



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de cuneta para mejorar el servicio de la carretera
Lamas, Shanao del km 4.00 al km 5.00 San Martín, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Saavedra Espinoza, Edgar Orlando (orcid.org/0000-0003-4891-0321)

Trigozo Ramirez, Juan Regulo (orcid.org/0000-0001-9796-0590)

ASESOR:

Mg. Cuzco Trigozo, Luis Armando (orcid.org/0000-0003-4255-5402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

TARAPOTO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Al todo poderoso, el que nos brinda todo lo necesario para realizar nuestras metas. A mis padres Delfin, Rosalina, a mi esposa Milagros Huamán Shupingahua, hijos Jhosep Orlando y Will Edgar, que fueron mi motor y soporte en este largo camino de la vida, para lograr mi meta de titularme como Ingeniero Civil, y poder seguir cumpliendo todos mis objetivos.
Edgar O. Saavedra E.

Dedicatoria

A Dios, por haberme permitido realizar mis estudios profesionales, a mi querida esposa Gina Madeleine Escobedo Pinedo por el apoyo moral, a mi madre María Alcidia Ramírez García, quien con su paciencia y sus consejos me impulsó a lograr este sueño largo tiempo esperado, a los Docentes de la Universidad, quienes nos brindaron todo el apoyo profesional y de esta manera poder concluir con mis estudios profesionales.

Juan R. Trigozo Ramírez.

Agradecimiento

Al todo poderoso por permitirme seguir cumpliendo mis metas y objetivos, a mi esposa, hijos, padres; hermanos por confiar siempre en mis potencialidades, por cultivar cada día mis valores, que hoy en día me hacen un gran profesional. A nuestros docentes que fueron parte de nuestra formación profesional, agradecerles por sus sabias enseñanzas.

Edgar O. Saavedra E.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por darme vida y salud, a mi esposa a quien quiero y amo Gina Madeleine Escobedo Pinedo por la consideración y estima, a mi madre, María Alcidia Ramírez García, por sus consejos y confiar en mí, a los docentes de la Universidad por orientarnos en este gran trabajo académico y de esta manera cumplir con mi sueño largamente esperado.

Juan R. Trigozo Ramírez.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras.....	v
Índice de tablas.....	vi
Índice de cuadros	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo de diseño de investigación	10
3.2. Variables y Operacionalización	10
3.3. Población. muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	12
3.5. Procedimiento	13
3.6. Métodos de análisis de datos	13
3.7. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secciones típicas de una cuneta.....	7
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.....	14
Figura 3. Perfil longitudinal	16
Figura 4. Planta topográfica y trazo del tramo.....	16
Figura 5. Sección transversal de cuneta triangular	17
Figura 6. Diferencia de cotas iniciales y finales.....	24
Figura 7. Frecuencia poligonales	26
Figura 8. Barras de frecuencia	26
Figura 9. Cuenca hidrográfica	27
Figura 10. Diseño de cuneta triangular asimétrica 2006	35
Figura 11. Diseño de cuneta triangular asimétrica 2022, software Hcanales3.1 ..	35
Figura 12. Sección transversal por AutoCAD.....	36
Figura 13. Sección transversal por PDF.....	36
Figura 14. Calculo del diseño de cuneta asimétrica, software Hcanales3.1.....	37
Figura 15. Calculo del diseño de cuneta asimétrica por el método racional	38
Figura 16. Calculo del caudal hidráulico por la ecuación de Manning.....	39
Figura 17. Comparación de caudal hidráulico y caudal hidrológico.....	40
Figura 18. Diseño de cuneta sección transversal asimétrica 2006 y diseño de cuneta sección transversal asimétrica 2022.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Descripción de los puntos obtenidos en campo	18
Tabla 2.- Precipitación máxima durante 24 horas (mm)	25
Tabla 3.- Periodo de retorno.....	32
Tabla 4.- Intensidad de precipitación	33
Tabla 5.- Coeficiente de escorrentía en laderas método racional.....	33
Tabla 6.- Valores de taludes de acuerdo al tipo de suelo	34
Tabla 7.- Dimensiones mínimas de sección de cuneta triangular.....	34
Tabla 8.- Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)	37
Tabla 9.- Descripción de Cuneta triangular simétrica del Proyecto de Tesis.....	41
Tabla 10.- Resultados del conteo de tráfico, mayo 2022	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339. 128 ASTM-D 6913 M-17).....	28
Cuadro 2.- Límites de consistencia - (NTP 339. 129 ASTM-D 4318)	29
Cuadro 3.- Humedad Natural – (NTP 339. 127 ASTM-D 2216)	29
Cuadro 4.- Peso Unitario o Volumétrico – (NTP 339. 139 D 7263)	30
Cuadro 5.- Corte Directo - ASTM D 3080.....	31

Resumen

La presente tesis de investigación titulada “Diseño de cuneta para mejorar el servicio de la carretera, Lamas-Shanao del km 04 + 000 al km 05 + 000, San Martín, 2022”. Tiene como objetivo general, determinar como el diseño de cunetas, mejora el servicio en la carretera Lamas–Shanao; Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022, esta investigación es de tipo aplicada, utilizamos un diseño experimental, en la que usamos ensayos de laboratorio, (ensayos de suelo). La técnica e instrumentos que utilizamos en nuestro proyecto de investigación van a estar asociados con los archivos de observaciones directa como técnica de recolección de datos. Para la presente tesis, nuestra población está conformada por las cunetas existentes en la carretera departamental ruta SM-104, con 14.180 Km, no se consideraron los tramos existentes fuera de la carretera mencionada, con 14.180 Km. La muestra que se tomo fue del tramo Km 04+700 al Km 04+950 y un ancho de 7.20 m. El muestreo a utilizar en la presente tesis, fue no probabilístico seleccionamos directamente el tramo crítico de 250 m y un ancho de 7.20 m del sistema de drenaje.

Palabras clave: Diseño, Cuneta, servicio, drenaje, caudal, precipitación.

Abstract

This research thesis entitled "Ditch design to improve road service, Lamas-Shanao from km 04 + 000 to km 05 + 000, San Martin, 2022". Its general objective is to determine how the design of ditches improves the service on the road: Lamas-Shanao; Km 04+000 to Km 05+000, San Martin, this research is of an applied type, we use an experimental design, in which we use laboratory tests, (soil tests). The technique and instruments that we use in our research project will be associated with the archives of direct observations as a data collection technique. For this thesis, our population was made up of the ditches existing on the departmental road route SM-104, with 14,180 Km, the existing sections outside the aforementioned road, with 14,180 km, were not considered. The sample that was taken was from the section Km 04 + 700 to Km 04 + 950 and a width of 7.20 m. The sampling to be used in this thesis, was non-probabilistic we directly selected the critical section of 250 m and a width of 7.20 m of the drainage system.

Keywords: Design, Ditch, service, drainage, flow, precipitation.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema de drenaje longitudinal es un proceso esencial en las carreteras de todos los países del mundo, tanto por procesos constructivos, como para mantener los niveles de seguridad en el tránsito vehicular. La principal razón del drenaje de una carretera es la evacuación de aguas procedente de lluvias, que caen sobre la plataforma de rodadura y de las cuencas que están ubicadas cerca de las carreteras. De este modo, se conserva el plano superior del pavimento libre de deterioros, baches, encharcamientos, evitando situaciones en donde los neumáticos de los vehículos no puedan resistir la estabilidad y pierdan el contacto con el pavimento, originando descontrol del vehículo.

En ingeniería civil, hay una rama muy importante que es la ingeniería de transportes, por el cual es de mucha importancia diseñar cunetas en el Perú, que permitan brindar seguridad en el servicio de las carreteras; por ello, dentro de las actividades priorizamos la carretera ruta SM –104, tramo: Lamas – Emp. PE 5N (Puente Bolivia), considerando los kilómetros; Km 04+000 al Km 05+000, en la ruta Lamas – Shanao, que se explica en la presente tesis de diseño de cunetas, en dicho tramo crítico de la vía. La carretera pertenece a la Región San Martín que une a la ciudad de Lamas con sus comunidades, provincias y ciudades del norte de la región, las cuales comercializan los productos y adquieren los ciudadanos una buena calidad de vida.

En esta importante carretera se ubican los pueblos de: Lamas, Alto Pucallpillo, Pucallpa, Congompera, Sector Puente Bolivia y Shanao, cuya actividad básica es la agricultura y ganadería. En estos últimos tiempos la carretera Lamas-Shanao, viene teniendo un alto grado de problemas en su mantenimiento y brindar un buen servicio en el traslado de cargas y pasajeros, que por razones de las precipitaciones y al constante tránsito en épocas del año, se presentan erosiones y derrumbes de taludes en lugares donde las pendientes tienen mucha inclinación, las cuales preocupa a los choferes conducir vehículos en forma lenta y riesgosa; por todo lo mencionado, proponemos el presente estudio de tesis que contribuya a solucionar dicho problema.

En tal sentido, es importante efectuar un diseño de cunetas para mejorar el servicio de la carretera Lamas–Shanao, iniciando en la progresiva Km 04+700 hasta la

progresiva Km 04+950, cuya longitud es de 250 m de cunetas en el tramo crítico, para una buena conservación y evitar deterioros de la vía.

En este sentido planteamos nuestro **problema general**: ¿De qué manera el diseño de cunetas, mejora el servicio de carretera Lamas–Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022?, de la misma forma nuestros **problemas específicos** ¿De qué manera las dimensiones de la cuneta, mejora el servicio de carretera Lamas–Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022? , ¿De qué manera la capacidad de la cuneta, mejora el servicio de la carretera Lamas–Shanao; Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022?.

Procedemos a realizar **la justificación del estudio, justificación teórica**: el estudio de investigación es teórica, ya que el propósito del presente estudio es generar reflexión sobre la comparación de resultados obtenidos del tema tratado. En lo que concierne a **justificación técnica**: nuestro estudio de investigación realiza un diseño de cunetas para mejorar el servicio de la carretera: Lamas–Shanao considerando los Km 04+000 al Km 05+000; con la finalidad que los ciudadanos tengan una vía de tránsito vehicular en buen estado de conservación, nuestra investigación lo realizamos con las pautas de diseño que manda el Manual de Carreteras DG-2018. Con relación a **justificación metodológica**: el proyecto de tesis tiene un diseño experimental, efectuamos ensayos, obteniendo resultados para poder realizar el diseño de cunetas y mejorar el servicio de la carretera: Lamas–Shanao teniendo en cuenta los Km 04+000 al Km 05+000. Para la **justificación práctica**: los ciudadanos que transitan por la carretera, son parte de la inclusión social, vía que va permitir garantizar ligeramente una emergencia y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. En la **justificación económica**: el estado impulsa el mantenimiento de carreteras, ya que influye el desarrollo en el país y de los pobladores, en la investigación, buscamos poder dar solución al problema, brindando un diseño de cuneta en la carretera, Lamas–Shanao teniendo en cuenta los Km 04+000 al Km 05+000.

Se formuló nuestro

objetivo general: Determinar como el diseño de cunetas, mejora el servicio de la carretera Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022; formulamos también los

objetivos específicos: Determinar cómo las dimensiones de la cuneta, mejora el servicio de la carretera Lamas–Shanao; Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022, Determinar cómo la capacidad de la cuneta, mejora el servicio en la carretera: Lamas–Shanao; Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022.

Para finalizar presentamos nuestra

hipótesis general: El diseño de cunetas, mejorará el servicio de la carretera Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022. De la misma forma tenemos las **hipótesis específicas:** Las dimensiones de la cuneta, mejorará el servicio de la carretera Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022. La capacidad de la cuneta, mejorará el servicio de la carretera Lamas–Shanao; Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales, Según Flamarz (2017) en su investigación titulada “Flexible Pavement Evaluation: A Case Study”, publicación de la Universidad Politécnica de Sulaimani – SPU, su objetivo de investigación era construir una superficie flexible que comenzaría a degradarse con el tiempo. El capítulo de Métodos lleva a cabo un estudio de evaluación de pavimentos flexibles para identificar y remediar tipos de daños en el pavimento. Flamarz enfatizó la importancia de evaluar e identificar las causas de las fallas de los recubrimientos flexibles y elegir el mantenimiento más adecuado. Concluyó que los defectos causados por los revestimientos flexibles mejoran la durabilidad estructural y están asociados con defectos estructurales que normalmente sería poco probable que se clasificaran como defectos estructurales. Así mismo, Marbello Pérez, Cárdenas Quintero (2011), en su artículo: “Dimensionamiento de cunetas triangulares urbanas, aprovechando la ecuación de Darcy & Weisbach, en conjunto con la ecuación de Colebrook & Whitie”. Concluyeron, que presentan un par de ecuaciones para el diseño, en el dimensionamiento de la cuneta ecuación de Manning y el otro, usa la ecuación de Darcy y Weisbach, combinado Colebrook y Whitie. Estas ecuaciones son muy útiles para los Ingenieros de Proyectos de sistema de drenajes de aguas pluviales urbanas. En estas ecuaciones usan dos ejemplos para determinar el tamaño de cada tipo de canalón. En este artículo hemos derivado y presentado las ecuaciones de diseño de ranuras recomendadas en el Manual de Drenaje de Carreteras de Colombia (2009) con base en las ecuaciones de arrastre uniforme (Manning y D & W-C&E)). Los autores recomiendan incluir ecuaciones de diseño de ranuras. En el XIX seminario nacional de hidráulica e hidrología y el foro nacional sobre la seguridad de embalses Bogotá D.C. Colombia (2011), en su actividad de estudio sobre “Precisión y corrección a la ecuación de diseño de cunetas triangulares urbanas de aguas pluviales, determinada en normas de diseño Colombianas” ; Se concluyó que las fórmulas de diseño de canaletas triangulares para captación y drenaje de aguas pluviales, determinadas según las normas RAS 2000 y el nuevo código de diseño de

alcantarillado de EPM, implican ambigüedad como se menciona en el artículo. Escuelas, prefieren usar ecuaciones indeterminadas. Podría decirse que las ecuaciones derivadas discretamente eliminarán el uso de ábacos, ecuaciones de aproximación y nomogramas, incluido el diseño de canales inadecuado y altamente riesgoso, a favor de herramientas informáticas mucho más modernas. Nuestro objetivo es estimular el uso de nuestro entorno y permearlo. Tenemos nuestros **antecedentes nacionales**, Según, Arbulú y Andía (2019) en su tesis denominada “Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio tramo El Verde – Manchuria km 0+000 al 14+100, Jayanca”, Concluyó que el objetivo primordial fue diseñar infraestructura para mejorar los niveles de servicio entre el Verde y Manchuria, y se crearon plantas, secciones y perfiles en términos de geometría y diseño. Referente al cálculo de la capa de pavimento, se aplicó el método AASHTO 93 dando como resultado 79 cm de espesor de pavimento, 35 cm de base y 9 cm de capa asfáltica. Por su parte, Torres (2018) en su proyecto de investigación “Diseño de la carretera Tunaspampa – El Chito – El Chileno – 2017”, El objetivo principal era diseñar 9.9 41 km de carreteras y diseñar huellas suaves. - Torres, así como un andador que enlaza las localidades de Tunaspampa, El Chileno, Polulo y El Chito, concluyó que como parte de su diseño se incorporó al diseño un micropasillo de asfalto de 2,5 cm de espesor a partir de una base de 25 cm y base 15 cm. A demás, Pesantes G. (2017) en su tesis “Análisis del Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, km 473.50 al km 486.70, Junín, 2017”. Concluye que obtuvo los resultados de construir trincheras triangulares a ambos lados con un período de recurrencia de alrededor de 100 años para elaborar un análisis del comportamiento hidráulico general de las fuertes intensidades de lluvia que generan diversas fallas en el manto asfáltico adjunto. También se concluye que los cálculos de cuencas en el apartado de investigación son muy básicos, para lo cual se tienen en cuenta las principales características: área, longitud, pendiente, perímetro húmedo, radio hidráulico, caudal, potencia hidráulica, profundidad, nivel del agua , precipitación máxima alrededor de la estación Satipo donde se encontró que la intensidad de la precipitación estacional

es muy alta y daña la capa asfáltica de noviembre a marzo, lo que justifica la importancia de la propuesta de diseño de drenaje.

2.1 Teorías relacionadas al tema.

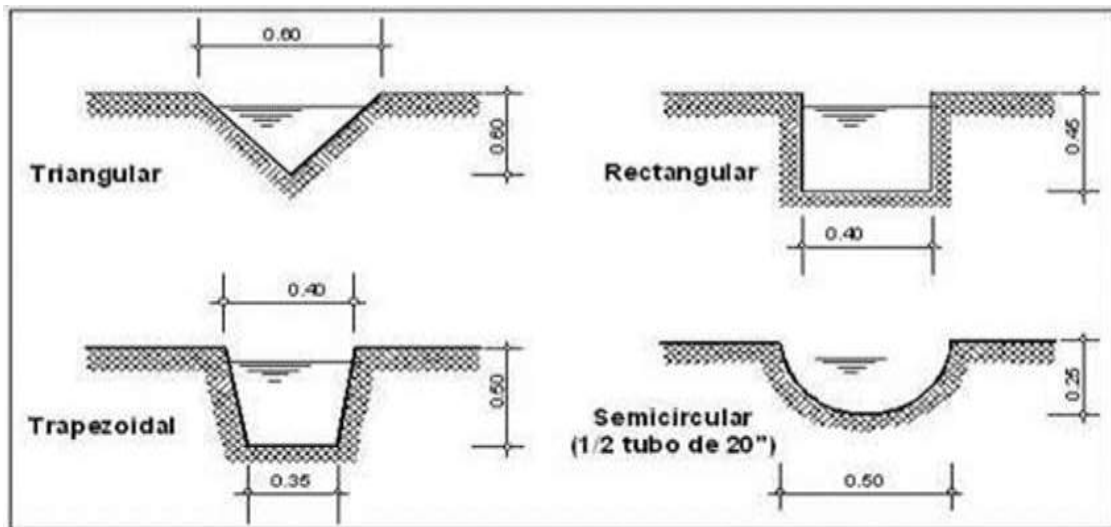
2.1.1 Diseño: Resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar la solución a cierta problemática.

2.1.2 Cunetas: Son estructuras fabricadas en la parte lateral, a lo largo de las carreteras, con la intención de conducir el agua que corre por encima de la plataforma de rodadura, taludes y áreas muy cercanas, por lo que protege la estructura de la carretera.

2.1.3 Suelos: Es la superficie de la corteza terrestre, formadas por residuos de rocas y de procesos geológicos y otras alteraciones químicas y físicas, así como de materia orgánica originada de la actividad biológica que se desarrolla en una determinada zona.

2.1.4 Sección transversal: De las cunetas puede ser, triangulares, trapezoidales, rectangulares, parabólicas o cualquier otra forma que se adapte mejor a la sección transversal de la carretera y garantice la seguridad del tráfico. Puede ser revestido o no revestido, las cunetas pueden ser abiertas o cerradas dependiendo de las necesidades de su proyecto. En áreas urbanas o donde el espacio es limitado, la zanja puede ser rectangulares cerradas, formada como parte de la berma. Las dimensiones de la zanja se derivan de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta la pendiente longitudinal, las precipitaciones, el área de captación, las propiedades del terreno, etc. Si la zanja está construida con un material propenso a la erosión y está diseñada con una pendiente que excede el índice de flujo máximo permitido del material base, se protege con un revestimiento resistente a la erosión. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico D.G-2018, pag. 208).

Figura N° 1: Secciones típicas de una cuneta.



Fuente: Chacón Estela, Jhorby V. 2018

2.1.5 Caudal de aporte

Una cuenca pequeña aporta un caudal de diseño, dicho caudal se obtendrá a través de la fórmula racional.

En este caso se utilizó, para poder calcular las áreas de la cuenca que aporta el caudal a la cuneta, la fórmula más utilizada para cuencas es de Área < 10 Km² y se presenta en la siguiente ecuación:

Ecuación N° 1: Caudal hidrológico.

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

Q: Caudal en m³/s

C: Coeficiente de escorrentía.

A: Área de aporte de la cuenca en Km².

I: Intensidad de lluvia de diseño en mm/h. con periodo de retorno de 2, 5, 10... años.

2.1.6 Diseño hidráulico.

También llamado dimensionamiento de cuneta, este se basa en comprobar la

capacidad hidráulica de la cuneta, considerada por la fórmula de Manning, sea de mayor valor al caudal hidrológico y eso dependerá de la sección transversal, la longitud de la pendiente, velocidad del flujo. Para obtener los cálculos de la cuneta utilizamos el principio de flujo en cuencas abiertas, haciendo uso de la “ecuación de Manning”

Ecuación N° 2. Caudal de diseño

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

Dónde:

Q = Caudal, m³ /s

A = Área de flujo (m²)

n: = Coeficiente de rugosidad de canales de concreto, abiertos.

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente hidráulica del canal, (m/m)

2.1.7 Diagnóstico de la zona de investigación.

Medimos la intensidad de la precipitación máxima anual de dicha zona, es el primer paso para el estudio del área del proyecto de drenaje. SENAMHI estación Co-Lamas, nos proporcionó esta información para un periodo de 10 años.

2.1.8 Drenaje en carreteras: Es un tema fundamental, cuando se refiere a la evacuación de las aguas que fluye por una vía, asegurando la vida útil de la carretera, la seguridad de los ciudadanos, motivo por el cual debemos tener preciso que el diseño de drenaje sea confiable.

2.1.9 Estudio hidrológico: Se refiere al diseño de estructuras hidrológicas, que permite recoger y distribuir las precipitaciones pluviales, taludes, tramos y acequias. A si como de estimar la altura de la escorrentía en arroyos.

2.1.10 Google earth pro: Programa que muestra el planeta tierra virtualmente, para visualizar diferente cartografías, presentada en imágenes satelitales; así como

también este programa crea puntos, líneas, polígonos y mapas.

2.1.11 Hcanales versión 3.1: Es un software que brinda las facilidades de cálculos hidráulicos de cunetas revestidas y no revestidas que nos permite tener un análisis y resultados para generar en forma experimental, datos prácticos para el diseño de estructuras.

2.1.12 Precipitación: Son conjunto de partículas que caen de la atmósfera a la superficie terrestre, en forma de lluvias, granizos, aguaceros y nieves.

2.1.13 Topografía: Ciencia que aplica varios métodos y principios para localizar una serie de puntos en un terreno, efectuando mediciones de distancias, alturas direcciones y ángulos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación.

3.1.1 Tipo de investigación aplicada.

El proyecto de Tesis que hemos diseñado es para brindar una solución que pueda modificar la problemática en beneficio de la comunidad, se tuvo que emplear el método cuantitativo, para poder analizar el grado de las hipótesis de la confiabilidad.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente proyecto de Tesis, utiliza el diseño experimental, para tener conocimiento de las características que se investiga referente a las variables que usamos y los ensayos de laboratorio en mecánica de suelos.

3.2. Variable y Operacionalización.

Para la **variable independiente**: Diseño de cuneta, formulamos su **Definición conceptual**: (Carrión & Orellana ,2016, p. 22) Son canales que se construyen en uno o ambos laterales de la carretera para drenar el agua de lluvia de las pendientes o áreas circundantes que fluyen a lo largo de la carretera. **Definición operacional**: Frecuentemente podemos diseñar diferentes tipos de cunetas, ya que esto se ve usualmente en diferentes tipos de carretera. **Dimensiones**: nos indica lo Superficial, estudios de suelos, estudios hidrológicos. **Indicadores**: entre ellos cunetas, estudios topográficos, perfil de suelo, análisis físico y químico. **Escala de medición**: será ordinal y por razón. **Variable dependiente**: Servicio de la carretera, su **Definición conceptual**: El servicio vehicular es la tolerancia de la carretera a un numero de transito diario según el orden de esta, se cumple cuando el cálculo de la proyección vehicular es menor a la capacidad de la vía. Aguante de la carretera a un número de transito diario. El cálculo de la proyección vehicular debe ser menor a la capacidad de la vía (Monteza y Segura, p.120, 2019). **Definición operacional**: El servicio vehicular se puede obtener mediante las características del tránsito y Nivel vehicular, IMDs, IMDa. **Dimensiones**: Dimensiones hidráulicas, nivel de servicio vial, capacidad de la

cuneta. **Indicadores:** Velocidad, continuidad, capacidad de la vía, área tributaria, perímetro mojado, radio hidráulico, longitud máxima. **Escala de medición:** será ordinal.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población

En nuestro estudio de Tesis, tenemos como población a las diferentes cunetas existentes en la carretera Lamas-Shanao, del Km 00 + 000 al Km 14 +180.

Criterio de inclusión:

Para la población se consideró:

Las cunetas existentes en la carretera departamental Lamas-Shanao, se consideró del Km 04 + 000 al Km 05 + 000.

Criterio de exclusión:

No se considerarán los tramos existentes fuera de la carretera departamental Lamas-Shanao, de 14 +180 Km. de longitud total.

Muestra:

Para la investigación, la muestra que se tomo fue del tramo km 04 + 000 hasta el km 05 + 000 aprox. de 1 km de longitud y un ancho de carretera de 7.20 m seleccionamos el punto más crítico y poder generar los estudios específicos.

Muestreo:

Utilizamos en la presente tesis un muestreo no probabilístico ya que seleccionamos directamente el tramo de 250 m de longitud de cuneta que abarca del Km 04 +700 al Km 04 +950 y un ancho de carretera de 7.20 m. Deducimos que este tramo es de mayor índice crítico en la carretera.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Nuestro estudio de tesis, utilizamos la técnica de la observación directa y la recolección de datos, es decir la información in situ en el mismo lugar de los acontecimientos mediante formatos de campo, observación directa, equipos de topografía, recojo de muestras de suelos, ensayos de laboratorio, celulares para las tomas digitales.

Instrumentos

La técnicas e instrumentos que utilizamos en la presente investigación, estaban enlazado con los documentos de observaciones y el recojo de información.

Revisión de documentos: En esta técnica se han tenido en cuenta las normas, manuales, RNE, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tesis, etc., referidas al sistema de drenajes.

Observación: Esta técnica nos permitió recoger información observada en campo: El levantamiento topográfico del lugar, estudios de laboratorio de mecánica de suelos: granulométrico por tamizado, límites de consistencia, contenido de humedad natural, peso unitario y corte directo.

Valides

Las fichas de registro y fichas técnicas de los ensayos de laboratorio, están respaldadas por la norma ASTM (American Society for Testing and Materials Standards) que establece normas internacionalmente; y por las normas técnicas peruanas NTP. Para la validación del instrumento de nuestra investigación, solicitamos la participación y evaluación de 3 expertos Ingenieros Civiles con grado de magister.

Confiabilidad

Los instrumentos de medición que utilizamos nos brinda, los mismos resultados por su repetitiva utilización ya que esta estandarizado por normas internacionales y nacionales; siendo utilizados repetidamente en otros estudios, realizamos los ensayos con equipos de laboratorio calibrados para disminuir el nivel de error.

3.5 Procedimientos

En la ejecución de nuestra investigación, consideramos ciertas etapas:

- 1.- Reconocimiento de campo.
- 2.- Extracción de muestras de suelos
- 2.- Pruebas de laboratorio de mecánica de suelos.
- 3.- Se adquirió información del SENAMHI estación Co Lamas, sobre precipitación máxima dentro de las 24 horas para el periodo de retorno de 10 años.
- 3.- Estudio hidrológico.
- 4.- Se realizó el estudio de diseño de cunetas del caudal hidráulico.

3.6 Método de análisis de datos

Posteriormente a la recopilación de información, el método de análisis que utilizamos fue el metodológico, utilizamos datos con ficha de observación, en la que se realizó el análisis de suelos, buscando verificar nuestra hipótesis planteada. Para iniciar el estudio se procesó la información recopilada con la observación visual y los datos que nos brindó la población. Posteriormente se procesó los datos del levantamiento topográfico, arrojados del instrumento de estación total, utilizamos el Software AutoCAD 2020, Civil 3D 202. Para el cálculo hidráulico usamos el software Hcanales Versión 3.1, el programa Google Earth Pro, por el cual simularemos una respuesta para obtener un flujo en sí. Para la elaboración de presupuesto utilizamos el programa S10, con Excel y PDF.

3.7 Aspectos éticos

El Trabajo de Tesis consiste en los derechos de autor, que hace referencia a ellos, recurrimos a la web de turnitin para obtener un porcentaje menor a 23% de similitud por derechos de autor.

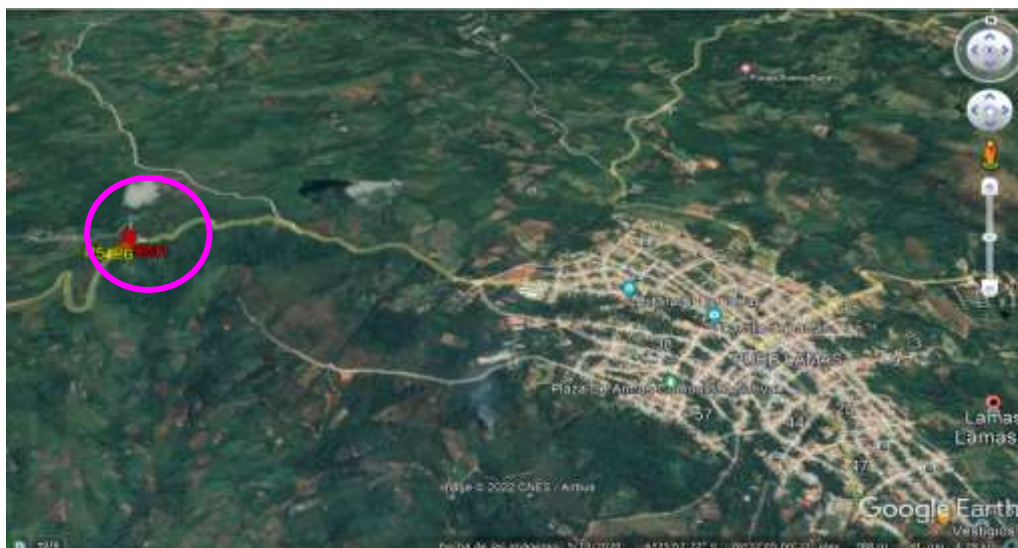
IV. RESULTADOS:

4.1 Descripción del área en estudio.

4.1.1 Ubicación

Geográficamente el área de nuestro estudio de investigación, se localiza en la Región San Martín, Provincia de Lamas, en los Distritos de Lamas y Shanao. El área de estudio, se encuentra ubicada en la carretera departamental clasificador de ruta SM-104 Tramo, Lamas - Empalme. PE-5N en la progresiva Km 04+700 al km 04+950 con una longitud de cuneta de 250 m.

Figura N° 2: Ubicación geográfica del área.



Fuente: Google Earth.

4.2. Clima y precipitación.

Tomando como referencia clases de clima, según el SENAMHI mapa de San Martín, esta zona tiene un clima que caracteriza a la selva alta, cálido seco, temperatura media anual de 23 °C, siendo la máxima 32 °C y la mínima 15 °C, los principales factores que condicionan las costumbres de la población, consideramos las precipitaciones, temperaturas, humedad y vientos.

Predominan vientos con dirección norte al sur, con una velocidad media anual de 5.3 Km/h. Durante las grandes precipitaciones que se dan esporádicamente, van acompañados de fuertes vientos que traen algunas veces consecuencias trágicas.

La precipitación máxima de esta zona es de: 3,67mm/h según Informe del SENAMHI Co Lamas, podemos observar dos periodos de lluvias, el primero entre los meses de enero a marzo y otro de setiembre a noviembre, cabe indicar que el punto más crítico de las precipitaciones máximas en 24 horas (mm), llegó en el mes de octubre del año 2019, a 88 mm en 24 h. dentro de los 10 años, obteniendo la frecuencia más elevada.

4.3 Orografía

El lugar de estudio tiene una altura promedio de 764.80 m.s.n.m. El tramo de estudio se ubica en una zona accidentada en donde predominan las laderas de los cerros pronunciados y con unos suelos rocosos y de poca estabilidad.

4.4 Estudios Topográficos.

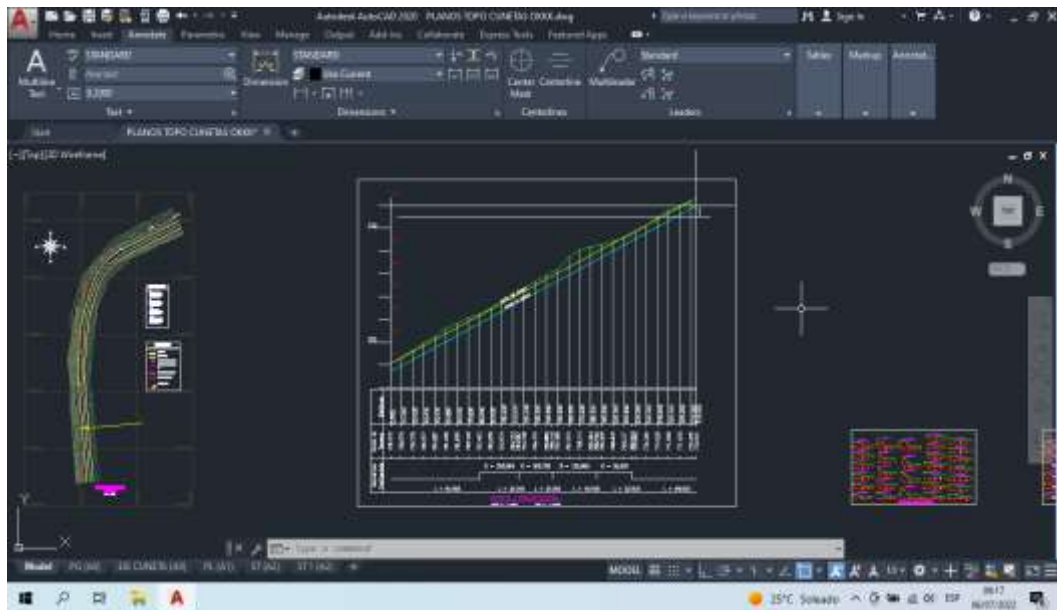
El relieve del terreno de la zona en estudio tiene pendientes pronunciadas, iniciando el trazo topográfico con una elevación de cota del terreno en inicio de 758.072 m.s.n.m. con una progresiva de 04 + 700 Km hasta la progresiva 04 + 950 Km, y cota final del terreno 771.529 msnm.

La recopilación de datos topográficos, se efectuó realizando el trabajo de campo correspondientes al levantamiento topográfico que realizamos, proceso de información Software "Topcon Link" para transmitir la información registrada en campo con la estación total topcon, y el software "CIVIL 3D"-2021 para procesar y representar los valores obtenidos en campo a diseñar los planos topográficos.

Acciones:

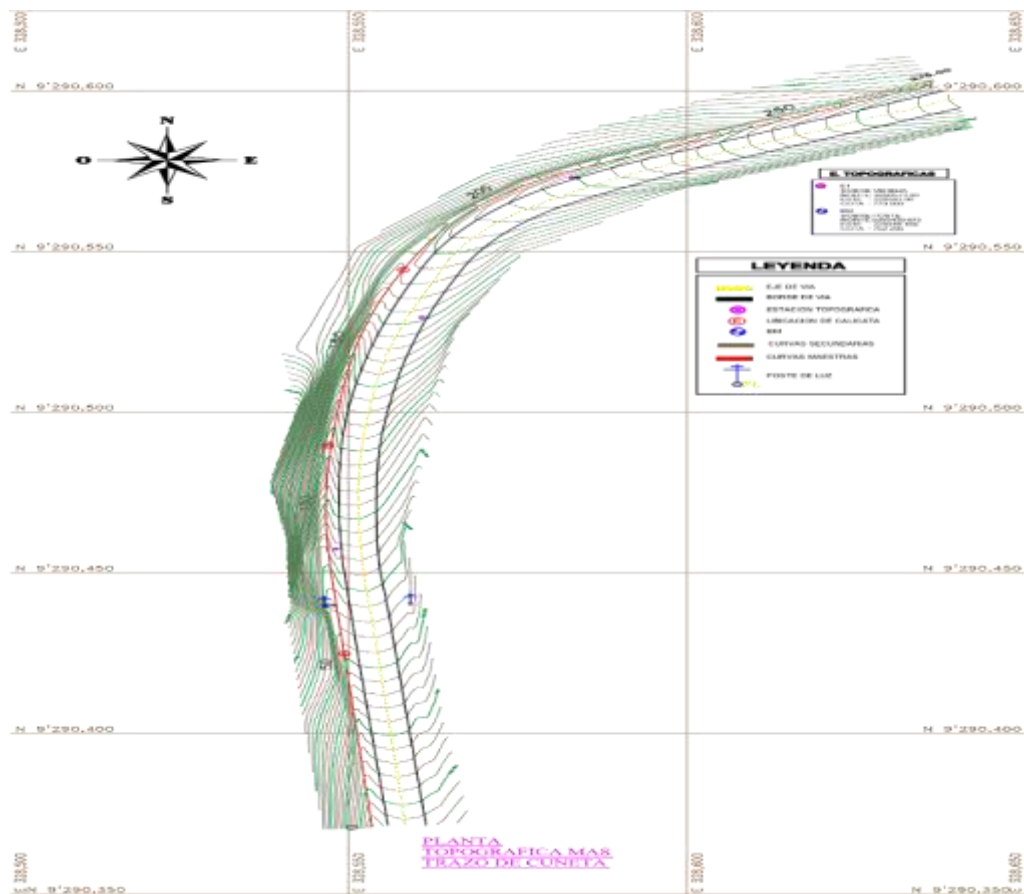
- Levantamiento topográfico de la zona en mención, escogimos el tramo crítico que se encuentra en margen derecho de la carretera, viniendo de la ciudad de Lamas.
- Se anotó lecturas de los desniveles, tomados con el instrumento topográfico en una distancia de 250 m, con las cotas respectivas de 758.072 y 771.529 diferencia de desnivel 13.457 m entre las dos cotas.

Figura N° 3: Perfil longitudinal.



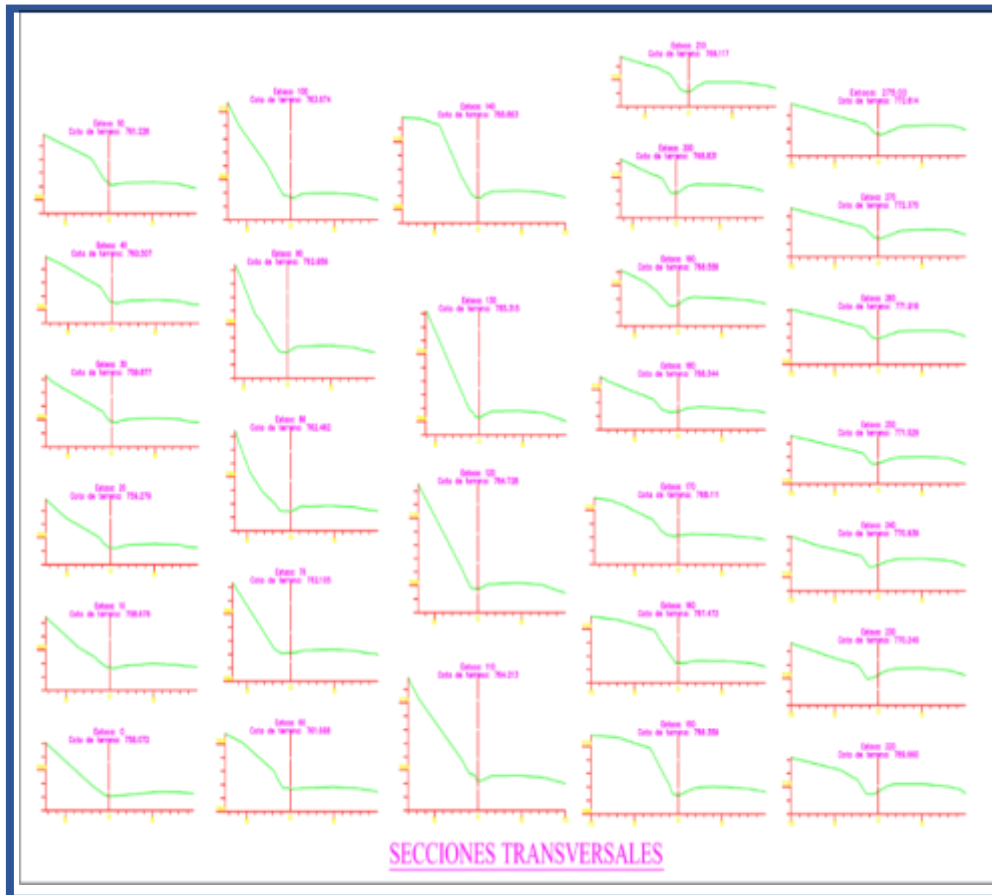
Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura N° 4: Planta topográfica y trazo del tramo



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura N° 5: Sección transversal de cuneta triangular



Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Información topográfica obtenida

Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico del tramo a intervenir, era necesario contar con información de topografía detallada, empezando con el levantamiento topográfico con estación total tomado con GPS, navegador de coordenadas reales y dejando dos puntos conocidos que son los BM 1 y 2 fijos dejados al costado del poste concreto armado de luz eléctrica (BM 01).

Tabla N° 1: Descripción de los Puntos obtenidos en campo.

N°	DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	COTA
1		9290573.00	328583.00	770.000
2		9290573.00	328583.00	770.000
3	PST	9290555.48	328566.24	769.059
100	TN	9290526.52	328565.99	765.955
101	PST	9290525.30	328560.51	767.284
102	PST	9290526.09	328557.75	767.428
103	PST	9290526.91	328555.04	767.453
104	PST	9290513.82	328552.01	766.545
105	PST	9290513.13	328554.78	766.585
106	PST	9290512.37	328557.60	766.390
107	PST	9290499.62	328555.68	765.602
108	PST	9290499.63	328552.83	765.744
109	PST	9290500.22	328549.87	765.726
11	PST	9290554.13	328568.82	768.982
110	PST	9290487.11	328548.84	764.967
111	PST	9290486.95	328551.89	764.968
112	PST	9290487.11	328554.45	764.874
113	PST	9290475.30	328554.19	764.120
114	PST	9290475.38	328551.47	764.253
115	PST	9290475.16	328548.59	764.214
116	E	9290457.49	328548.09	763.165
116-5	TN	9290457.49	328548.09	763.165
117	TN	9290457.56	328547.45	762.971
118	TN	9290457.57	328546.88	762.755
119	TN	9290457.53	328546.44	762.671
12	PST	9290553.17	328571.22	768.843
120	TN	9290457.47	328545.86	762.696
121	TN	9290457.33	328545.00	763.475
122	TN	9290460.00	328540.90	769.316
123	TN	9290472.00	328547.96	763.990

124	TN	9290472.14	328547.02	763.699
125	TN	9290472.84	328545.79	764.021
126	TN	9290489.08	328548.48	764.999
127	TN	9290489.38	328547.44	764.633
128	TN	9290489.52	328546.49	764.747
129	TN	9290490.00	328545.98	765.562
13	PST	9290565.15	328573.72	769.506
130	TN	9290506.13	328550.28	766.026
131	TN	9290506.45	328549.64	765.870
132	TN	9290506.48	328549.35	765.643
133	TN	9290506.60	328548.72	765.657
134	TN	9290506.68	328547.98	766.087
135	TN	9290519.73	328552.94	766.879
136	TN	9290520.29	328552.11	766.653
137	TN	9290520.62	328551.70	766.521
138	TN	9290520.85	328551.21	766.362
139	TN	9290521.16	328550.58	766.494
14	PST	9290563.09	328576.11	769.497
140	TN	9290521.17	328550.16	767.228
141	TN	9290478.57	328538.41	771.632
142	TN	9290501.12	328542.37	773.197
144	PST	9290478.98	328554.28	764.370
145	PST	9290465.54	328554.15	763.537
146	PST	9290452.67	328554.51	762.802
147	PST	9290436.35	328556.05	761.999
148	PST	9290436.68	328553.41	762.112
149	PST	9290436.56	328550.48	762.062
15	PST	9290561.01	328578.16	769.300
150	PST	9290419.34	328551.82	761.165
151	PST	9290419.19	328554.81	761.183
152	PST	9290419.31	328557.45	761.093

178	TN	9290441.10	328560.06	761.697
179	TN	9290441.20	328561.10	761.382
18	PST	9290566.75	328585.50	769.673
180	TN	9290459.90	328554.74	763.127
181	TN	9290459.55	328555.91	762.925
182	TN	9290459.82	328557.14	762.802
183	TN	9290460.13	328558.16	762.244
184	TN	9290436.29	328541.05	766.300
185	TN	9290440.62	328541.51	767.300
187	TN	9290449.06	328541.02	768.300
188	TN	9290455.03	328543.22	764.534
189	TN	9290463.75	328543.04	766.376
19	PST	9290571.01	328592.59	770.110
2	E	9290529.59	328560.79	767.562
20	PST	9290573.59	328590.90	770.296
21	PST	9290576.27	328589.24	770.279
22	PST	9290580.48	328597.53	770.742
23	PST	9290577.82	328598.90	770.800
24	PST	9290575.28	328600.03	770.646
25	PST	9290580.21	328610.26	771.365
26	PST	9290582.56	328608.93	771.463
27	PST	9290585.32	328607.60	771.442
28	PST	9290589.03	328615.04	771.969
29	PST	9290586.22	328616.05	771.991
30	PST	9290583.56	328617.23	771.908
31	TN	9290587.90	328610.73	771.608
316	PIS	9290599.99	328637.93	773.200
317	PIS	9290594.69	328640.38	773.250
318	PIS	9290597.48	328639.39	773.300
318	TN	9290598.77	328605.12	773.500
32	TN	9290588.69	328610.35	771.424

320	TN	9290600.52	328637.51	773.000
321	TN	9290603.69	328636.23	773.400
322	TN	9290602.72	328636.69	772.700
325	TN	9290602.10	328637.15	772.600
326	TN	9290612.01	328632.51	775.000
326	TN	9290591.07	328641.44	772.500
327	TN	9290588.52	328642.15	771.000
33	TN	9290589.30	328609.95	771.271
331	TN	9290371.40	328555.58	758.300
332	TN	9290371.63	328558.29	758.400
335	TN	9290371.31	328554.83	758.200
336	TN	9290371.03	328553.12	758.090
337	TN	9290370.62	328551.61	758.800
337	TN	9290371.24	328553.81	758.050
338	TN	9290405.89	328543.20	763.500
338	TN	9290370.41	328546.25	762.000
339	TN	9290372.09	328564.03	758.200
34	TN	9290589.70	328609.78	771.312
340	TN	9290372.42	328568.04	757.800
341	TN	9290551.84	328572.39	768.600
343	TN	9290550.44	328573.70	768.000
344	TN	9290548.57	328575.38	767.500
346	TN	9290499.80	328557.05	765.300
347	TN	9290499.75	328561.40	764.300
348	TN	9290452.40	328549.19	762.850
349	TN	9290452.52	328551.78	762.920
35	TN	9290590.33	328609.09	772.047
32	TN	9290588.69	328610.35	771.424
36	TN	9290582.72	328599.68	770.701
37	TN	9290583.34	328599.22	770.464
38	TN	9290583.98	328598.85	770.226

39	TN	9290584.51	328598.70	770.088
4	PST	9290533.55	328562.88	767.779
40	TN	9290585.40	328598.29	771.024
41	TN	9290572.27	328596.06	770.230
42	TN	9290570.84	328596.48	769.922
43	TN	9290569.82	328597.66	769.247
44	TN	9290569.29	328598.88	768.471
45	TN	9290576.06	328586.86	770.012
46	TN	9290576.78	328586.46	769.683
47	TN	9290577.23	328586.19	769.446
48	TN	9290578.06	328585.62	769.402
49	TN	9290578.90	328584.77	770.504
5	PST	9290534.50	328560.30	767.953
50	TN	9290581.10	328584.13	771.324
51	TN	9290586.29	328581.86	772.220
52	TN	9290575.34	328570.34	771.455
53	TN	9290573.08	328573.37	770.733
54	TN	9290572.38	328574.54	770.314
55	TN	9290572.01	328575.19	769.864
56	TN	9290571.84	328575.65	769.296
57	TN	9290571.21	328576.07	769.011
58	TN	9290570.76	328576.41	769.029
59	TN	9290570.01	328577.06	769.541
6	PST	9290535.53	328557.54	768.004
60	TN	9290569.49	328577.51	769.704
61	TN	9290563.34	328571.12	769.390
62	TN	9290563.37	328571.16	769.392
63	TN	9290564.11	328570.59	769.252
630	PST	9290371.63	328561.44	758.340
65	TN	9290565.37	328569.38	768.784

66	TN	9290565.98	328568.68	769.863
67	TN	9290556.50	328565.67	769.107
68	TN	9290556.98	328564.96	768.954
69	TN	9290557.46	328564.25	768.529
7	PST	9290544.69	328560.75	768.500
70	TN	9290557.85	328563.76	768.446
71	TN	9290558.17	328563.35	768.518
72	TN	9290558.97	328562.39	769.483
73	TN	9290546.34	328561.40	768.599
74	TN	9290546.80	328560.04	768.541
75	TN	9290547.15	328559.08	768.289
76	TN	9290547.65	328558.10	768.264
77	TN	9290548.09	328557.27	768.513
78	TN	9290548.66	328556.59	769.220
79	TN	9290549.73	328554.17	769.866
8	PST	9290543.84	328563.58	768.444
80	TN	9290551.10	328550.55	770.873
81	TN	9290536.42	328544.54	770.944
82	TN	9290535.25	328547.79	770.643
83	TN	9290533.91	328551.56	769.916
84	TN	9290519.62	328540.04	770.821
85	TN	9290519.24	328543.73	770.653
86	TN	9290518.75	328547.26	769.887
87	TN	9290541.68	328553.76	769.314
88	TN	9290541.50	328554.65	768.560
89	TN	9290541.23	328555.37	768.211

9	PST	9290542.89	328566.20	768.256
90	TN	9290541.04	328556.18	768.141
91	TN	9290540.61	328557.14	768.207
92	TN	9290540.12	328558.01	768.264
93	TN	9290530.19	328554.89	767.615

94	TN	9290530.46	328554.47	767.513
95	TN	9290530.76	328553.17	767.495
96	E	9290572.99	328582.99	769.992
97	TN	9290528.39	328562.76	767.318
98	TN	9290527.43	328564.03	767.013
99	TN	9290526.94	328565.12	766.694

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Figura N° 6: Diferencia de cotas inicial y final

Distancia: 0.00 - 250 m	Cota Inicial = 771.529 -
	Cota Final = <u>758.072</u>
DIFERENCIA:	13.457 m
$\frac{13.457}{250} = 0.0538 \times 100$	
Pendiente(S) = 5.38%	

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

4.4.2 Trabajo de gabinete (Topografía)

La información obtenida de los trabajos de topografía en campo, se guardaron en archivos de información digital.

Todo el proceso de dibujo fue por medio informático computarizado, en los que se emplearon computadoras LAPTOP, HP, marca Modelo i3 de 4° generación y software como el CIVIL 3D-2021 y Auto CAD-2020, para procesar y representar los valores tomados en campo para diseñar planos topográficos.

Ploteo de planos topográficos.

Plano de planta general a curvas de nivel del lugar de estudio, que comprende el tramo tomando como punto inicial la progresiva Km 04 +700 hasta la progresiva Km 04. + 950, y una longitud de 250 metros.

- Perfil longitudinal del eje del trazo de cunetas.
- Secciones transversales del eje del trazo de cunetas.

El diseño y dibujo de los planos, se editaron para comprobar la calidad de nuestro trabajo de ser del caso se corrigió algunos errores que se encontraron.

4.5 Estudios Hidrológicos.

En la presente investigación tomamos como referencia la estación del SENAMHI-Co Lamas, estación muy cercana al trabajo realizado que nos facilitó la información para el tramo de estudio, la cual se determinó el tipo de diseño. La Información en la siguiente tabla fue brindada por SENAMHI estación Co Lamas.

Tabla N° 2: Precipitación máxima durante 24 horas (mm)



ESTACIÓN CO "LAMAS"

Latitud : 06° 16'
 Longitud : 76° 42'
 Altura : 920 m.s.n.m.

Departamento : San Martín
 Provincia : Lamas
 Distrito : Lamas

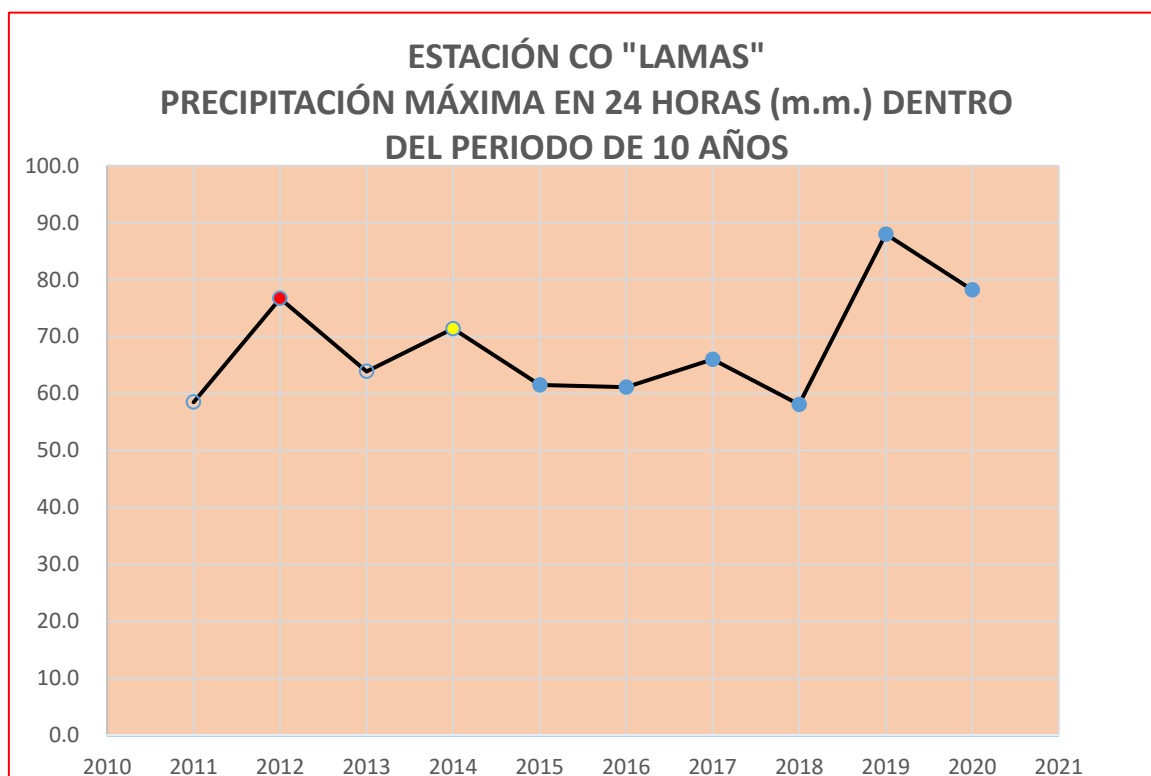
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (m. m.)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2011	16.9	13.2	39.6	33.4	37.5	49.8	28.0	5.9	58.5	32.7	45.1	49.7	58.5
2012	22.0	13.3	76.5	46.7	39.8	11.9	27.1	5.8	29.6	76.7	15.1	34.8	76.7
2013	63.9	21.6	36.6	21.0	19.6	18.9	30.1	49.2	30.0	20.8	30.5	19.8	63.9
2014	55.2	16.8	41.6	35.8	31.7	25.6	40.9	30.0	25.8	71.4	69.3	26.0	71.4
2015	45.8	61.5	39.0	39.6	20.8	52.0	17.0	33.4	9.8	42.4	53.6	29.5	61.5
2016	9.8	33.7	61.1	43.5	28.2	21.1	6.0	10.8	15.9	56.9	30.0	26.9	61.1
2017	30.00	66.0	65.3	21.1	53.4	27.1	20.8	22.0	49.9	18.9	51.2	21.9	66.0
2018	42.6	57.4	58.1	40.9	35.1	28.8	55.5	13.0	12.3	20.2	14.9	50.3	58.1
2019	36.2	31.7	28.3	52.9	35.9	18.0	44.5	15.1	67.1	88.0	45.4	24.9	88.0
2020	37.9	15.9	27.9	S/D	S/D	S/D	S/D	10.00	78.2	34.3	55.0	16.2	78.2

NOTA: LA PRESENTE INFORMACION METEOROLOGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPOSITO DE LA SOLICITUD, QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL.

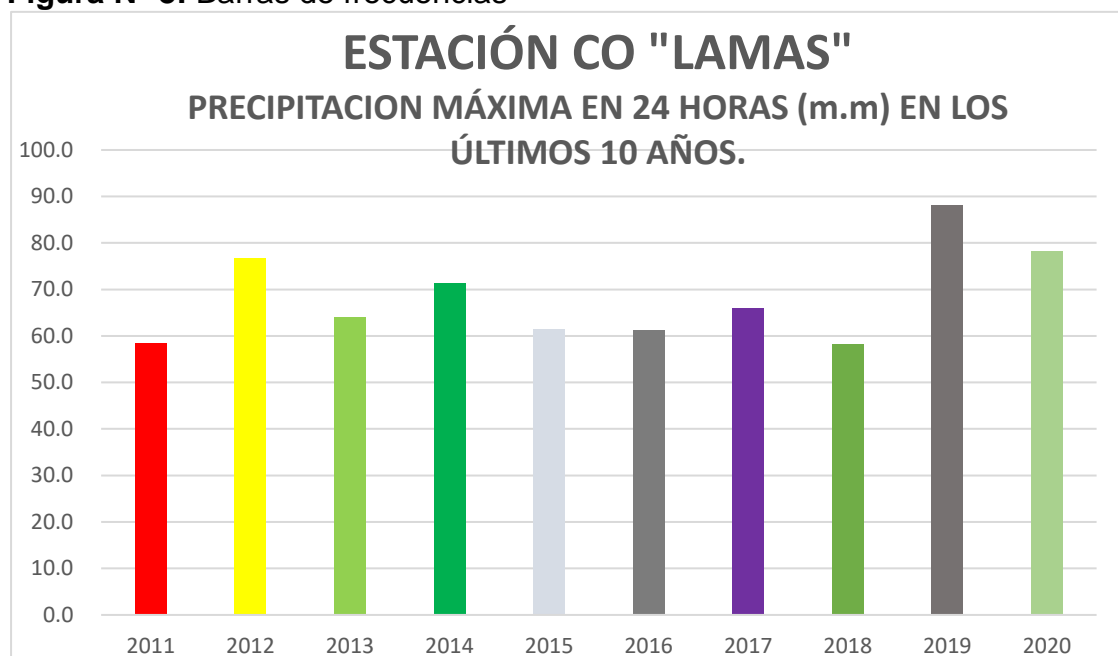
Fuente: SENHAMI estación Co Lamas

Figura N° 7: Frecuencias poligonales.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura N° 8: Barras de frecuencias



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

4.5.1 Cálculo del caudal Hidrológico.

Intensidad de precipitaciones.

Tomamos como referencia la Información del SENAMHI estación Co Lamas, de intensidad de precipitaciones pluviales en la provincia de Lamas, por un periodo de retorno de 10 años.

Datos:

$Q_h = ?$

C = Coeficiente de Escorrentía según tabla: (Hierba Grama/ Pendiente Alta = 0.45

I = 3.67mm/h.

A = Área de la sub Cuenca = 82 148 m²= 0.0821 Km²

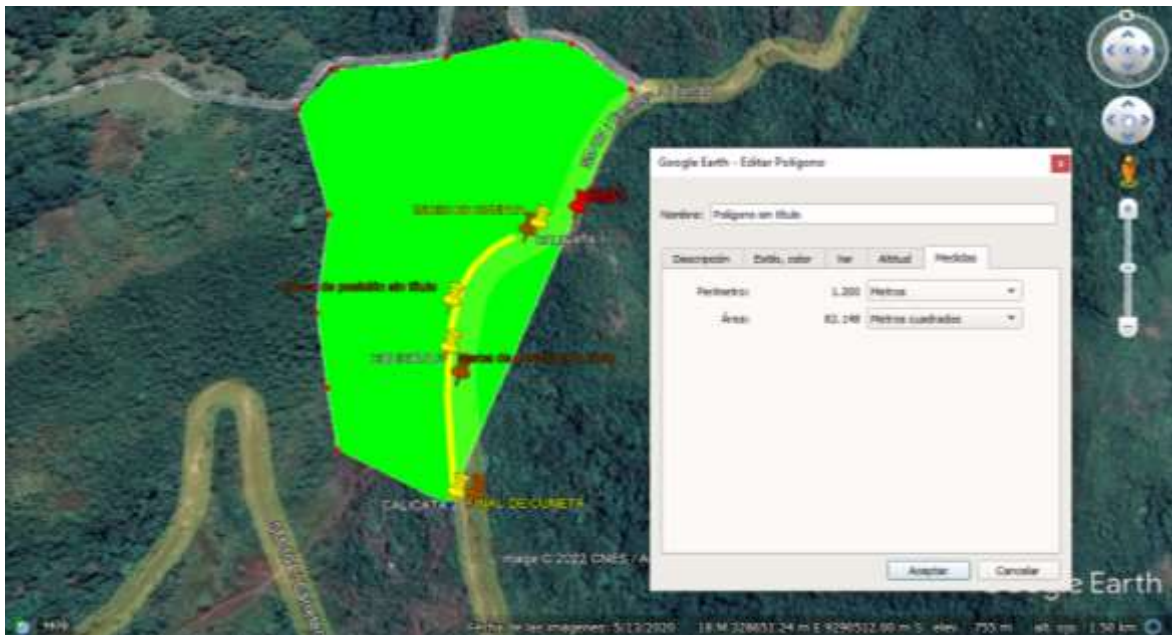
Resolviendo:

$$Q_h = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \quad Q = \frac{0.45 \times 3.67 \text{ mm/h} \times 0.0821 \text{ Km}^2}{3.6} = \frac{0.13558815}{3.6} = Q_h = 0.03766 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_h = 37.66 \text{ litros/s}$$

Fuente: Elaboración propia de los tesistas

Figura N° 9. Cuenca Hidrográfica.



Fuente: Elaboración propia de los tesistas

4.6 Ensayos de laboratorio de suelos.

Para el Proyecto de Tesis, los ensayos de laboratorio de suelos se efectuaron en el laboratorio de la empresa VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Ensayo Granulométrico por Tamizado-(NTP 339. 128 ASTM - D 6913M-17).

Se realizó el análisis granulométrico de las muestras estudiadas en base a la **norma ASTM D-6913M-17**.

Los resultados que arrojaron las muestras, presentamos en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: *Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339. 128 ASTM - D 6913M-17).*

Calicata N° 01 – Km 4+700 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	% FINO
MUESTRA 03	0.50 – 2.00 m	ML	A-4(7)	90.50
Calicata N° 02 – Km 4+845 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	% FINO
MUESTRA 02	0.30 – 2.00 m	CL	A-6(13)	97.07
Calicata N° 03 – Km 4+950 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	% FINO
MUESTRA 03	0.40 – 0.90 m	CL	A-4(9)	96.79
MUESTRA 04	0.90 – 2.00 m	CL	A-6(13)	98.27

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Ensayo de límites de consistencia-(NTP 339. 129 ASTM – D 4318).

Muestras recogidas de la calicata realizada en ensayos de Límite de Consistencia, referente al Límite Líquido y el Límite Plástico.

La presente tabla muestra el valor del límite de consistencia obtenido de las muestras recogidas de calicatas realizadas:

Cuadro 2: *Límites de Consistencia -(NTP 339. 129 ASTM – D 4318).*

Cuadro 2: Límites de consistencias – (NTP 339.128 ASTM-D6913M-17.

Calicata N° 01 – Km 4+700 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	L.L.	L.P.	I.P.
MUESTRA 03	0.50 – 2.00 m	31	24	7
Calicata N° 02 – Km 4+845 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	L.L.	L.P.	I.P.
MUESTRA 02	0.30 – 2.00 m	35	22	13
Calicata N° 03 – Km 4+950 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	L.L.	L.P.	I.P.
MUESTRA 03	0.40 – 0.90 m	31	22	9
MUESTRA 04	0.90 – 2.00 m	35	24	11

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

Ensayo de humedad natural-(NTP 339. 127 ASTM - D 2216).

Efectuadas cada una de las calicatas y evaluando los perfiles estratigráficos, se tomó las muestras seleccionadas de los estratos para realizar ensayos de humedad natural para definir los diferentes tipos de suelos en estado húmedo o saturado y evaluar los parámetros en condiciones desfavorables (caso saturado). El siguiente cuadro brinda el resumen del valor de humedad natural obtenida del estrato.

Cuadro 3: Humedad Natural-(NTP 339. 127 ASTM - D 2216).

Calicata N° 01 – Km 4+700 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)
MUESTRA 03	0.50 – 2.00 m	10.72
Calicata N° 02 – Km 4+845 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)
MUESTRA 02	0.30 – 2.00 m	10.20
Calicata N° 03 – Km 4+950 Lado Derecho	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)
MUESTRA 03	0.40 – 0.90 m	18.37
MUESTRA 04	0.90 – 2.00 m	12.31

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Peso unitario o volumétrico-(NTP 339. 139 D 7263).

Así mismo se determinó de la muestra inalterada obtenida de la calicata ejecutada el Peso Unitario o Volumétrico. El siguiente cuadro muestra el valor obtenido para la muestra obtenida de calicatas ejecutadas.

Cuadro 4: *Peso Unitario o Volumétrico-(NTP 339. 139 D 7263).*

Calicata N° 01 – Km 4+700 Lado Derecho	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (m)	PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm³)
MUESTRA 03	1.00 m. – Debajo del nivel del terreno encontrado, cortado y nivelado	2.02
Calicata N° 02 – Km 4+845 Lado Derecho	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (m)	PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm³)
MUESTRA 02	1.00 m. – Debajo del nivel del terreno encontrado, cortado y nivelado	2.01
Calicata N° 03 – Km 4+950 Lado Derecho	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (m)	PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm³)
MUESTRA 04	1.00 m. – Debajo del nivel del terreno encontrado, cortado y nivelado	2.00

Fuente: Elaboración propia de los tesistas

Ensayos de resistencia del suelo corte directo-ASTM D3080

Recogidas las muestras inalteradas y seleccionadas, en el laboratorio se realizó los ensayos de Corte directo, con el fin, de hallar los parámetros de resistencias de los materiales estudiados, y poder realizar los cálculos de la capacidad portante del terreno natural.

Cuadro 5: Corte Directo - ASTM D3080

Calicata N° 01 – Km 4+700 Lado Derecho	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO – FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (Kg/cm ²)
MUESTRA 03	31°	0.29
Calicata N° 02 – Km 4+845 Lado Derecho	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO – FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (Kg/cm ²)
MUESTRA 02	30°	0.31
Calicata N° 03 – Km 4+950 Lado Derecho	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO – FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (Kg/cm ²)
MUESTRA 04	30°	0.31

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

4.7 Propuesta de Diseño de Cunetas Triangulares.

Proponemos el diseño de plantear la construcción de cunetas de forma triangular asimétricas, con taludes internos y externos en el tramo de la progresiva 04 + 700 km al 04 + 950 km, como diseño de sistema de drenaje en un tramo de 250 m de longitud.

Caudal de diseño.

Tiempo de Concentración (TC).

Referido al tiempo necesario que las partículas viajan desde el punto más alejado de la cuenca hidrográfica.

Intensidad (mm/h).

Para el lugar de estudio de la investigación se tomó en cuenta la Estación de SENHAMI Co Lamas, por ubicarse muy cercana del punto crítico de: 88.00 mm durante las 24 horas se tiene en cuenta la ecuación y la siguiente tabla:

$$I = (\text{mm/h})$$

Tabla N°3: Periodo de retorno.

PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS		
N°	TIPO DE PROYECTO	PERIODO DE RETORNO (años)
1	Drenajes urbanos y rural (bajo riesgo) hasta 100 ha	5 a 10
2	Drenajes rurales (mediano riesgo) más de 100 ha	10 a 25
3	Drenajes urbanos (mediano riesgo) más de 100 ha	25 a 50
4	Drenajes viales (mediano riesgo)	25 a 50
5	Aliviadero principal (presas)	25 a 100
6	Drenajes viales (alto riesgo)	50 a 100
7	Dique longitudinal (mediano riesgo)	50 a 100
8	Drenajes urbanos (alto riesgo) más de 1000 ha	50 a 100
9	Desarrollo de zona de inundaciones	100
10	Diseño de puentes y con (pilares)	100 a 500
11	Dique longitudinal (alto riesgo)	200 a 1000
12	Aliviaderos de emergencias (presas)	100 a 10 000(PMP)
13	Hidrograma de borde libre (para una presa de clase c)	10 000 PMP

Método Racional.

El caudal máximo obtenido como base de la precipitación, teniendo como información el coeficiente de escorrentía, intensidad de precipitación, tipo de cuenca. Para calcular la descarga máxima de diseño, podemos efectuar con la siguiente ecuación:

Ecuación del Caudal Hidrológico

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

Q = Caudal diseño al periodo de retorno en m³/s.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de lluvia de diseño, en mm/h.

A = Área de la cuenca en Km².

Tabla N° 4: Intensidad de precipitaciones

INTENSIDAD DE PRECIPITACIONES		
N°	intensidad	Acumulación
1	Lluvia débil	entre 0.1 y 2 mm/h
2	Lluvias moderadas	entre 2.1 y 15 mm/h
3	Lluvias fuertes	entre 15.1 y 30 mm/h
4	Lluvias muy fuertes	entre 30.1 y 60 mm/h
5	Lluvias torrenciales	entre más de 60 mm/h

Tabla N° 5: Coeficientes de escorrentías método racional.

COBERTUR A VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIAD A	ALTA	MEDI A	SUAV E	DESPRECIABL E
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermea ble	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermea ble	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetaci ón ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermea ble	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermea ble	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermea ble	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje 2018 pag.50

Tabla N° 6: Valores de taludes de acuerdo al tipo de suelos

N°	TERRENOS	TALUDES (H-V)
1	Rocas	Casi vertical
2	Turbas	0.25/1
3	Arcillas y revestimiento en hormigón	0.5/1 hasta 1/1
4	Tierra o albañilería con piedra	1/1
5	Pequeños canales en el terreno	1.5/1
6	Suelo arenoso	2/1
7	Arcilla arenosa y limo arenoso	3/1

Diseño y Dimensionamiento de la Cuneta Triangular.

Material utilizado para la construcción de las cunetas son:

Calicatas	C1, C2 y C3
Tipo de suelo	Limo arcilloso
Concreto simple (rugosidad)	0.014

Taludes:

Z_1	0.5 : 1	Z_2	1.5 : 1
-------	---------	-------	---------

Tabla N° 7: Dimensiones mínimas de sección de cuneta triangular

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

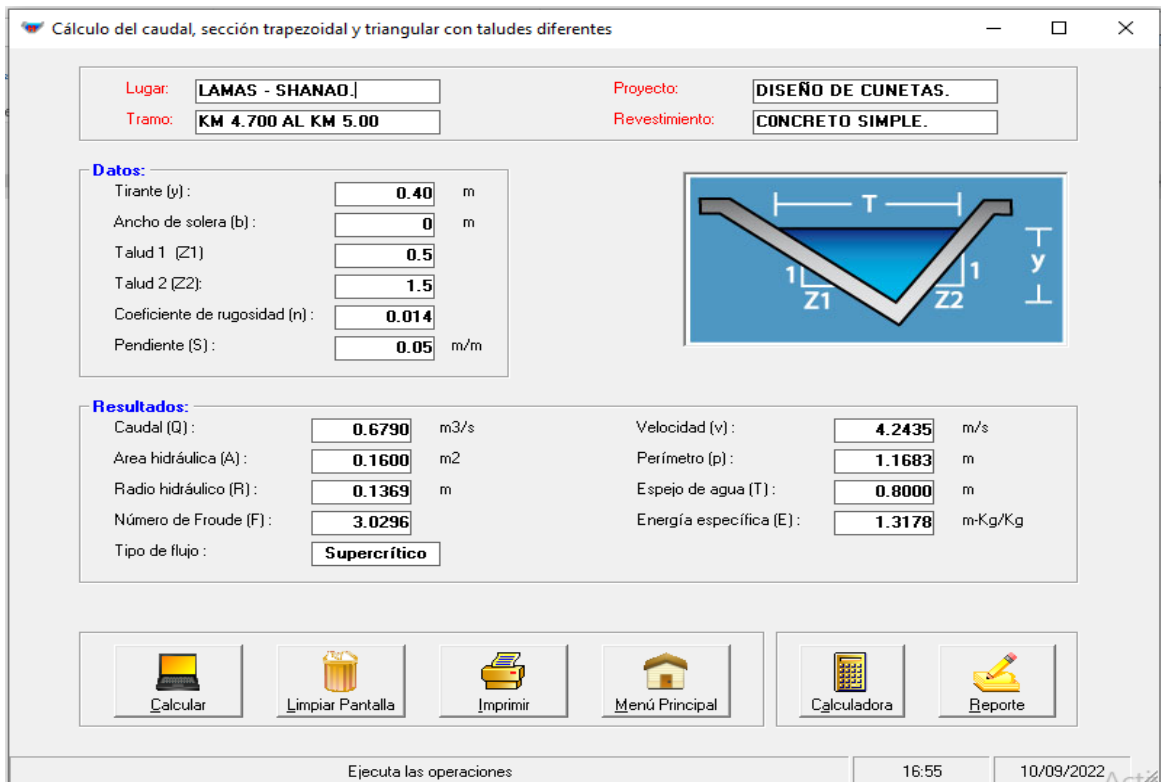
Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje 2018, pag. 178

Figura N° 10: Diseño de cuneta triangular asimétrica 2006.



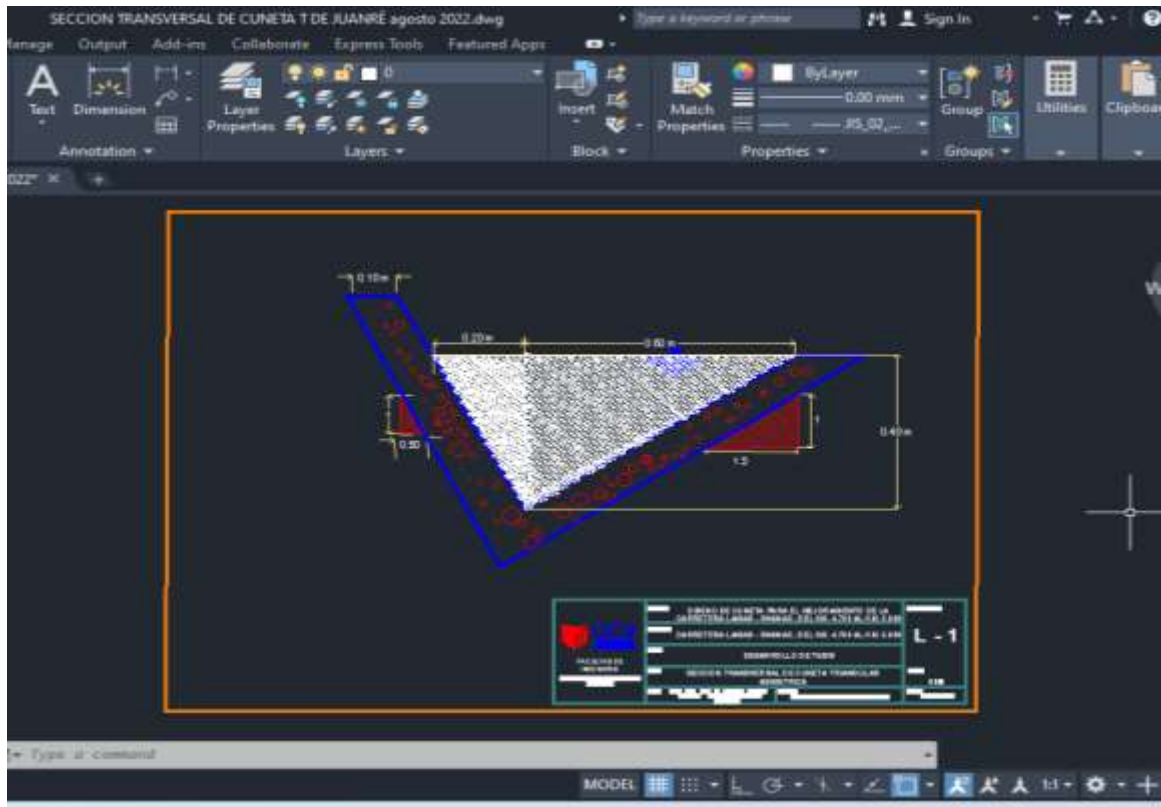
Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Figura N° 11: Diseño de cuneta triangular asimétrica 2022, Software HCanales Vers.3.1



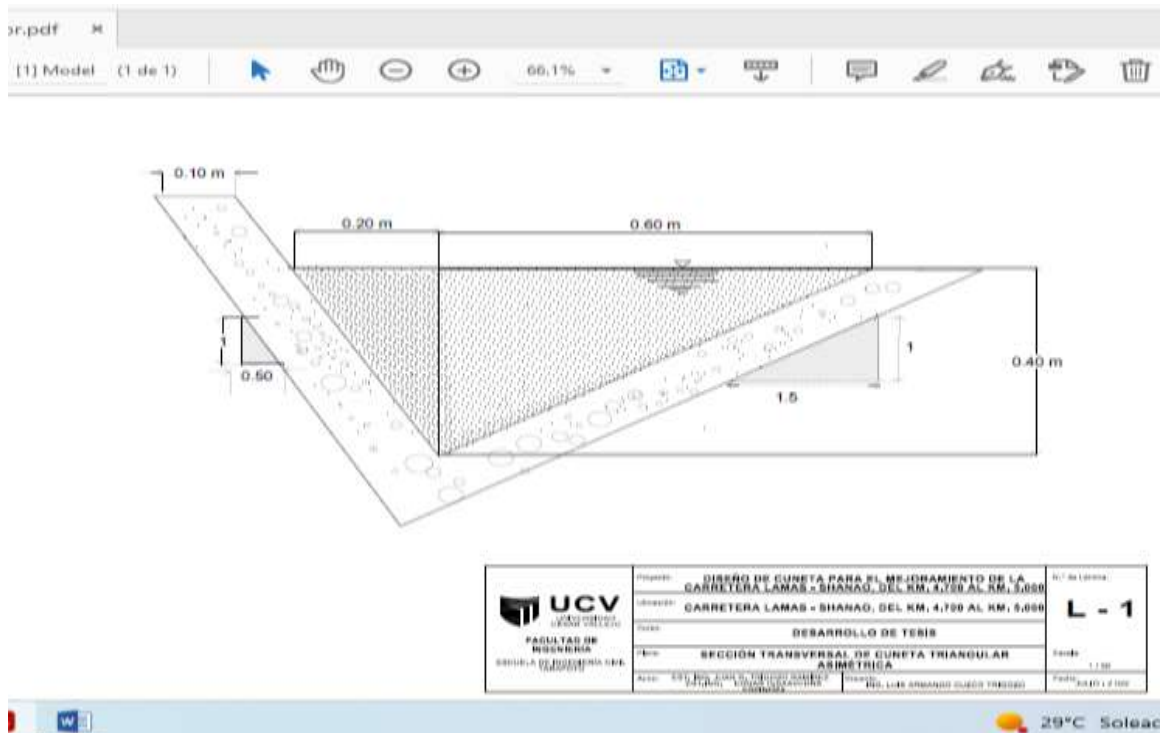
Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Figura ° 12: Sección Transversal por AutoCAD.



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Figura N° 13: Sección Transversal PDF.



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Figura N° 14: Calculo del diseño de cuneta de forma triangular asimétrico
programa HCanales Versión 3.1

Cálculo del caudal, sección triangular con taludes diferentes	
Datos:	

Datos:	

Lugar:	Lamas- Shanao 2022
Proyecto:	Diseño de cunetas para mejorar el servicio de la carretera Lamas- Shanao.
Tramo:	Km 04 + 700 AL Km 04 + 950
Revestimientos:	Concreto Simple.
Tirante normal (y):	0.40 m
Ancho de solera (b):	0 m
Talud (Z1):	0.5
Talud (Z2):	1.5
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.05 m/m
Resultados:	

Caudal (Q_H):	$0.679 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 = 679 \text{ l/s}$
Velocidad (v):	4.2435 m/s
Área hidráulica (A):	0.1600 m ²
Perímetro mojado (p):	1.1683 m
Radio hidráulico (R):	0.1369 m
Espejo de agua (T):	0.8000 m
Energía específica(E):	1.3178 m-Kg/kg

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

La Ecuación de Manning:

Esta ecuación de Manning, se origina de la fórmula de Chézy para obtener el cálculo de la velocidad de aguas en canales abiertos y tuberías, formulada por el ingeniero Robert Manning:

Figura N° 15: Calculo de cuneta triangular asimétrica por el método racional y el programa Hcanales 3.1

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

$$Q = A \cdot v$$

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

Leyenda:

Q: Caudal (m³/s)

A: Área (km²)

R: Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente.

v: Velocidad (m/s)

p: Perímetro mojado (m)

Tenemos como datos:

y = 0.40 m

Z₁: 0.5

Z₂: 1.5

S: 0.05 Pendiente o 5%

n = 0.014 Rugosidad del concreto

F_R = Froude

D = Profundidad hidráulica del canal.

A = Área.

T = Ancho de cuneta o espejo de agua.

g = Gravedad.

v = Velocidad.

Q_H = Caudal Hidráulico.

Q_n = Caudal Hidrológico

Fuente: Elaboración propia de los tesistas

Figura N° 16: Calculo del caudal hidráulico, ecuación de Manning

1.- Cálculo de área hidráulica de la sección transversal de la cuneta triangular:

$$A = \frac{(Z_1 + Z_2) y^2}{2} \quad A = \frac{(0.50 + 1.5)(0.40\text{m})^2}{2} = A = 0.16 \text{ m}^2$$

2.-Cálculo del Perímetro mojado:

$$p = \left[(\sqrt{1+(Z_1)^2} + \sqrt{1+(Z_2)^2} y \right] p = \left[(\sqrt{1+(0.50)^2} + \sqrt{1+(1.5)^2} 0.40\text{m} \right] = p = 1.16 \text{ m}$$

3.- Cálculo de Radio de la Sección Transversal de la cuneta:

$$R = \frac{A}{P} \quad R = \frac{0.16\text{m}^2}{1.16\text{m}} \quad R = 0.13 \text{ m}$$

4.- Cálculo del caudal:

$$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad Q = \frac{(0.16 \text{ m}^2) (0.13 \text{ m})^{2/3} (0.05)^{1/2}}{0.014} = Q = 0.679 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.- Caculo del espejo del agua (T)

$$T = (Z_1 + Z_2) y \quad T = (0.50 + 1.5)(0.40 \text{ m}) = T = 0.80 \text{ m}$$

6.- Caculo de velocidad del flujo del agua (v)

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad v = \frac{(0.13 \text{ m})^{2/3} (0.05)^{1/2}}{0.014} \quad v = 4.24 \text{ m/s}$$

Calculando con otra fórmula:

$$\text{Calculo de velocidad: } Q = A \times v \quad v = \frac{0.679 \text{ m}^3/\text{s}}{0.16 \text{ m}^2} = v = 4.24\text{m/s}$$

$$7.- \text{Calculo de Froude (F}_R\text{): } F_R = \frac{v}{\sqrt{gD}} \quad F_R = \frac{4.24 \text{ m/s}}{(\sqrt{9.81\text{m/s}^2 \times 0.20})} \quad F_R = \frac{4.24 \text{ m/s}}{B\sqrt{1.962}} = F_R = 3.02$$

$$D = \frac{A}{T} \quad D = \frac{0.16 \text{ m}^2}{0.80 \text{ m}} = 0.20 \text{ m}$$

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

$$N_F = \frac{\text{Fuerza de inercia}}{\text{Fuerza de gravedad}}$$

Tipos de flujo de acuerdo al número de Froude:

El flujo de fluido en un canal abierto se clasifica en tres tipos:

-De acuerdo al valor de N_F : El número de Froude.

Flujo sub crítico.

Cuando los efectos son aguas arriba, en forma lenta y $N_F < 1$, se tiene un movimiento en régimen lento o *Sub crítico*.

Flujo Crítico:

Sí $F=1$, Cuando las viscosidades actúan en un fluido igual a las fuerzas de gravedad y el flujo se denomina crítico.

-Si $N_F = 1$ el flujo recibe el nombre de *flujo crítico*.

Flujo súper crítico o rápido:

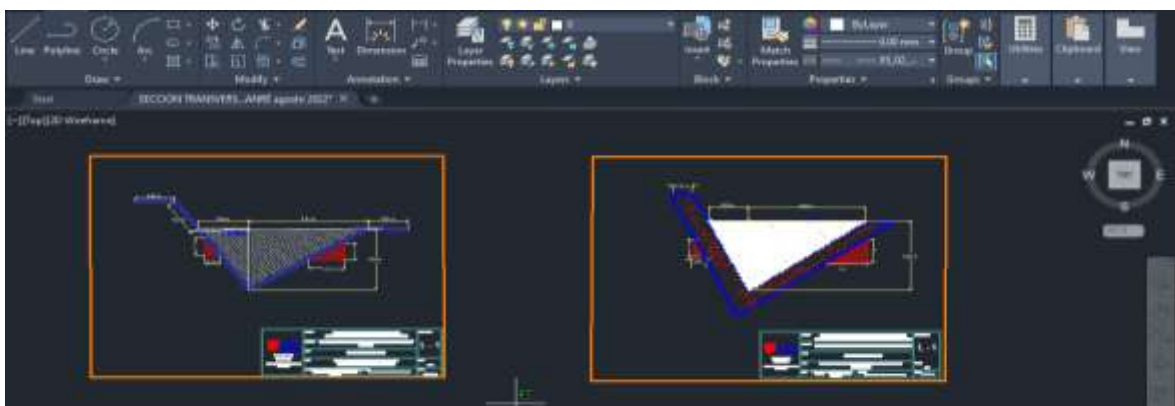
Cuando el efecto ocurre aguas abajo, finalmente si se tiene $N_F > 1$ el movimiento se lleva a cabo en régimen rápido torrencial o *supercrítico*.

$1 < 3.29$ entonces el flujo es súper crítico, porque el flujo es rápido, torrencial.

Figura N° 17: Comparaciones de caudal hidráulico y caudal hidrológico

$$\begin{array}{l} Q_H = 0.679 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_H = 679 \text{ L/s} \end{array} > \begin{array}{l} Q_h = 0.03766 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_h = 37.66 \text{ L/s} \end{array}$$

Figura N° 18: Diseño de cuneta sección transversal asimétrica-2006 y diseño de cuneta de sección transversal asimétrica-2022.



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Diferencia de secciones transversales de cuneta anterior y actual es:

- Cuneta anterior sección transversal es de: 0.15 m^3 , es menor
- Cuneta actual sección transversal es: 0.16 m^3 , es mayor.

Tabla N° 9: Descripción de cuneta triangular asimétrica del proyecto de Tesis.

N°	DESCRIPCIÓN	VALORES
1	Angulo interno de la cuneta (θ)	82°
2	Área de cuenca (A)	$82\,148 \text{ m}^2$
3	Área hidráulica (A)	0.16 m^2
4	Caudal Hidráulico (Q_H)	$0.679 \text{ m}^3/\text{s} - 679 \text{ l/s}$
5	Caudal Hidrológico (Q_h)	$0.03766 \text{ m}^3/\text{s} - 37.66 \text{ l/s}$
6	Espejo de agua (T)	0.80 m
7	Froude (F)	3.02
8	Longitud de cuneta (L)	250 m
9	Pendiente de longitud de cuneta (S)	$0.05 - 5\%$
10	Perímetro mojado (p)	1.16 m
11	Precipitación máxima (Pm)	3.67 mm/h
12	Radio hidráulico (R)	0.13 m
13	Rugosidad del material (n)	0.014
14	Talud Externo (Z_1)	$0.5 : 1$
15	Talud Interno (Z_2)	$1.5 - 1$
16	Tirante (y)	0.40 m
17	Velocidad de flujo (v)	$4,24 \text{ m/s}$

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Conteo vehicular

Es la cantidad de carros que transitan en los dos sentidos de la carretera por día, los horarios de mayor movimiento y tipos de carros para tener conocimiento el tipo de superficie de la vía.

La mayor cantidad de carros con tráfico diario en la carretera Lamas–Shanao, son las camionetas y mototaxi, dicho promedio de carros que circulan es de carros por día, estudio realizado en el mes de mayo del día 16 al 22.

Para calcular el IMDA, se utilizó los 2 factores de corrección estacional, que fue del peaje más cercano de Moyobamba, según datos de la SUTRAN: F.C.E para vehículos ligeros 1.0168 y F.C.E para vehículos pesados 1.0243

TABLA N° 10: Resultados de conteo de tráfico, mayo del 2022

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							Total semana	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Mototaxi	25	24	24	23	26	26	20	168	24	1.0168	24
Moto lineal	22	21	21	22	23	24	19	152	22	1.0168	22
Auto	19	18	17	18	20	21	20	133	19	1.0168	19
Camioneta	24	23	22	23	25	26	25	168	24	1.0168	24
Combi rural	8	6	7	7	8	7	6	49	7	1.0168	7
Camión 2E	11	9	8	8	9	10	8	63	9	1.0243	9
Camión 3E	9	7	7	8	9	12	8	60	9	1.0243	9
Total	120	109	107	110	120	127	107	793	115		115

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

Podemos observar en la información del conteo de carros, pudimos observar que los carros con más tráfico en la carretera Lamas-Shanao son las camionetas y mototaxi, siendo de mayor porcentaje de circulación, las camionetas (20,9%) y moto taxis (20,9%), que en conjunto representan el 84% de carros ligeros, en comparación con los vehículos pesados, que es 16%, lo que equivalen entre camionetas y mototaxi al 42 % del total de carros que transitan por esta vía.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: El diseño de cunetas mejorará el servicio de la carretera: Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022.

Obtenidos los resultados en esta investigación del diseño de cunetas es que mejorará el servicio de la carretera Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022, con el diseño que presentamos, obtenemos las dimensiones de la cuneta, en la que el caudal hidráulico de descarga de $0.679\text{m}^3/\text{s}$ sea mayor que el caudal hidrológico de la cuenca que es igual a $0.0376\text{m}^3/\text{s}$, en la que el valor del tirante hidráulico es de $y = 0.40\text{ m}$, sabremos las dimensiones de nuestra cuneta y son los suficientes para recibir el caudal estimado. En base a la Investigación de campo (2021) cuando no tenemos en cuenta el diseño geométrico de una cuneta puede haber problemas en el futuro, pudiendo pasar debajo de la rasante un nivel de caudal más de lo estimado y falle la cuneta con pasar del tiempo. Finalmente deducimos que nuestra hipótesis general es correcta ya que el diseño mejorará el servicio de la carretera Lamas -Shanao 04+000 al Km 05 + 000, San Martín 2022.

Hipótesis específica 1: Las dimensiones de la cuneta mejorará el servicio de la carretera Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022.

-El diseño que presentamos de las dimensiones indicadas de la cuneta, en la que el caudal hidráulico o capacidad de descarga es: $0.679\text{ m}^3/\text{s}$, o 679 L/s , es mayor que el caudal hidrológico de la cuenca que es ($0.03776\text{ m}^3/\text{s}$) o $37,76\text{ L/s}$ que quiere decir que estamos dentro del parámetro y cumple las normas. El valor del tirante hidráulico es de (0.40 m) sabemos que las dimensiones de nuestra cuneta son lo suficientes para recibir el caudal estimado.

En base a Fontalba (2015) en su tesis de investigación “Diseño de un pavimento alternativo para la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1ª etapa”. Nos indica que se debe tener en cuenta el diseño de alcantarillas, tomando en consideraciones áreas, perímetros mojados, el radio hidráulico, caudal, el espejo de agua, velocidad del flujo, el Froude, sección transversal de la cuneta triangular asimétrica. Con los respectivos cálculos de Manning y del programa de HCanales versión 3.1; el grado de inclinación de los taludes interno y externo y el ángulo de inclinación de la cuneta de 82° , resultados de laboratorio de suelos, deducimos que nuestra primera

hipótesis específica es correcta porque la dimensión de cunetas de drenaje mejorará el servicio de la carretera: Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000 San Martín, es confiable.

Hipótesis específica 2: La capacidad de la cuneta mejorará el servicio de la carretera: Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022.

En base a los resultados obtenidos durante este estudio de dimensiones y capacidad de cunetas, es útil calcular el flujo supercrítico. Esta información cuenta con los datos necesarios para un buen diseño y tener una vida útil para que pueda brindar mejores servicios dentro de los años. Según Arbulú y Andía (2019), realizaron un trabajo titulado “Diseño de infraestructura vial para mejorar los niveles de servicio para el Verde – Manchuria del km 0.000 al 14+100, tramo Jayanca”. Señalaron que es importante considerar las dimensiones requeridas en el diseño de la zanja para que pueda dar un servicio adecuado y asegurar la viabilidad; consideramos que la hipótesis es correcta, porque la capacidad de la cuneta triangular asimétrica es mayor. que la descarga de contribución de la cuenca considerada normal, lo que puede garantizar la confiabilidad, seguridad de la vía.

VI. CONCLUSIONES.

Objetivo general: Determinar cómo el diseño de cunetas mejora el servicio de la carretera: Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022.

Se determinó que el diseño de cunetas de drenaje mejora el servicio de la carretera, con esta investigación, calculamos el caudal hidráulico de la cuneta triangular asimétrica de (0.679 m³/s) o 679 L/s y el caudal hidrológico de la cuenca de (0.0376 m³/s) o 37.6 L/s, dimensiones necesarias para cunetas triangulares asimétrica de 0.40 m de tirante, y un espejo de agua de 0.80 m. Gracias a estos datos no se tendrá ningún problema ni referentes de inundaciones de la carretera en el futuro.

Objetivo específico 1: Determinar cómo las dimensiones de la cuneta mejoran el servicio de la carretera: Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022.

Se determinó que la dimensión hidráulica mejora el servicio de la carretera, sabemos que con nuestro estudio de investigación se obtuvo las dimensiones necesarias en cunetas triangulares asimétricas de tirante y = 0.40 m, espejo de agua de 0.80 m, caudal Hidráulico de 0.679 m³/s o 679 L/s, que queda da seguridad y confianza, ya que en épocas de lluvias fuertes o muy fuertes estaríamos seguros que la carretera no colapsará, debido a que las dimensiones hidráulicas calculadas con anterioridad muestran confiabilidad seguridad y confianza.

Objetivo específico 2: Determinar cómo la capacidad de la cuneta mejora el servicio de la carretera: Lamas – Shanao, Km 04+000 al Km 05+000, San Martín 2022.

Se estimó, que la capacidad de las cunetas mejora el servicio de la carretera Lamas -Shanao, esto debido a que se calculó el caudal de descarga de 0.679 m³/s, o 679 L/s, tirante hidráulico de 0.40 m, que ofrece; garantía, confiabilidad, seguridad, estabilidad en la estructura, transitabilidad y durabilidad en el servicio.

VII. RECOMENDACIONES

La aplicación con el método racional que se usa en cuencas, se recomienda áreas de (A) menor de 10 Km² para realizar cálculos de descargas máximas de diseño.

Los diseños de drenajes recomendamos a partir de estudios hidrológicos, para definir si son zonas de precipitaciones fuertes o muy fuertes, ya que las obras de arte son determinantes en la conservación y mantenimiento de la Infraestructura vial en zonas muy lluviosas.

El caudal hidrológico es de 0.0376 m³/s, tirante de $y = 0,40$ m, espejo de agua de 0.80 m. Tener en cuenta también la protección de laderas, taludes, zonas por donde se evacuarán las aguas y una limpieza de cunetas cada 6 meses.

Para proceder en diseño de cunetas, determinar el área hidráulica, recomendamos que éstas se tomen como referencias con la ecuación de Manning y el programa Hcanales Versión.3.1.

El tramo en estudio tiene una longitud de 250 m, en consecuencia, está dentro del reglamento de estudio de diseño a las longitudes máxima determinadas.

Para nuestro caso la velocidad es de $v = 4.24$ m/s (velocidades de más de 5 m/s ocasiona erosiones en revestimiento de cunetas de concreto y menores de 0,5 m/s ocasionan sedimentaciones), el Froude de 3,02 que hace que está dentro de los parámetros de flujo súper crítico o rápidos en cunetas triangulares asimétricos. Cuando el efecto ocurre aguas abajo, finalmente se tiene $N_F > 1$ el movimiento se lleva a un régimen rápido torrencial o *supercrítico*, tenemos calculado la velocidad con las dos fórmulas y el cálculo de Froude que también está dentro de los parámetros normales.

REFERENCIAS.

ARBULÚ, Adriana y ANDÍA, Isaí. Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio tramo El Verde – Manchuria km 0+000 al 14+100, Jayanca. Tesis (título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.

ASIKHIA, Monday y NKEKI, Ndidi. Mapping and Geovisualizing Topographical Data Using Geographic Information System (GIS). Magazine Journal of Geography and Geology. ISSN: 19169779

BORJA, Manuel. 2012. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo: s.n., 2012.

BUDZYNSKI, Marcin. 2017. Road Infrastructure Safety Management in Poland. POLO: Waugh Infrastructure Management, 2017.

CAMPOS, Javier. Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández-San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi. Tesis (título de ingeniero civil). Ambato: universidad Técnica de Ambato, Facultad de 179 ingeniería civil y mecánica, 2016.

CHÁVEZ Méndez, Y. (2012). La Cultura de la Prevención de Desastres Naturales en México (Doctoral dissertation).

CHANSON, H. Hydraulics of Stepped Spillways: Current Status. 2010, vol 126. n°.9. ISSN: 07339429

ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Primera Edición. Chile: Banco Interamericano de Desarrollo, 2012, pp. 137).

GÓMEZ, Roberto (2013) Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos (1ra.ed) Lima Perú: ICG.

- HERNÁNDEZ, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. (Mc Graw Hill, Ed.) (Quinta edi). México.
- HURTADO, Jacqueline. Metodología de la investigación 4ta edición, Caracas: Quirón ediciones, 2012. 790pp. ISBN: 54820-100011105.
- IVANOVA, Eva y MASAROVA, Jana. Importance of road infrastructure in the economic development and competitiveness. Magazine Economics and Management. 2015. ISSN: 2029-9338
- JAMROZ, Kazimierz, y otros. 2014. Tools for Road Infrastructure Safety Management – Polish Experiences. Transportation Research Procedia. 2014. Vol. III.
- LOZANO G, Sara f. (2018) Tipos de drenaje rural y urbano
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Red Vial Existente del Sistema Nacional de Carreteras, según Departamento: 2010-2018. Lima. 2018.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2008. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Perú: 2008.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Perú. *Manual de Drenaje: Hidrología, hidráulica, y drenaje*.
- ÑAUPAS, Jesús 2014. Metodología de investigación cuantitativa- cualitativa y redacción de tesis. Bogotá: Ediciones de Universidad de Bogotá, 2014. ISSN: 2007-2009.
- PEREIRA, Francisco. Beyond Budgeting in Civil Construction Companies. Vol. 15. n°39.2014. ISSN: 01231472

PESANTES G. "Análisis del Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, km 473.50 al km 486.70, Junín, 2017"

RNE – E-050 SUELOS Y CIMENTACIONES. 2010. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Perú, Lima: s.n., 2010.

SALIH, Jamaa, EDUM, Francis, PRICE, Andrew. Investigating the Road Maintenance Performce in Developing Countries. Vol.10.n°4. 2016. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.1123648

SAMPIERI, Roberto; COLLADO, Carlos y BAPTISTA, Lucio. 2016.

Metodología de la investigación 6° edición. México: Mac GRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES SA, 2016. p. 173. ISBN: 9781456223960.

SÁNCHEZ, Jhordin. Diseño definitivo de la carretera La Primavera – Simón Bolívar, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín. Tesis (título de ingeniero civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2018.

TORRES, Josep. Diseño de la carretera Tunaspampa – El Chito – El Chileno – cantera La Colorada, distrito de Ninabamba, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, 2017. Tesis (título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, facultad de ingeniería, 2018.

UNSM/2000-II/FIC. Tarapoto -Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2008. Manual de carreteras. Perú: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2008.

VILLÓN BÉJAR, Máximo Gerardo. Ediciones de Desarrollo de Material Bibliográfico (CDBM) Cartago Costa Rica. Febrero del 2013. Instituto Tecnológico de Costa Rica

YAÑEZ, Eric (2014). Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la av. Angamos y jr. Santa Rosa (Tesis de Pregrado), Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

YOSMILETH. A. Villasmil, P (2016) Calculo de caudal aportante a un sistema de drenaje vial superficial.

Anexos:

1.- CALICATAS

2.-PLANOS TOPOGRÁFICOS: PLANTA PERFIL, LONGITUDINAL Y SECCIONES TRANSVERSALES.

3.- MATRÍZ DE CONSISTENCIA.

4.- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Calicatas:



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

INFORME TÉCNICO
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES
DE CIMENTACIÓN - OBRAS DE ARTE



PROYECTO:
"DISEÑO DE CUNETAS PARA MEJORAR EL SERVICIO DE LA CARRETERA
DEPARTAMENTAL RUTA SM-104 TRAMO, LAMAS - EMP. PEÑAS BLANCAS
BOLIVIA) KM 04+000 AL 05+000 SAN MARTIN 2022"

UBICACIÓN:
DISTRITO : LAMAS
PROVINCIA : LAMAS
DEPARTAMENTO : SAN MARTIN
LISTAS : Bach. Juan Regulo Trigozo Ramirez
 Bach. Edgar Orlando Saavedra Espinoza

MORALES - JUNIO DEL 2022

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO
 VPP CONSTRUCIONES GENERALES E.I.R.LTDA.
 FUNDACION VPP CONSTRUCIONES GENERALES E.I.R.LTDA.
 CARRANZA 1000, MORALES, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN, BOLIVIA
 TEL: 0291 914 1000000 | www.vppconstrucciones.com | Email: info@vppconstrucciones.com

CONTACTO: J. José Clays T35 - Morales, B24-782336 - Cel: 942621008 - 942970181 - 916678851
 E-mail: vplandap@hotmail.com

Scanned by TapScanner



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Cuadro 02: Caracterización de suelos

CALICATA N°	PROF. EXCAVADA (m)	COORDENADAS UTM		ALTITUD (MSNM)	TIPO DE EXCAVACIÓN
		E	N		
Calicata N° 01 - Km 4+100 Lado Derecho	2.00 m	628507	6300780	700	Manoabrada
Calicata N° 02 - Km 4+400 Lado Derecho	2.00 m	628507	6300780	700	Manoabrada
Calicata N° 03 - Km 4+700 Lado Derecho	2.00 m	628507	6300780	700	Manoabrada

4.2 Muestras Disturbadas
 Se tomaron cuatro (04) muestras disturbadas de los niveles de suelos investigados, en cantidad suficiente, como para realizar los ensayos de cohesión y ángulo de fricción de suelos en el laboratorio.

4.3 Muestras Intactas
 Se extrajeron tres (03) muestras intactas en bloques de 0.25 x 0.25 x 0.25 m, seleccionando el material en laboratorio a profundidades de:

Cuadro 03: Muestras Intactas

CALICATA N°	PROFUNDIDAD EXTRAIDA DE LA MUESTRA INTACTA (m)
Calicata N° 01 - Km 4+100 Lado Derecho	1.00 m - Por debajo del nivel de terreno investigado, cortado y preservado.
Calicata N° 02 - Km 4+400 Lado Derecho	1.00 m - Por debajo del nivel de terreno investigado, cortado y preservado.
Calicata N° 03 - Km 4+700 Lado Derecho	1.00 m - Por debajo del nivel de terreno investigado, cortado y preservado.

Para la posterior prueba al Laboratorio de Mecánica de Suelos de V.P.P. Construcciones Generales E.I.R.L., para los ensayos de resistencia del suelo, **Cuadro 04: Registro de Excavación**

4.4 Registro de Excavación
 Paralelamente al muestreo se realizó el registro de las calicatas anotándose sus principales características como espesor, distancia humedad, compactación, plasticidad, etc.

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO
 VPP CONSTRUCIONES GENERALES E.I.R.LTDA.
 FUNDACION VPP CONSTRUCIONES GENERALES E.I.R.LTDA.
 CARRANZA 1000, MORALES, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN, BOLIVIA
 TEL: 0291 914 1000000 | www.vppconstrucciones.com | Email: info@vppconstrucciones.com

CONTACTO: J. José Clays T35 - Morales, B24-782336 - Cel: 942621008 - 942970181 - 916678851
 E-mail: vplandap@hotmail.com



Un sustrato extra de 0.90 a 2.00 m, conformado por arena lavada, en proceso de sedimentación, sustrato de consistencia muy dura, de color marrón y morado oscuro con puntos grises amarillentos, de media plasticidad con respecto al L.L. y de media plasticidad con respecto al P.P. con 86.27% de fines (donde para la malla N° 200, L.L. = 35 e I.P. = 11, de expansión media en condición normal con respecto al P.P.
Clasificación SUCS: CL y AASHTO: A-6(13).

8.0 REGISTRO GENERAL DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN CAMPO Y LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

En las exploraciones a cielo abierto, se tomó muestras tales como, alteradas e intactas, del mismo de los diferentes estratos determinados a través de las inspecciones visuales de las calicatas ejecutadas en el área en estudio, para su posterior clasificación en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Se obtuvo cuatro (04) muestras representativas de los diferentes estratos obtenidos de las excavaciones, y por ende la clasificación por inspección manual, visual, a la luz de los perfiles estratigráficos obtenidos de las calicatas ejecutadas.

8.01 Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339, 126 ASTM - D 6913M-17).

Se realizó el análisis granulométrico de las muestras obtenidas de acuerdo a la norma ASTM D-6913M-17.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro que a continuación se presenta:

Cuadro 04: Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339, 126 ASTM - D 6913M-17)

VICTOR RAUL FLORES
ING. CIVIL, C-17 (2004)
ESPECIALISTA EN INGENIERIA
SANEAMIENTO Y AMBIENTE

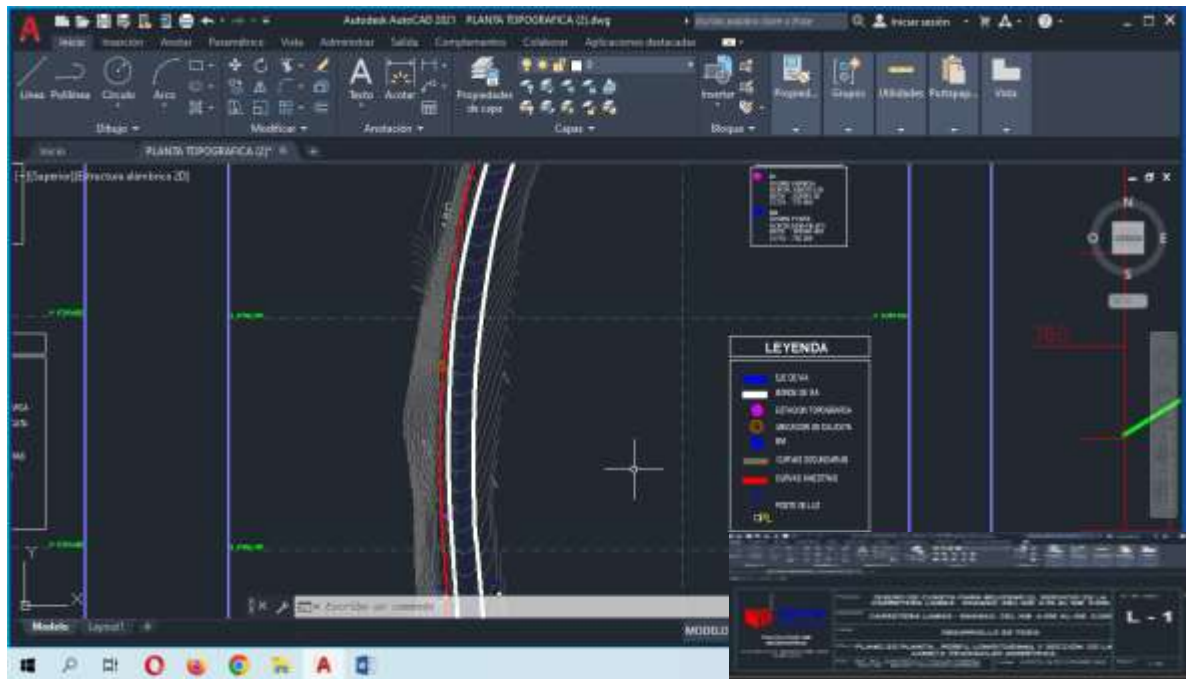
Calicata N° 01 - Km 4+700	PROFUNDIDAD (m)	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	% FINO
Lado Derecho				
MUESTRA 01	0.90 - 2.00 m	ML	A-6(7)	90.10
Calicata N° 02 - Km 4+840	PROFUNDIDAD (m)	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	% FINO
Lado Derecho				
MUESTRA 02	0.90 - 2.00 m	CL	A-6(13)	87.27

INTEGRAL S.A. de Construcción - 100022008 - Frente de Urbanización "CANTONAL" - Zona 17 - 15 - N° de Resolución: 000001-2010
Teléfono: J. José Olaya 126 - Moravia - 043-782336 - Cel: 942621088 - 942818101 - 916070801
E-mail: volorbaj@hotmai.com

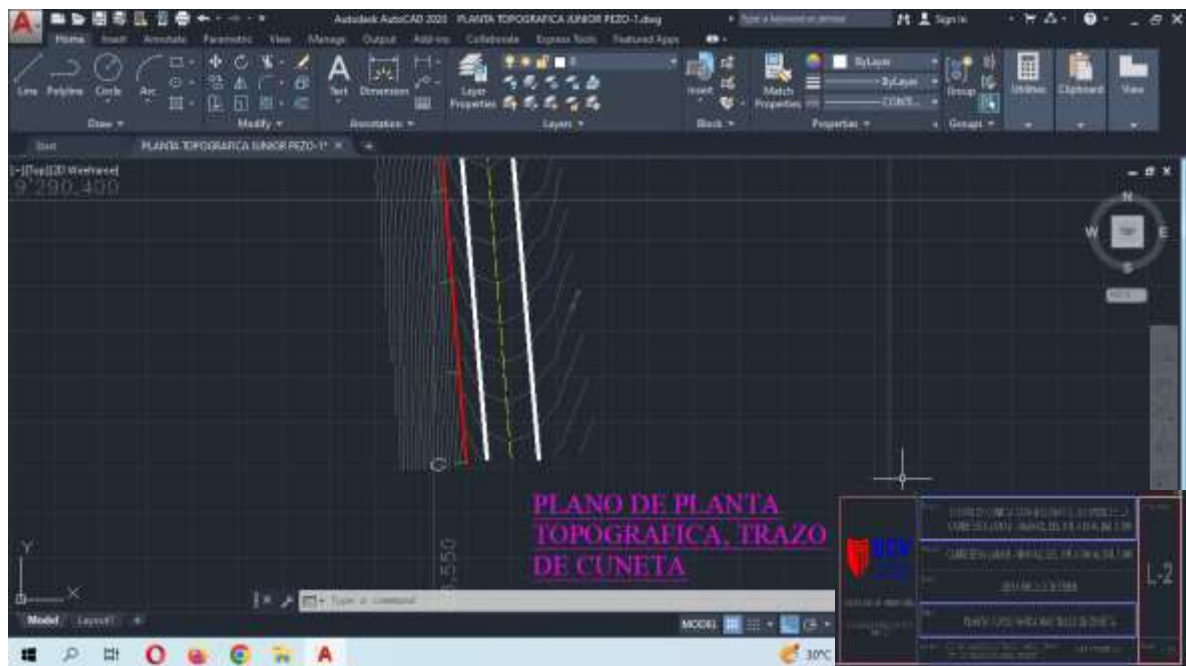


PLANOS DE PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIÓN TRANSVERSAL

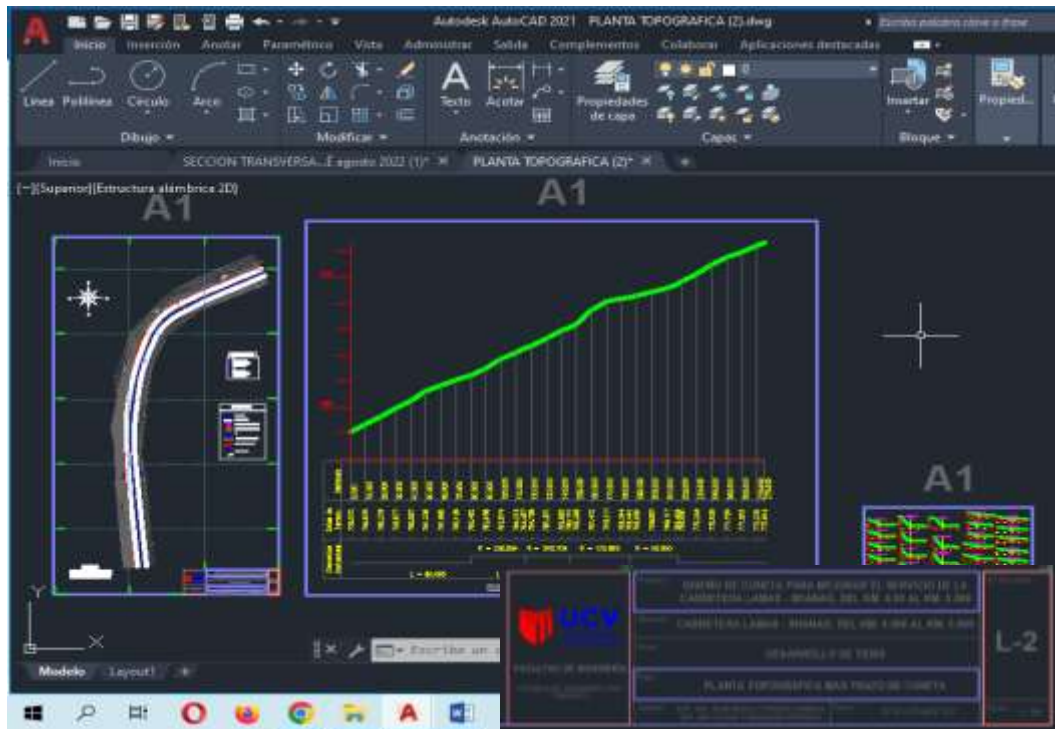
PLANO DE PLANTA 1



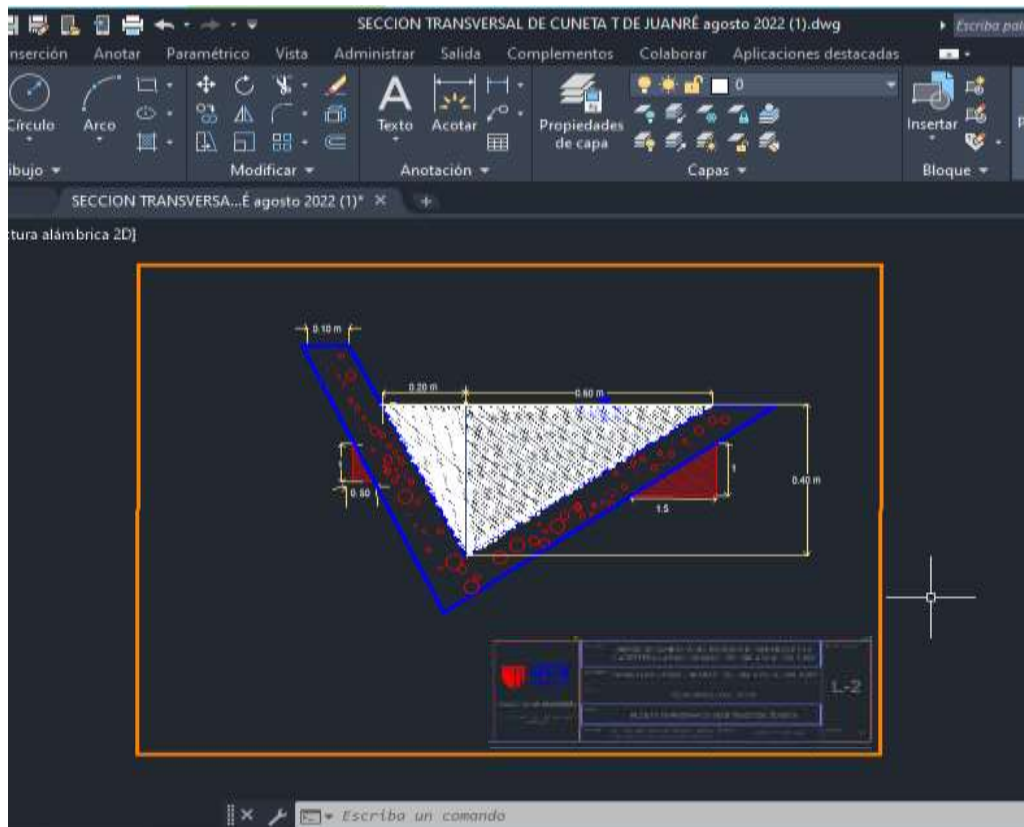
PLANO DE PLANTA 2



Y SECCION TRANSVERSAL



“DISEÑO DE CUNETA PARA MEJORAR EL SERVICIO DE LA CARRETERA LAMAS- SHANAO DEL KM 04 + 000 AL KM 05 + 000, SAN MARTÍN 2022”



MATRÍZ DE CONSISTENCIA

Título: “Diseño de cuneta para mejorar el servicio de la carretera Lamas -Shanao del km 04 + 000 al km 05 + 000, San Martin 2022”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿De qué manera el diseño de cunetas, mejora el servicio de la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022?</p>	<p>Objetivo General: Determinar como el diseño de cunetas, mejora el servicio de la carretera: Lamas–Shanao; Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022</p>	<p>Hipótesis General: El diseño de cunetas, mejorará el servicio de la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022.</p>	<p>Variable Independiente: Diseño de cunetas</p> <p>Dimensiones: -Superficial. -Estudio de suelos. -Estudio hidrológico</p>	<p>-Cunetas -Estudios topográficos -Perfil de suelos -Análisis físico y químico del suelo. -Caudal Hidrológico</p>	<p>Tipo de Investigación: -Tipo de investigación: Aplicada. -Diseño de investigación: Experimental. -Población: Conformada por los 14.180 km de cunetas.</p>	<p>-Civil 3D -AutoCAD 2021 -Ensayos de laboratorio. -Programa Hcanales.3.1 Programa Google earth Pro.</p>
<p>Problema Específico: ¿De qué manera las dimensiones de la cuneta, mejora el servicio de la carretera Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022? ¿De qué manera la capacidad de la cuneta, mejora el servicio de la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022?</p>	<p>Objetivo Específico: Determinar cómo las dimensiones de la cuneta, mejora el servicio de la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022. Determinar cómo la capacidad de la cuneta, mejora el servicio en la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022.</p>	<p>Hipótesis Específica: Las dimensiones de la cuneta, mejorará el servicio de la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km 05+000, San Martin 2022. La capacidad de la cuneta, mejorará el servicio de la carretera: Lamas–Shanao Km 04+000 al Km</p>	<p>Variable Dependiente: Servicio de la carretera.</p> <p>Dimensiones: -Dimensión hidráulica. -Nivel de servicio vial. -Capacidad de la cuneta.</p>	<p>-Caudal Hidráulico. -Capacidad de la vía. . Área tributaria . Perímetro mojado. . Radio hidráulico. . Longitud máxima de la cuneta (250m)</p>	<p>-Técnica: La técnica e instrumentos que utilizaremos son las fichas de recolección de datos y ensayos de laboratorio.</p>	<p>-Cálculo de ecuaciones mediante la fórmula de Manning. -Norma OS 060.</p>

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
Independiente Diseño de cuneta	Estos son canales que se construyen en uno o ambos lados de una autopista para drenar el agua de lluvia de las pendientes o áreas circundantes que fluyen a lo largo de la carretera. (Carrión & Orellana ,2016, p. 22)	Frecuentemente podemos diseñar diferentes tipos de cunetas, ya que esto se ve usualmente en diferentes tipos de carretera.	Superficial	Cunetas	Civil 3D AutoCAD 2021	Ordinal
			Estudio de suelos	Estudios topográficos Perfil de suelos Análisis físico y químico	Ensayos de laboratorio	Razón
			Estudio hidrológico	Caudal de diseño hidrológico	Google Earth. Calculo de ecuación.	Ordinal
Dependiente Servicio de la carretera	El servicio vehicular es la tolerancia de la carretera a un numero de transito diario según el orden de esta, se cumple cuando el cálculo de la proyección vehicular es menor a la capacidad de la vía. Aguante de la carretera a un número de transito diario. El cálculo de la proyección vehicular debe ser menor a la capacidad de la vía (Monteza y Segura, p.120, 2019).	El servicio vehicular se puede obtener mediante las características del tránsito, nivel de tráfico, IMDs, IMDa	Dimensión hidráulica	Caudal de diseño hidráulico	Calculo de ecuaciones. Hcanales3.1	Ordinal
			Nivel de servicio vial	Capacidad de la vía	Ficha de conteo vehicular	Ordinal
			Capacidad de la cuneta	Área tributaria Perímetro mojado Radio hidráulico Longitud máxima	Norma OS 060 Hcanales3.1	Ordinal

Fuente: Elaboración propia de los investigadores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño de cuneta para mejorar el servicio de la carretera Lamas, Shanao del km 4.00 al km 5.00 San Martín, 2022", cuyos autores son TRIGOZO RAMIREZ JUAN REGULO, SAAVEDRA ESPINOZA EDGAR ORLANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TARAPOTO, 12 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO DNI: 01127359 ORCID: 0000-0003-4255-5402	Firmado electrónicamente por: LCUZCOTR el 28-10- 2022 18:24:38

Código documento Trilce: TRI - 0434070