	1010.85	336.95
0.300	93	808.81	269.60	112	968.74	322.91	143	1229.94	409.98
0.400	108	935.06	311.69	127	1095.09	365.03	159	1364.87	454.96
0.500	112	968.74	322.91	133	1145.65	381.88	167	1432.37	477.46



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

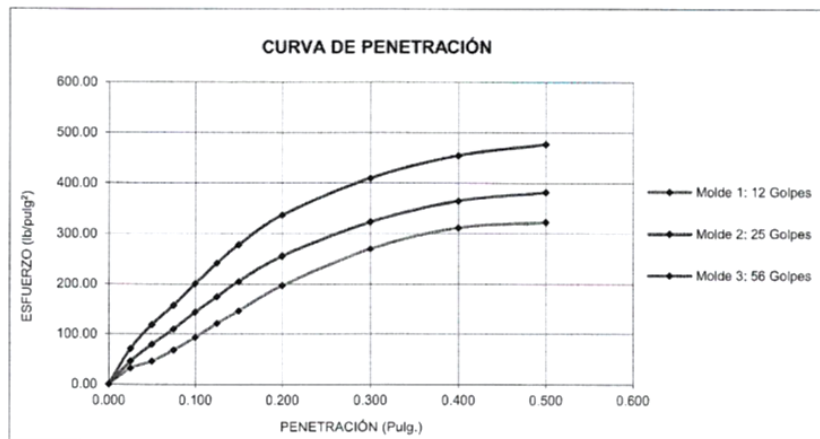
SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

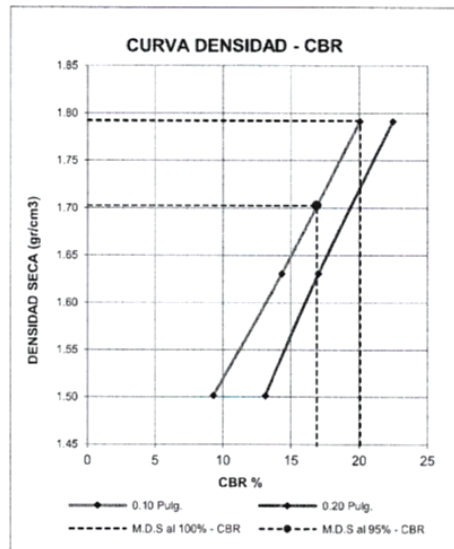
MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	93.11	1000	9.31	1.502
2	0.100	143.50	1000	14.35	1.631
3	0.100	200.61	1000	20.06	1.792

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	196.71	1500	13.11	1.502
2	0.200	255.58	1500	17.04	1.631
3	0.200	336.95	1500	22.46	1.792

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.792
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.703
Óptimo contenido de humedad	(%)	8.55
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	20.06
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	16.90



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

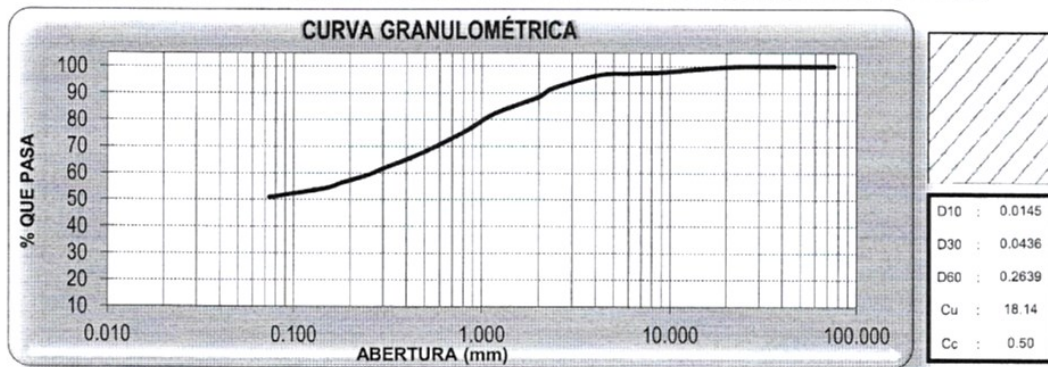
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 736.78

Peso perdido por lavado : 763.22

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	9.72%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : 36
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	5.10	0.34	0.34	99.66	Ind. Plasticidad : 14
1/2"	12.700	14.21	0.95	1.29	98.71	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	12.10	0.81	2.09	97.91	
1/4"	6.350	7.85	0.52	2.62	97.38	Clas. AASHTO : A-6 (4)
No4	4.178	9.81	0.65	3.27	96.73	Descripción de la Muestra
8	2.360	75.81	5.05	8.33	91.67	
10	2.000	48.10	3.21	11.53	88.47	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
16	1.180	91.16	6.08	17.61	82.39	Tiene un % de finos de = 50.88%
20	0.850	91.20	6.08	23.69	76.31	Descripción de la Calicata
30	0.600	83.71	5.58	29.27	70.73	
40	0.420	75.91	5.06	34.33	65.67	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
50	0.300	58.81	3.92	38.25	61.75	
60	0.250	36.30	2.42	40.67	59.33	
80	0.180	45.10	3.01	43.68	56.32	
100	0.150	28.40	1.89	45.57	54.43	
200	0.074	53.21	3.55	49.12	50.88	
< 200		763.22	50.88	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

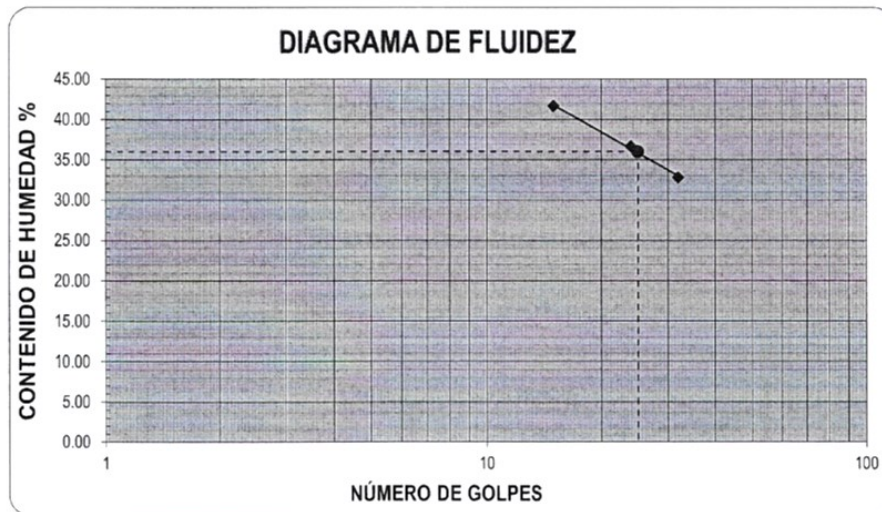
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	15	24	32	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.11	10.02	9.85	9.76	10.37
Peso de tara + suelo húmedo (g)	11.13	11.25	11.39	10.56	11.21
Peso tara + suelo seco (g)	10.83	10.92	11.01	10.42	11.05
Contenido de Humedad %	41.67	36.67	32.76	21.21	23.53
Limites %	36			22	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -11.650 \ln(x) + 73.340$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHDANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.84	10.19	10.78
Peso del tarro + suelo humedo (g)	129.51	113.77	106.48
Peso del tarro + suelo seco (g)	118.85	104.72	98.00
Peso del suelo seco (g)	108.01	94.53	87.22
Peso del agua (g)	10.66	9.05	8.48
% de humedad (%)	9.87	9.57	9.72
% de humedad promedio (%)	9.72		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

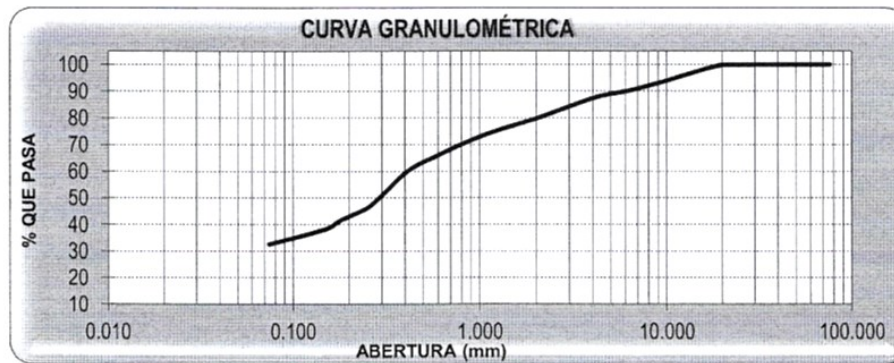
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1011.87

Peso perdido por lavado : 488.13

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	8.26%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	0.96	0.06	0.06	99.94		L. Líquido : 39
3/4"	19.050	5.01	0.33	0.40	99.60		L. Plástico : 20
1/2"	12.700	51.15	3.41	3.81	96.19	Ind. Plasticidad : 19	
3/8"	9.525	39.71	2.65	6.46	93.54	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	48.01	3.20	9.66	90.34		Clas. SUCS : SC
No4	4.178	38.88	2.59	12.25	87.75		Clas. AASHTO : A-2-6 (1)
8	2.380	93.48	6.23	18.48	81.52	Descripción de la Muestra	
10	2.000	26.43	1.76	20.24	79.76		SUCS: Arena arcillosa
16	1.180	75.15	5.01	25.25	74.75		AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Regular a malo
20	0.850	58.20	3.88	29.13	70.87	Tiene un % de finos de = 32.54%	
30	0.600	73.21	4.88	34.01	65.99	Descripción de la Calicata	
40	0.420	83.96	5.60	39.61	60.39		C-6 : E-1
50	0.300	143.61	9.57	49.18	50.82		Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
60	0.250	70.72	4.71	53.90	46.10		
80	0.180	68.19	4.55	58.44	41.56		
100	0.150	49.19	3.28	61.72	38.28		
200	0.074	86.01	5.73	67.46	32.54		
< 200		488.13	32.54	100.00	0.00		
Total		1500.00	100.00				



D10	: 0.0227
D30	: 0.0682
D60	: 0.3974
Cu	: 17.48
Cc	: 0.51

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

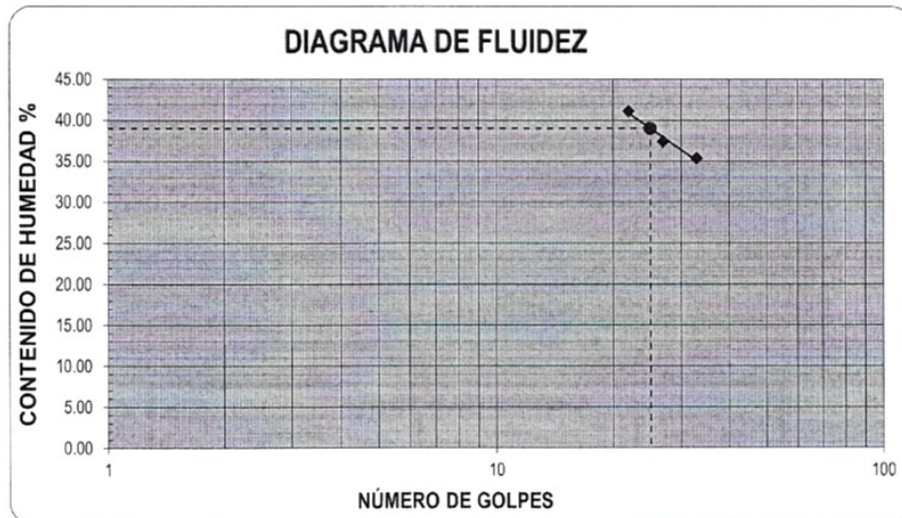
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	22	27	33	-	-
N° de golpes	22	27	33	-	-
Peso de tara (g)	10.40	9.75	10.90	9.45	10.15
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.01	13.35	13.85	10.25	11.01
Peso tara + suelo seco (g)	12.25	12.37	13.08	10.11	10.87
Contenido de Humedad %	41.08	37.40	35.32	21.21	19.44
Limites %	39			20	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -14.220 \ln(x) + 84.779$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.73	9.74	9.47
Peso del tarro + suelo humedo (g)	128.81	138.90	112.46
Peso del tarro + suelo seco (g)	121.38	127.99	104.10
Peso del suelo seco (g)	110.65	118.25	94.63
Peso del agua (g)	7.43	10.91	8.36
% de humedad (%)	6.71	9.23	8.83
% de humedad promedio (%)	8.26		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

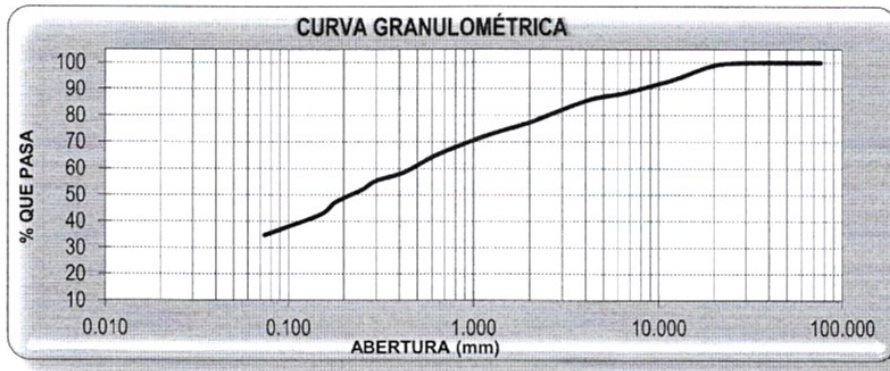
FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 979.38
 Peso perdido por lavado : 520.62

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.83%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	3.15	0.21	0.21	99.79		L. Líquido : 17
3/4"	19.050	19.30	1.29	1.50	98.50		L. Plástico : 12
1/2"	12.700	68.15	4.54	6.04	93.96	Ind. Plasticidad : 5	
3/8"	9.525	38.15	2.54	8.58	91.42	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	48.73	3.25	11.83	88.17		Clas. SUCS : SM-SC
No4	4.750	35.96	2.40	14.23	85.77		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
8	2.360	98.43	6.56	20.79	79.21	Descripción de la Muestra	
10	2.000	29.10	1.94	22.73	77.27		SUCS: Arena limo - arcillosa
16	1.180	73.23	4.88	27.61	72.39		AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
20	0.850	55.37	3.69	31.31	68.69	Tiene un % de finos de = 34.71%	
30	0.600	65.48	4.37	35.67	64.33	Descripción de la Calicata	
40	0.420	88.70	5.91	41.58	58.42		C-7 : E-1
50	0.300	45.08	3.01	44.59	55.41		Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
60	0.250	52.20	3.48	48.07	51.93		
80	0.180	70.23	4.68	52.75	47.25		
100	0.150	69.09	4.61	57.36	42.64		
200	0.074	119.01	7.93	65.29	34.71		
< 200		520.62	34.71	100.00	0.00		
Total		1500.00	100.00				



D10	: 0.0213
D30	: 0.0640
D60	: 0.4682
Cu	: 21.96
Cc	: 0.41

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

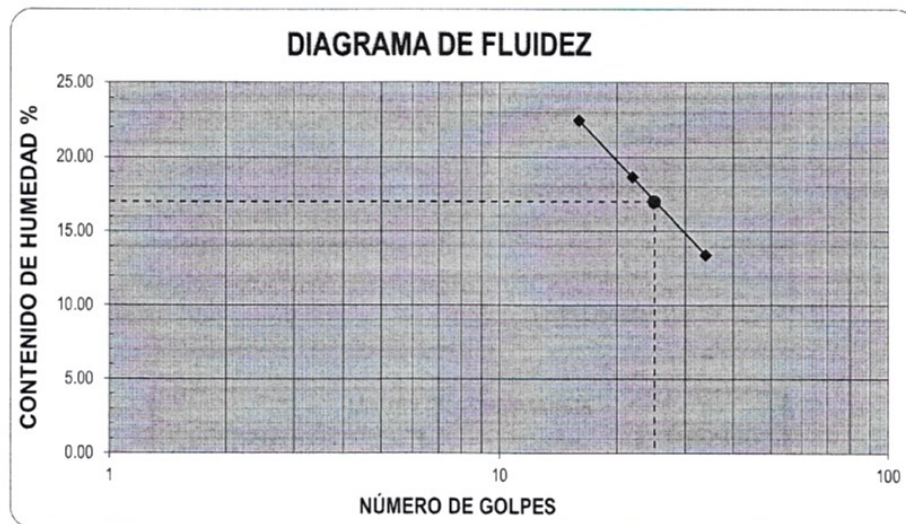
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	22	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	14.40	13.90	14.14	14.33	14.20
Peso de tara + suelo húmedo (g)	20.84	20.01	18.29	15.49	15.40
Peso tara + suelo seco (g)	19.66	19.05	17.80	15.36	15.28
Contenido de Humedad %	22.43	18.64	13.39	12.62	11.11
Limites %	17			12	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -12.000 \ln(x) + 55.727$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.95	10.52	10.45
Peso del tarro + suelo humedo (g)	126.30	129.75	125.45
Peso del tarro + suelo seco (g)	118.18	122.51	118.49
Peso del suelo seco (g)	107.23	111.99	108.04
Peso del agua (g)	8.12	7.24	6.96
% de humedad (%)	7.57	6.46	6.44
% de humedad promedio (%)	6.83		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A
ASTM D-1557

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

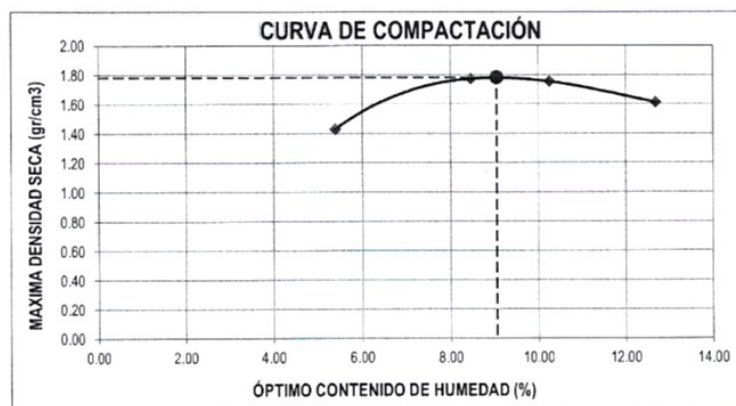
UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	5-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5685	6075	6085	5975		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1405	1795	1805	1695		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.51	1.92	1.93	1.82		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	96.36	108.48	93.62	121.94		
Peso del suelo seco + tara (g)	91.91	100.81	85.87	109.38		
Peso del agua (g)	4.45	7.67	7.75	12.56		
Peso de la tara (g)	9.57	10.14	10.37	10.37		
Peso del suelo seco (g)	82.34	90.67	75.50	99.00		
% de humedad (%)	5.40	8.46	10.26	12.69		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.43	1.77	1.75	1.61		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.782
Óptimo contenido de humedad (%)	9.05

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11010		11315		11673	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3455		3760		4118	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.630		1.774		1.943	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	86.02		98.39		92.96	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	79.66		90.73		86.12	
Peso del agua (g)	6.35		7.66		6.84	
Peso de la cápsula (g)	9.79		10.06		10.55	
Peso del suelo seco (g)	69.88		80.68		75.57	
% de humedad (%)	9.09		9.49		9.05	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.495		1.621		1.782	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.899	1.899	1.495	2.133	2.133	1.680	2.415	2.415	1.901
48 hrs	2.180	2.180	1.717	2.321	2.321	1.828	2.555	2.555	2.012
72 hrs	2.344	2.344	1.846	2.344	2.344	1.846	2.579	2.579	2.031
96 hrs	2.344	2.344	1.846	2.344	2.344	1.846	2.579	2.579	2.031

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	ESFUERZO		LECTURA DIAL	ESFUERZO		LECTURA DIAL	ESFUERZO	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	7	88.37	28.79	11	119.91	39.97	19	187.03	62.34
0.050	11	119.91	39.97	21	203.81	67.94	33	304.53	101.51
0.075	17	170.25	56.75	30	279.34	93.11	45	405.29	135.10
0.100	25	237.38	79.13	41	371.70	123.90	57	510.22	170.07
0.125	33	304.53	101.51	49	438.89	146.30	69	606.96	202.32
0.150	41	371.70	123.90	58	514.50	171.50	80	699.45	233.15
0.200	56	497.70	165.90	73	640.59	213.53	98	850.89	283.63
0.300	78	682.63	227.54	94	817.23	272.41	120	1036.12	345.37
0.400	90	783.57	261.19	106	918.23	306.08	133	1145.65	381.88
0.500	94	817.23	272.41	112	968.74	322.91	140	1204.65	401.55

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

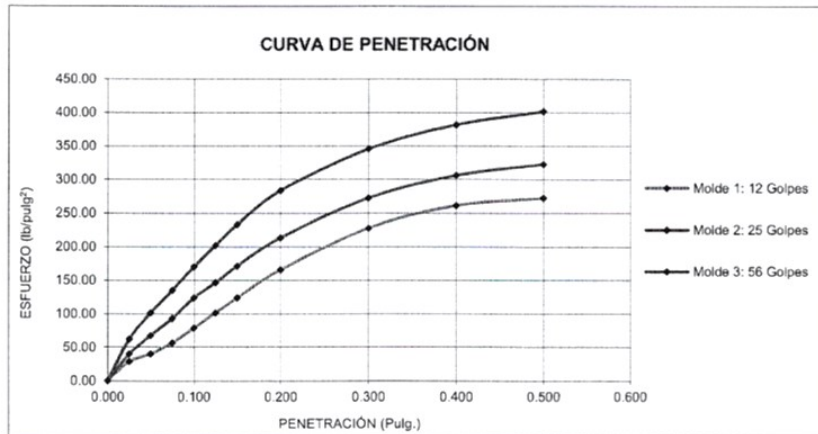
SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

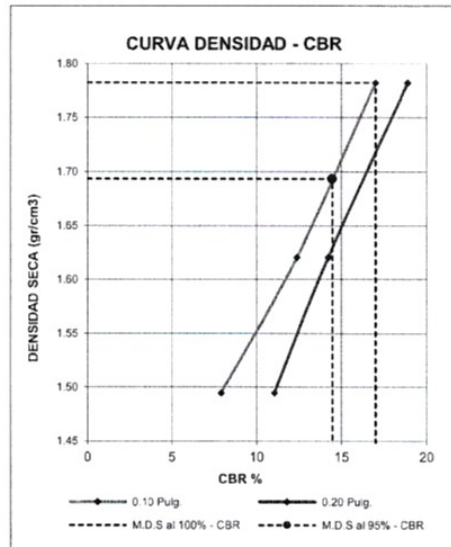


VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	79.13	1000	7.91	1.495
2	0.100	123.90	1000	12.39	1.621
3	0.100	170.07	1000	17.01	1.782

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	165.90	1500	11.06	1.495
2	0.200	213.53	1500	14.24	1.621
3	0.200	283.63	1500	18.91	1.782

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.782
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.693
Óptimo contenido de humedad	(%)	9.05
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	17.01
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	14.47



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

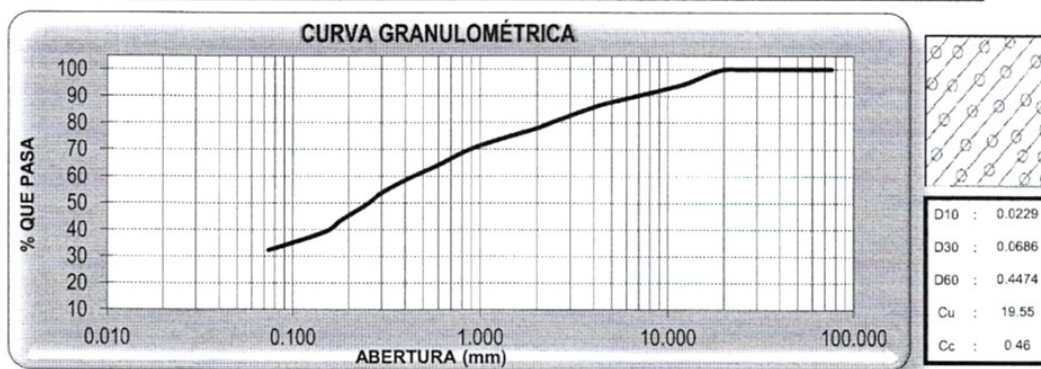
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1014.92

Peso perdido por lavado : 485.08

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.84%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	0.79	0.05	0.05	99.95		L. Líquido : 25
3/4"	19.050	5.50	0.37	0.42	99.58		L. Plástico : 11
1/2"	12.700	70.50	4.70	5.12	94.88	Ind. Plasticidad : 14	
3/8"	9.525	35.70	2.38	7.50	92.50	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	44.53	2.97	10.47	89.53		Clas. SUCS : SC
No4	4.178	49.15	3.28	13.74	86.26	Clas. AASHTO : A-2-B (0)	
8	2.360	95.10	6.34	20.08	79.92	Descripción de la Muestra	
10	2.000	29.79	1.99	22.07	77.93		SUCS: Arena arcillosa
16	1.180	72.51	4.83	26.90	73.10	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Regular a malo	
20	0.850	53.10	3.54	30.44	69.56	Tiene un % de finos de = 32.34%	
30	0.600	80.15	5.34	35.79	64.21	Descripción de la Calicata	
40	0.420	74.51	4.97	40.76	59.24		C-8 : E-1
50	0.300	81.20	5.41	46.17	53.83	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m	
60	0.250	64.08	4.27	50.44	49.56		
80	0.180	92.15	6.14	56.58	43.42		
100	0.150	61.15	4.08	60.66	39.34		
200	0.074	105.01	7.00	67.66	32.34		
< 200		485.08	32.34	100.00	0.00		
Total		1500.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

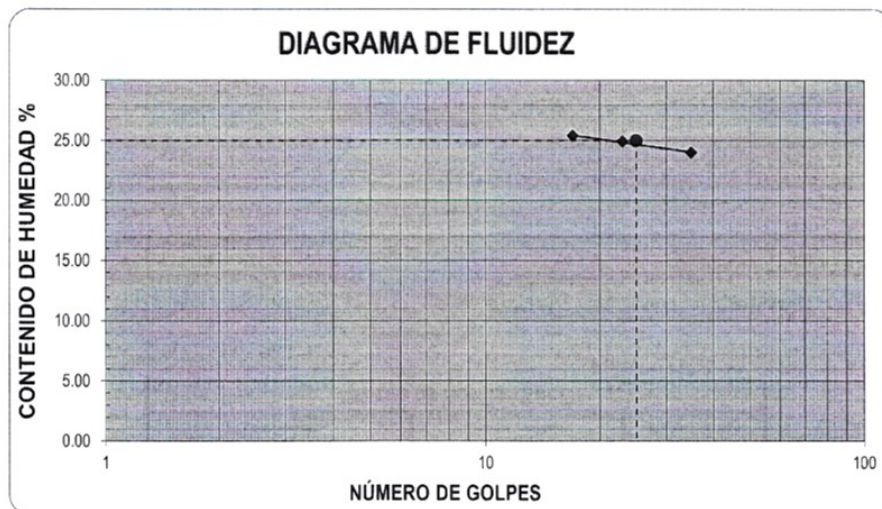
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	17	23	35	-	-
N° de golpes	17	23	35	-	-
Peso de tara (g)	9.91	10.40	9.83	10.54	9.63
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.17	13.91	14.69	11.28	10.46
Peso tara + suelo seco (g)	12.51	13.21	13.75	11.20	10.38
Contenido de Humedad %	25.38	24.91	23.98	12.12	10.67
Límites %	25			11	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -1.963 \ln(x) + 30.989$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.05	10.77	10.14
Peso del tarro + suelo humedo (g)	84.46	99.78	89.14
Peso del tarro + suelo seco (g)	79.64	93.71	84.48
Peso del suelo seco (g)	69.59	82.94	74.34
Peso del agua (g)	4.82	6.07	4.66
% de humedad (%)	6.93	7.32	6.27
% de humedad promedio (%)	6.84		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-9 / E-1 / KM 09+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

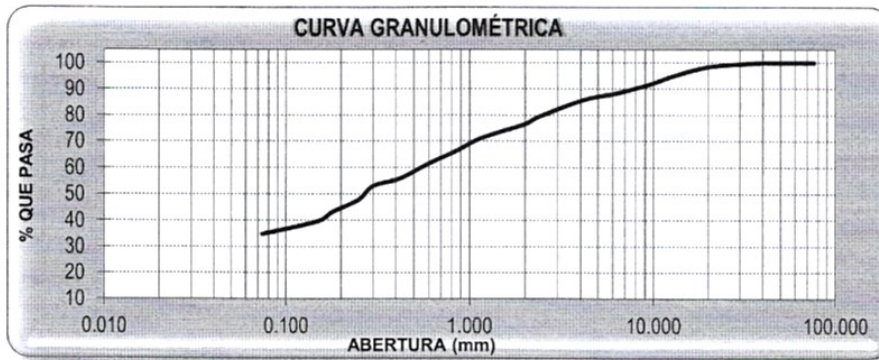
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 977.93

Peso perdido por lavado : 522.07

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	28.87%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	1.05	0.07	0.07	99.93	Límites e índices de Consistencia	
1"	25.400	12.15	0.81	0.88	99.12		L. Líquido : 38
3/4"	19.050	15.01	1.00	1.88	98.12		L. Plástico : 21
1/2"	12.700	50.15	3.34	5.22	94.78	Ind. Plasticidad : 17	
3/8"	9.525	46.78	3.12	8.34	91.66	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	49.20	3.28	11.62	88.38		Clas. SUCS : SC
No4	4.178	38.16	2.54	14.17	85.83		Clas. AASHTO : A-2-6 (1)
8	2.360	98.15	6.54	20.71	79.29	Descripción de la Muestra	
10	2.000	40.75	2.72	23.43	76.57		SUCS: Arena arcillosa
16	1.180	78.16	5.21	28.64	71.36		AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Regular a malo
20	0.850	75.20	5.01	33.65	66.35	Tiene un % de finos de = 34.80%	
30	0.600	73.18	4.88	38.53	61.47	Descripción de la Calicata	
40	0.420	83.20	5.55	44.08	55.92		C-9 : E-1
50	0.300	43.61	2.91	46.98	53.02		Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
60	0.250	78.60	5.24	52.22	47.78		
80	0.180	68.15	4.54	56.77	43.23		
100	0.150	53.12	3.54	60.31	39.69		
200	0.074	73.31	4.89	65.20	34.80		
< 200		522.07	34.80	100.00	0.00		
Total		1500.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

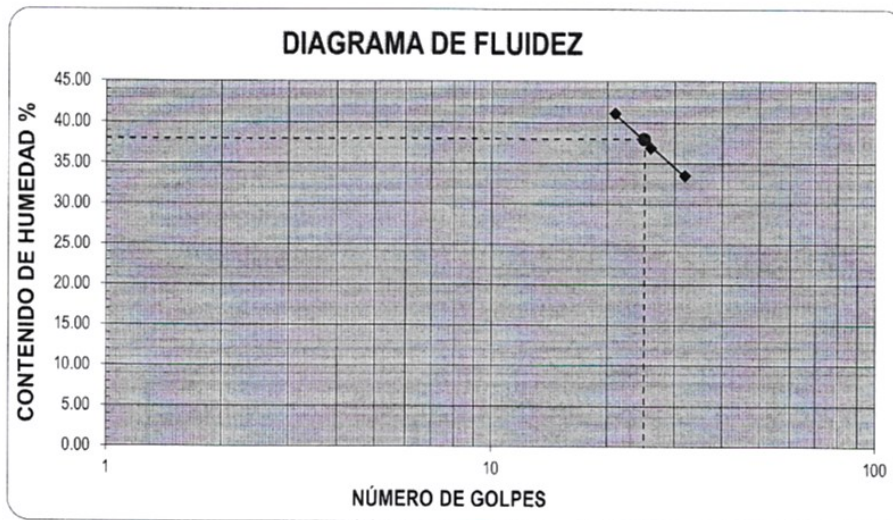
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-9 / E-1 / KM 09+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	21	26	32	-	-
N° de golpes	21	26	32	-	-
Peso de tara (g)	10.40	9.75	10.90	9.45	10.15
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.01	13.35	13.85	10.25	11.00
Peso tara + suelo seco (g)	12.25	12.38	13.11	10.10	10.87
Contenido de Humedad %	41.08	36.68	33.48	23.08	18.06
Límites %	38			21	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -18.040 \ln(x) + 95.901$$

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-9 / E-1 / KM 09+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	9.91	10.58	10.05
Peso del tarro + suelo humedo (g)	73.51	73.86	73.48
Peso del tarro + suelo seco (g)	59.01	59.75	59.46
Peso del suelo seco (g)	49.10	49.17	49.41
Peso del agua (g)	14.50	14.11	14.02
% de humedad (%)	29.53	28.70	28.37
% de humedad promedio (%)	28.87		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

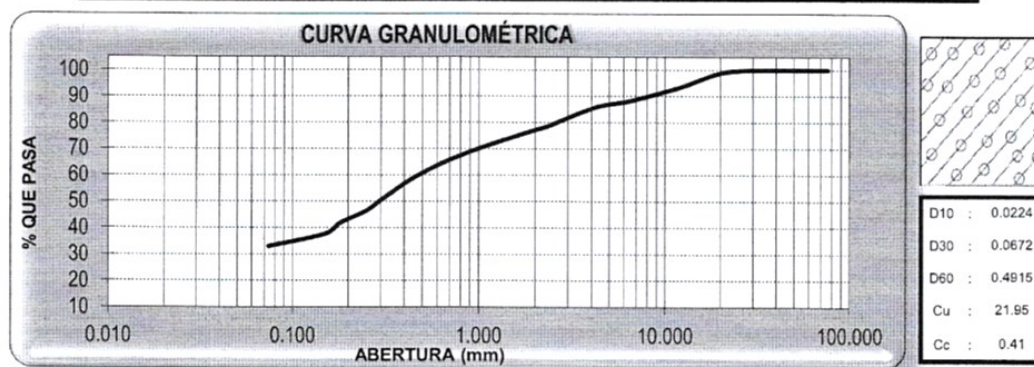
FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)

MUESTRA : C-10 / E-1 / KM 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1004.21
 Peso perdido por lavado : 495.79

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.48%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	3.15	0.21	0.21	99.79	
3/4"	19.050	19.30	1.29	1.50	98.50	L Plástico : 11
1/2"	12.700	68.12	4.54	6.04	93.96	Ind. Plasticidad : 8
3/8"	9.525	39.15	2.61	8.65	91.35	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	48.15	3.21	11.86	88.14	
No4	4.178	35.90	2.39	14.25	85.75	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
8	2.360	105.90	7.06	21.31	78.69	Descripción de la Muestra
10	2.000	23.15	1.54	22.85	77.15	
16	1.180	79.23	5.28	28.14	71.86	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
20	0.850	55.37	3.69	31.83	68.17	
30	0.600	68.48	4.57	36.39	63.61	Descripción de la Calicata
40	0.420	89.71	5.98	42.37	57.63	
50	0.300	107.07	7.14	49.51	50.49	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
60	0.250	61.26	4.08	53.60	46.40	
80	0.180	70.21	4.68	58.28	41.72	
100	0.150	60.05	4.00	62.28	37.72	
200	0.074	70.01	4.67	66.95	33.05	
< 200		495.79	33.05	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

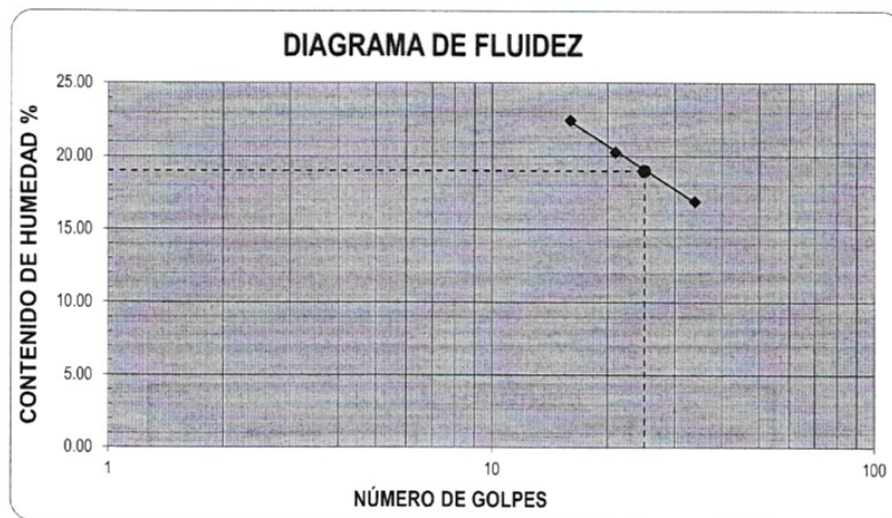
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-10 / E-1 / KM 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	21	34	-	-
N° de golpes	16	21	34	-	-
Peso de tara (g)	14.40	13.92	14.14	14.33	14.20
Peso de tara + suelo húmedo (g)	20.84	20.09	18.29	15.49	15.44
Peso tara + suelo seco (g)	19.66	19.05	17.69	15.39	15.30
Contenido de Humedad %	22.43	20.27	16.90	9.43	12.73
Límites %	19			11	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -7.300 \ln(x) + 42.604$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-10 / E-1 / KM 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	11.15	10.45	11.75
Peso del tarro + suelo humedo (g)	90.16	100.11	97.48
Peso del tarro + suelo seco (g)	85.20	94.64	92.45
Peso del suelo seco (g)	74.05	84.19	80.70
Peso del agua (g)	4.96	5.47	5.03
% de humedad (%)	6.70	6.50	6.23
% de humedad promedio (%)	6.48		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A
ASTM D-1557

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

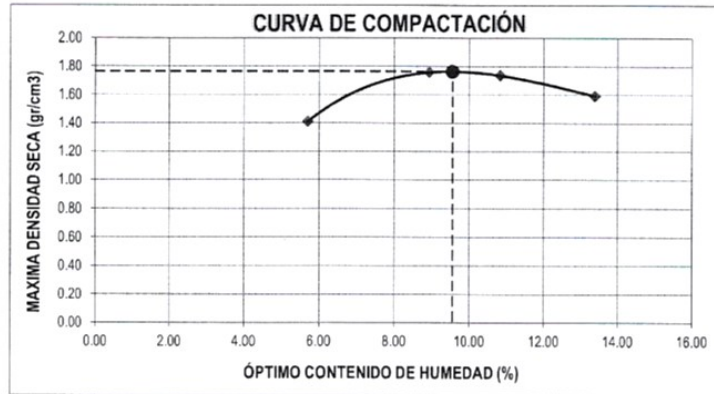
UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-10 / E-1 / KM 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5670	6065	6075	5965		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1390	1785	1795	1685		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.49	1.91	1.92	1.81		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	96.10	108.30	93.46	121.73		
Peso del suelo seco + tara (g)	91.43	100.25	85.34	108.58		
Peso del agua (g)	4.67	8.05	8.12	13.16		
Peso de la tara (g)	9.55	10.13	10.35	10.36		
Peso del suelo seco (g)	81.89	90.13	74.99	98.22		
% de humedad	5.70	8.93	10.83	13.40		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.41	1.76	1.74	1.59		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.763
Óptimo contenido de humedad (%)	9.55

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-10 / E-1 / KM 10+000 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10985		11295		11648	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3430		3740		4093	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.619		1.765		1.932	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.82		98.22		92.76	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	79.16		90.19		85.58	
Peso del agua (g)	6.66		8.03		7.17	
Peso de la cápsula (g)	9.76		10.04		10.55	
Peso del suelo seco (g)	69.40		80.15		75.04	
% de humedad (%)	9.60		10.02		9.55	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.477		1.604		1.763	

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	2.398	2.398	1.888	2.694	2.694	2.121	3.049	3.049	2.401
48 hrs	2.753	2.753	2.168	2.930	2.930	2.307	3.226	3.226	2.540
72 hrs	2.960	2.960	2.331	2.960	2.960	2.331	3.256	3.256	2.564
96 hrs	2.960	2.960	2.331	2.960	2.960	2.331	3.256	3.256	2.564

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	5	69.59	23.20	9	103.14	34.38	14	145.08	48.36
0.050	9	103.14	34.38	16	161.86	53.95	25	237.38	79.13
0.075	13	136.69	45.56	23	220.59	73.53	34	312.92	104.31
0.100	19	187.03	62.34	31	287.74	95.91	44	400.06	133.35
0.125	26	245.77	81.92	38	346.51	115.50	54	480.89	160.30
0.150	32	296.13	98.71	45	405.29	135.10	62	548.12	182.71
0.200	44	396.89	132.30	57	506.10	168.70	76	665.81	221.94
0.300	60	531.31	177.10	73	640.59	213.53	93	808.81	269.60
0.400	70	615.36	205.12	82	716.27	238.76	103	892.97	297.66
0.500	72	632.18	210.73	86	749.92	249.97	108	935.06	311.69

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

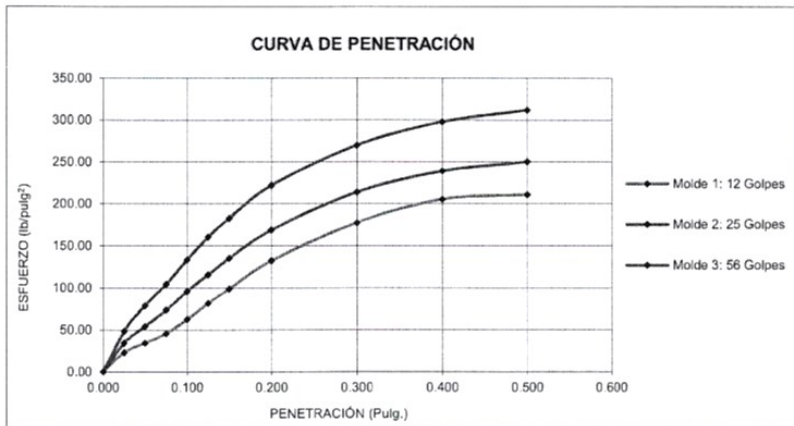
SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

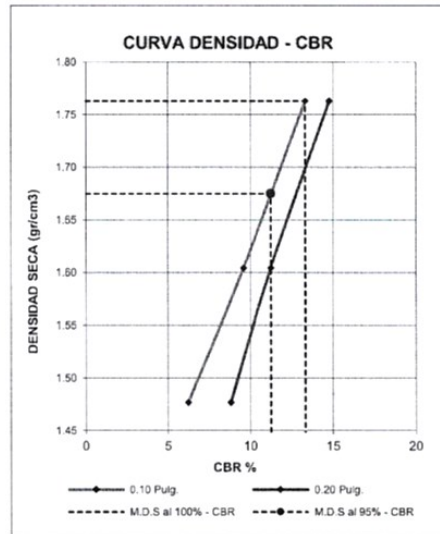
MUESTRA : C-10 / E-1 / KM 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	62.34	1000	6.23	1.477
2	0.100	95.91	1000	9.59	1.604
3	0.100	133.35	1000	13.34	1.763

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	132.30	1500	8.82	1.477
2	0.200	168.70	1500	11.25	1.604
3	0.200	221.94	1500	14.80	1.763

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.763
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.675
Óptimo contenido de humedad	(%)	9.55
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	13.34
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	11.25



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

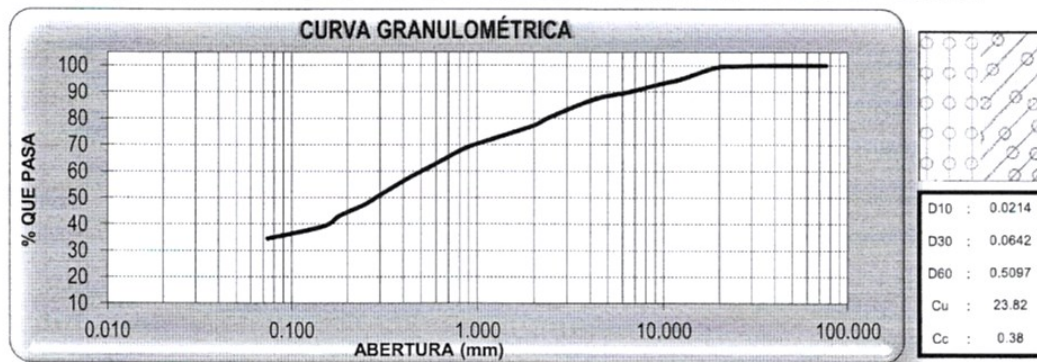
FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)

MUESTRA : C-11 / E-1 / KM 10+880 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00
Peso de muestra seca luego de lavado : 981.40
Peso perdido por lavado : 518.60

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.65%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	3.51	0.23	0.23	99.77		L Líquido : 24
3/4"	19.050	9.20	0.61	0.85	99.15		L Plástico : 17
1/2"	12.700	62.12	4.14	4.99	95.01	Ind. Plasticidad : 7	
3/8"	9.525	31.19	2.08	7.07	92.93	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	46.71	3.11	10.18	89.82		Clas. SUCS : SM-SC
No4	4.178	39.80	2.65	12.84	87.16		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
8	2.360	107.21	7.15	19.98	80.02	Descripción de la Muestra	
10	2.000	40.41	2.69	22.68	77.32		
16	1.180	79.30	5.29	27.96	72.04		
20	0.850	52.11	3.47	31.44	68.56		
30	0.600	85.08	5.67	37.11	62.89		
40	0.420	86.47	5.76	42.87	57.13		
50	0.300	92.31	6.15	49.03	50.97		
60	0.250	52.37	3.49	52.52	47.48		
80	0.180	57.43	4.50	57.01	42.99		
100	0.150	56.16	3.74	60.76	39.24		
200	0.074	70.02	4.67	65.43	34.57	Descripción de la Calicata	
< 200		518.60	34.57	100.00	0.00		C-11 : E-1
Total		1500.00	100.00				Profundidad : 0.0 m - 1.50 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

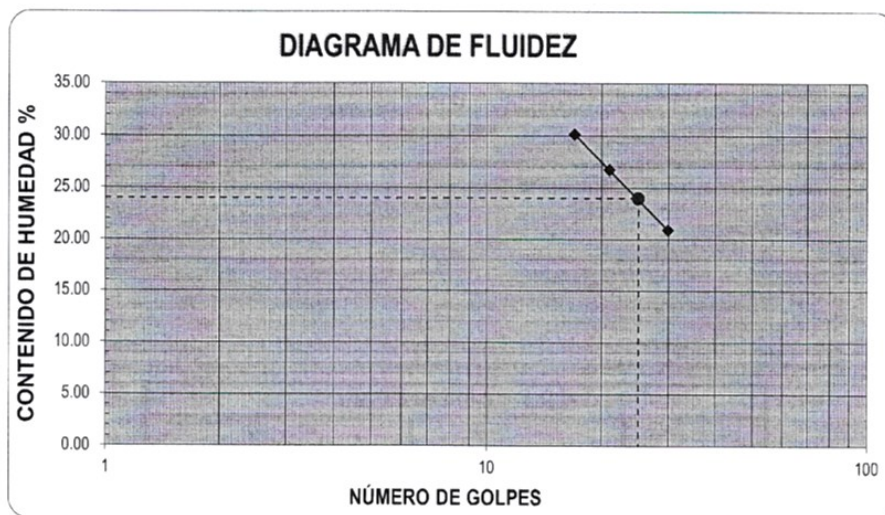
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-11 / E-1 / KM 10+880 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	17	21	30	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.30	10.05	10.30	9.95	10.80
Peso de tara + suelo húmedo (g)	11.90	11.71	12.90	10.65	11.74
Peso tara + suelo seco (g)	11.53	11.36	12.45	10.55	11.60
Contenido de Humedad %	30.08	26.72	20.93	16.67	17.50
Límites %	24			17	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -16.120 \ln(x) + 75.779$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-11 / E-1 / KM 10+880 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.05	10.77	10.45
Peso del tarro + suelo humedo (g)	84.41	97.78	98.47
Peso del tarro + suelo seco (g)	80.96	93.70	94.95
Peso del suelo seco (g)	70.91	82.93	84.50
Peso del agua (g)	3.45	4.08	3.52
% de humedad (%)	4.87	4.92	4.17
% de humedad promedio (%)	4.65		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

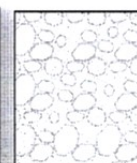
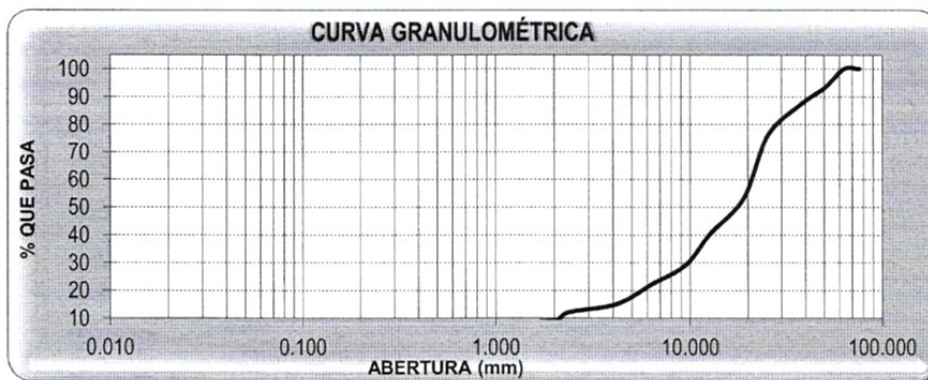
FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (ZONA 17 M / E 750056.11 / N 9132828.72)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA EL HUAYCO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1944.85
 Peso perdido por lavado : 55.15

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	0.67%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	134.12	6.71	6.71	93.29	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	117.58	5.88	12.59	87.42	
1"	25.400	230.31	11.52	24.10	75.90	
3/4"	19.050	460.74	22.54	46.64	53.36	L. Líquido : NP
1/2"	12.700	259.75	12.99	59.63	40.38	L. Plástico : NP
3/8"	9.525	222.08	11.10	70.73	29.27	Ind. Plasticidad : NP
1/4"	6.350	139.65	6.98	77.71	22.29	Clasificación de la Muestra
No4	4.178	142.11	7.11	84.82	15.18	
8	2.360	59.91	3.00	87.81	12.19	Clas. SUCS : GW
10	2.000	59.87	2.99	90.81	9.19	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
16	1.180	20.91	1.05	91.85	8.15	Descripción de la Muestra
20	0.850	11.30	0.57	92.42	7.58	
30	0.600	10.79	0.54	92.96	7.04	SUCS: Grava bien graduada
40	0.420	8.90	0.45	93.40	6.60	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
50	0.300	30.16	1.51	94.91	5.09	
60	0.250	25.61	1.28	96.19	3.81	Tiene un % de finos de = 2.76%
80	0.180	6.25	0.31	96.50	3.50	Descripción de la Calicata
100	0.150	6.01	0.30	96.80	3.20	
200	0.074	8.80	0.44	97.24	2.76	C-X : E-X
< 200		55.15	2.76	100.00	0.00	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
Total		2000.00	100.00			



D10	: 2.0969
D30	: 9.7334
D60	: 20.9202
Cu	: 9.98
Cc	: 2.16

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

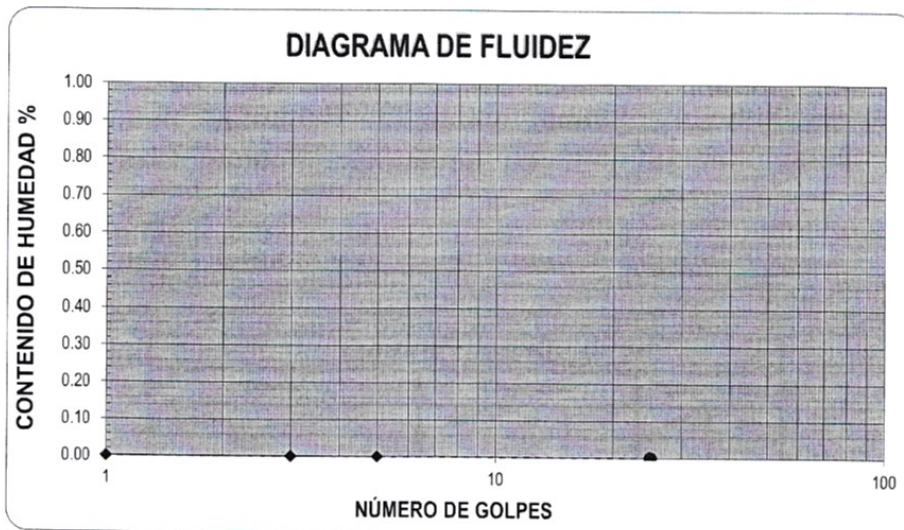
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (ZONA 17 M / E 750056.11 / N 9132828.72)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA EL HUAYCO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (ZONA 17 M / E 750056.11 / N 9132828.72)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA EL HUAYCO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.20	14.36	14.14
Peso del tarro + suelo humedo (g)	102.90	105.98	105.48
Peso del tarro + suelo seco (g)	102.34	105.40	104.80
Peso del suelo seco (g)	88.14	91.04	90.66
Peso del agua (g)	0.56	0.58	0.68
% de humedad (%)	0.64	0.64	0.75
% de humedad promedio (%)	0.67		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO D
ASTM D-1557

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

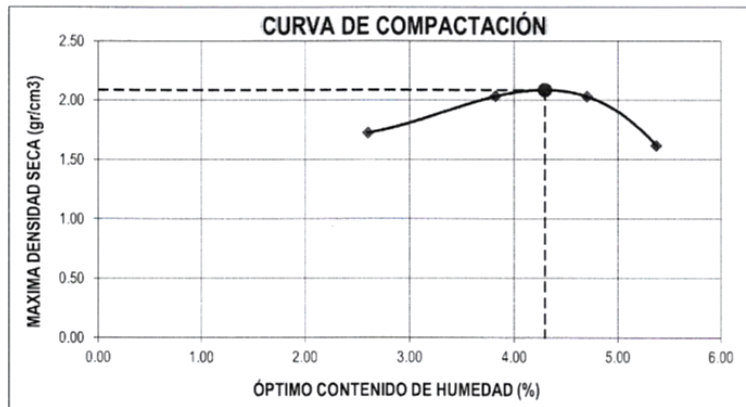
UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (ZONA 17 M / E 760056.11 / N 9132828.72)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA EL HUAYCO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm ³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9520	10225	10260	9380		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3720	4425	4460	3580		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.77	2.11	2.13	1.71		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	161.36	182.59	157.85	191.43		
Peso del suelo seco + tara (g)	157.67	176.50	151.54	182.49		
Peso del agua (g)	3.69	6.09	6.31	8.94		
Peso de la tara (g)	16.03	17.07	17.48	16.28		
Peso del suelo seco (g)	141.64	159.43	134.06	166.21		
% de humedad (%)	2.60	3.82	4.70	5.38		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.73	2.03	2.03	1.62		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.086
Óptimo contenido de humedad (%)	4.30

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (ZONA 17 M / E 750056.11 / N 9132828.72)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA EL HUAYCO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11690		11890		12165	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4135		4335		4610	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.951		2.046		2.176	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	91.33		103.39		96.88	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	87.84		99.51		93.32	
Peso del agua (g)	3.49		3.88		3.56	
Peso de la cápsula (g)	10.39		10.57		10.55	
Peso del suelo seco (g)	77.45		88.95		82.77	
% de humedad (%)	4.50		4.36		4.30	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.867		1.960		2.086	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs									
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN	LECTURA DIAL	MOLDE 1	ESFUERZO	LECTURA DIAL	MOLDE 2	ESFUERZO	LECTURA DIAL	MOLDE 3	ESFUERZO
Pulg.		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	48	430.49	143.50	83	724.68	241.56	138	1187.79	395.93
0.050	81	707.86	235.95	154	1322.70	440.90	242	2066.16	688.72
0.075	126	1086.67	362.22	219	1871.61	623.87	326	2778.18	926.06
0.100	185	1584.31	528.10	297	2532.10	844.03	417	3550.98	1183.66
0.125	243	2074.63	691.54	362	3084.02	1028.01	508	4328.71	1442.90
0.150	301	2566.03	855.34	427	3637.31	1212.44	586	4996.51	1665.50
0.200	411	3500.99	1167.00	537	4576.77	1525.59	715	6105.28	2035.09
0.300	567	4833.66	1611.22	686	5855.55	1951.85	877	7505.32	2501.77
0.400	658	5614.70	1871.57	777	6640.10	2213.37	974	8347.69	2782.56
0.500	684	5838.34	1946.11	815	6968.50	2322.83	1020	8748.23	2916.08

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA SINSICAP - SAN IGNACIO A NIVEL DE MICROPAVIMENTO, DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD - 2019

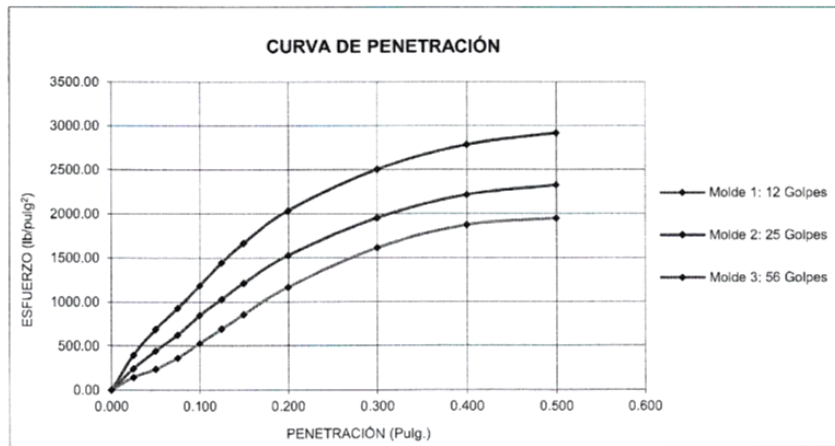
SOLICITANTE : JARA POLO, JHOANY FERNANDO - ZARE DE LA CRUZ, CINDY CECILIA

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (ZONA 17 M / E 750056.11 / N 9132828.72)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA EL HUAYCO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



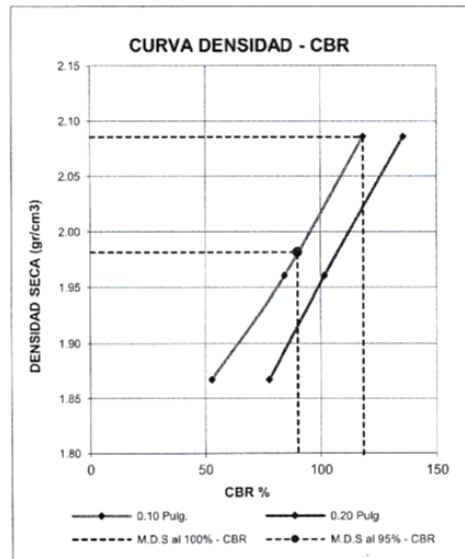
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	528.10	1000	52.81	1.867
2	0.100	844.03	1000	84.40	1.960
3	0.100	1183.66	1000	118.37	2.086

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	1167.00	1500	77.80	1.867
2	0.200	1525.59	1500	101.71	1.960
3	0.200	2035.09	1500	135.67	2.086

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.086
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.981
Óptimo contenido de humedad	(%)	4.30
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	118.37
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	90.11



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 2
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 41: Carretera Sinsicap
Fuente: Elaboración Propia



Figura 42: Carretera San Ignacio
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3



Figura 43: Bienvenidos a San Ignacio

Fuente: Elaboración Propia



Figura 44: Sinsicap tierra de encanto

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4

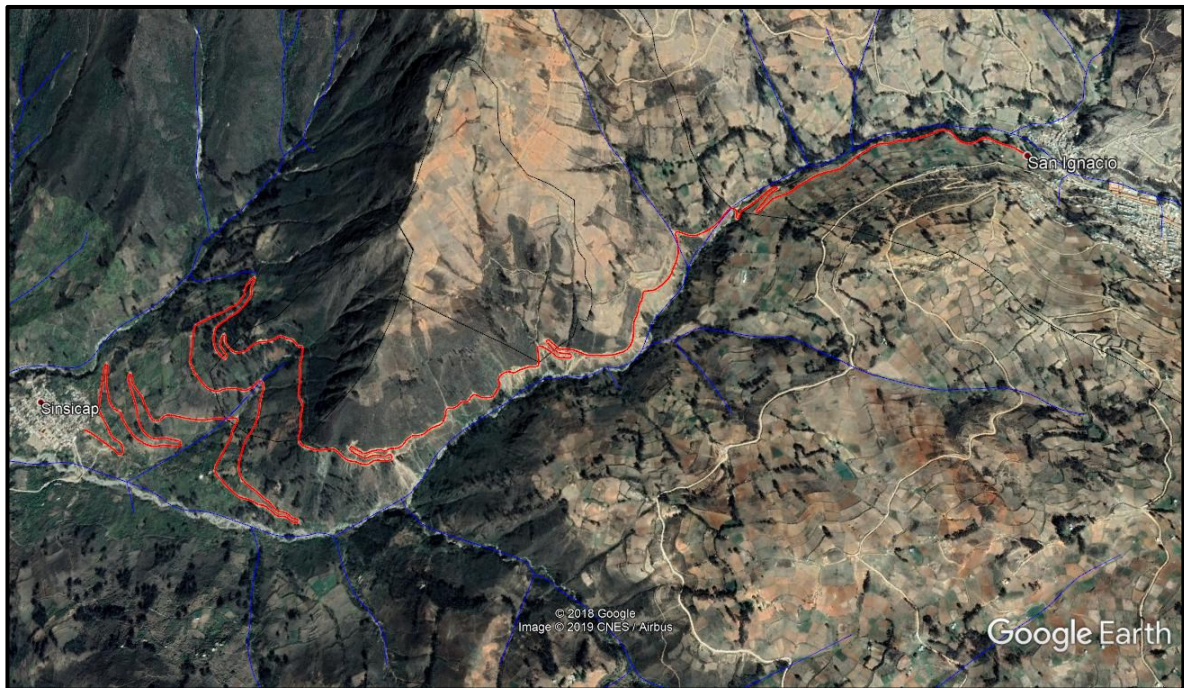


Figura 45: La línea de color rojo es la carretera Sinsicap-San Ignacio

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 5



Figura 46: PRIMARIA 80271 PEDRO OSWALDO CERNA VALDIVIEZO

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 6



Figura 47: Puesto de Salud Sinsicap

Fuente: Elaboración Propia



Figura 48: Puesto de Salud San Ignacio

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 7



Figura 49: Bus nuevo horizonte ruta: Trujillo – Collambay – Hierba Buena – Sinsicap – San Ignacio – Paranday

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8



Figura 50: Calicatas para el estudio de suelos

Fuente: Elaboración Propia



Figura 51: Extrayendo Muestra de la Calicata

Fuente: Elaboración Propia



Figura 52: Dejando las muestras en el Laboratorio de Mecánica de Suelos

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 9

CÁLCULOS DE SEÑALIZACIÓN

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
01	Informativa	00+020.00	SI - 1	1		SINSICAP
02	Informativa	10+860.00	SI - 2		1	SAN IGNACIO
TOTAL, POR SENTIDO				1	1	
TOTAL				2		

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
01	Reglamentaria	00+020.00	R - 30		1	Señal Velocidad Máxima permitida 30km/h
02	Reglamentaria	00+160.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
03	Reglamentaria	00+320.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
04	Reglamentaria	00+620.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
05	Reglamentaria	00+760.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
06	Reglamentaria	01+260.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
07	Reglamentaria	01+440.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
08	Reglamentaria	01+740.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
09	Reglamentaria	01+900.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
10	Reglamentaria	02+360.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
11	Reglamentaria	02+540.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
12	Reglamentaria	03+040.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
13	Reglamentaria	03+250.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
14	Reglamentaria	03+810.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
15	Reglamentaria	03+970.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar

-
-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
16	Reglamentaria	04+700.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
17	Reglamentaria	04+860.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
18	Reglamentaria	05+180.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
19	Reglamentaria	05+330.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
20	Reglamentaria	05+340.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
21	Reglamentaria	05+470.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar

-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
22	Reglamentaria	06+580.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
23	Reglamentaria	06+760.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
24	Reglamentaria	06+780.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
25	Reglamentaria	06+960.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
26	Reglamentaria	07+840.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar

-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
27	Reglamentaria	08+000.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
28	Reglamentaria	08+000.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
29	Reglamentaria	08+160.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
30	Reglamentaria	09+370.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
31	Reglamentaria	09+520.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar
32	Reglamentaria	09+520.00	R - 16		1	Señal Prohibido Adelantar
33	Reglamentaria	09+680.00	R - 16	1		Señal Prohibido Adelantar

-
-
-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
34	Reglamentaria	10+860.00	R - 31	1		Señal Velocidad Máxima permitida 30km/h
TOTAL, POR SENTIDO				17	17	
TOTAL				34		

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
01	Preventiva	00+180.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
02	Preventiva	00+300.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha
03	Preventiva	00+640.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
04	Preventiva	00+750.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda
05	Preventiva	00+860.00	P-2B		1	Señal Curva a la Izquierda
06	Preventiva	00+920.00	P-2A	1		Señal Curva a la Derecha
07	Preventiva	01+160.00	P-2B		1	Señal Curva a la Izquierda
08	Preventiva	01+230.00	P-2A	1		Señal Curva a la Derecha
09	Preventiva	01+280.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
10	Preventiva	01+420.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha
11	Preventiva	01+480.00	P-2A		1	Señal Curva a la Derecha
12	Preventiva	01+600.00	P-2B	1		Señal Curva a la Izquierda
13	Preventiva	01+760.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
14	Preventiva	01+880.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
15	Preventiva	02+020.00	P-1B		1	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
16	Preventiva	02+160.00	P-1A	1		Señal Curva Pronunciada a la Derecha
17	Preventiva	02+380.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
18	Preventiva	02+520.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda

19	Preventiva	02+620.00	P-1B		1	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
20	Preventiva	02+760.00	P-1A	1		Señal Curva Pronunciada a la Derecha
21	Preventiva	02+830.00	P-4B		1	Señal Curva y Contracurva a la Izquierda
22	Preventiva	03+030.00	P-4B	1		Señal Curva y Contracurva a la Izquierda
23	Preventiva	03+060.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
24	Preventiva	03+230.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha
25	Preventiva	03+430.00	P-2A		1	Señal Curva a la Derecha
26	Preventiva	03+550.00	P-2B	1		Señal Curva a la Izquierda
27	Preventiva	03+830.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
28	Preventiva	03+950.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha

-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
29	Preventiva	04+060.00	P-2A		1	Señal Curva a la Derecha
30	Preventiva	04+160.00	P-2B	1		Señal Curva a la Izquierda
31	Preventiva	04+220.00	P-2A		1	Señal Curva a la Derecha
32	Preventiva	04+320.00	P-2B	1		Señal Curva a la Izquierda
33	Preventiva	04+370.00	P-1A		1	Señal Curva Pronunciada a la Derecha
34	Preventiva	04+510.00	P-1B	1		Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
35	Preventiva	04+560.00	P-2B		1	Señal Curva a la Izquierda
36	Preventiva	04+680.00	P-2A	1		Señal Curva a la Derecha
37	Preventiva	04+720.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
38	Preventiva	04+840.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda
39	Preventiva	04+870.00	P-2A		1	Señal Curva a la Derecha
40	Preventiva	04+940.00	P-2B	1		Señal Curva a la Izquierda

41	Preventiva	05+030.00	P-1B		1	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
42	Preventiva	05+160.00	P-1A	1		Señal Curva Pronunciada a la Derecha
43	Preventiva	05+200.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
44	Preventiva	05+320.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha
45	Preventiva	05+350.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
46	Preventiva	05+450.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda
47	Preventiva	05+500.00	P-1B		1	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
48	Preventiva	05+600.00	P-1A	1		Señal Curva Pronunciada a la Derecha
49	Preventiva	05+660.00	P-1A		1	Señal Curva Pronunciada a la Derecha
50	Preventiva	05+920.00	P-1B	1		Señal Curva Pronunciada a la Izquierda

-

Nº	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
51	Preventiva	06+160.00	P-1B		1	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
52	Preventiva	06+300.00	P-1A	1		Señal Curva Pronunciada a la Derecha
53	Preventiva	06+340.00	P-4A		1	Señal Curva y Contracurva a la Derecha
54	Preventiva	06+570.00	P-4A	1		Señal Curva y Contracurva a la Derecha
55	Preventiva	06+600.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
56	Preventiva	06+740.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha
57	Preventiva	06+800.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
58	Preventiva	06+940.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda
59	Preventiva	07+060.00	P-2B		1	Señal Curva a la Izquierda

60	Preventiva	07+200.00	P-2A	1		Señal Curva a la Derecha
61	Preventiva	07+690.00	P-1A		1	Señal Curva Pronunciada a la Derecha
62	Preventiva	07+830.00	P-1B	1		Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
63	Preventiva	07+860.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
64	Preventiva	07+980.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha

-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
65	Preventiva	08+020.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
66	Preventiva	08+140.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda
67	Preventiva	08+340.00	P-1B		1	Señal Curva Pronunciada a la Izquierda
68	Preventiva	08+500.00	P-1A	1		Señal Curva Pronunciada a la Derecha
69	Preventiva	08+560.00	P-5-1A		1	Señal Camino Sinuoso a la Derecha
70	Preventiva	09+180.00	P-5-1B	1		Señal Camino Sinuoso a la Izquierda
71	Preventiva	09+490.00	P-5-2A		1	Señal Curva en "U" a la Derecha
72	Preventiva	09+500.00	P-5-2B	1		Señal Curva en "U" a la Izquierda
73	Preventiva	09+520.00	P-5-2B		1	Señal Curva en "U" a la Izquierda
74	Preventiva	09+660.00	P-5-2A	1		Señal Curva en "U" a la Derecha

-

N°	SEÑAL	PROGRESIVA	CÓDIGO	SENTIDO		DESCRIPCIÓN
				IZQUIERDA	DERECHA	
75	Preventiva	10+380.00	P-4B		1	Señal Curva y Contracurva a la Izquierda
76	Preventiva	10+760.00	P-4B	1		Señal Curva y Contracurva a la Izquierda
TOTAL, POR SENTIDO				38	38	
TOTAL				76		

- Fuente: Elaboración Propia