



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Diseño geométrico del camino vecinal para mejorar la transitabilidad vehicular en el
sector El Progreso Bajo, distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, región
Lambayeque”**

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

AUTOR:

Br. Víctor Manuel Herrera Murillos (ORCID: ORCID: 0000-0001-8675-020)

ASESOR:

Mgr. Ing. Carlos Javier Ramírez Muñoz (ORCID: 0000-0002-8977-586X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por estar conmigo en todo momento, darme sabiduría, guiarme, protegerme y permitirme haber llegado a este momento tan importante en mi formación profesional.

A mi querida familia, quien me dio la motivación, la fuerza y la razón para ser perseverante en mis estudios y terminar con éxito mi carrera profesional.

Víctor Manuel Herrera Murillos

Agradecimiento

A la Universidad Privada César Vallejo, mi alma mater, y a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería que contribuyeron a nuestra formación profesional.

A mi asesor por el apoyo desinteresado e incondicional que me brindó para el desarrollo y culminación del presente Proyecto Profesional.

Así mismo, hago un especial reconocimiento **a todos aquellos familiares y amigos** que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo del presente Proyecto.

Víctor Manuel Herrera Murillos

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo, **Víctor Manuel Herrera Murillos** estudiante de la Facultad de Ingeniería en la escuela académico profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Chiclayo.

Identificado con **DNI N.º 16777477**, con el trabajo de investigación titulada:

“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL SECTOR EL PROGRESO BAJO, DISTRITO DE PATAPO, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE”, declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.



Chiclayo, 31 Julio del 2020.

Víctor Manuel Herrera Murillos

DNI N.º 16777477

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	xi
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. Introducción.....	1
1.1 Realidad problemática.	1
1.2 Trabajos previos.....	2
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	3
1.4 Formulación del problema	6
1.5 Justificación del estudio.....	6
1.6 Hipótesis	6
1.7 Objetivos.....	6
II. Método.....	8
2.1 Diseño de investigación	8
2.2 Variables, operacionalización.....	8
2.3 Población y muestra.....	10
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	10
2.5 Métodos de análisis de datos	11
2.6 . Aspectos éticos.	11
III. Resultados	13
3.1 Análisis de los estudios de mecánica de suelos.	13
3.2 Diseño geométrico del camino vecinal y diseño de pavimento.....	25
3.3 Análisis de estudio hidrológico para el diseño de obras de arte.	35

3.4	Elaboración de costos y presupuestos de obra.....	70
IV.	Discusión	72
V.	Conclusiones	73
VI.	Recomendaciones	74
	Referencias.	75
	Anexos.....	77
	Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	78
	Reporte Turnitin.....	79
	Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	80
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	81

Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de Variables	9
Tabla 2: Calicata y Profundidad	13
Tabla 3: Ensayos Realizados	14
Tabla 4: Calicata C-1	14
Tabla 5: Calicata C-2	15
Tabla 6: Calicata C-3	15
Tabla 7: Calicata C-4	16
Tabla 8: Calicata C-5	16
Tabla 9: Calicata C-6	17
Tabla 10: Calicata C-7	17
Tabla 11: Calicata C-8	18
Tabla 12: Calicata C-9	18
Tabla 13: Calicata C-10	19
Tabla 14: Calicata C-11	19
Tabla 15: Calicata C-12	20
Tabla 16: Calicata C-13	20
Tabla 17: Calicata C-14	21
Tabla 18: Calicata C-15	21
Tabla 19: Calicata C-16	22
Tabla 20: Calicata C-17	22
Tabla 21: Calicata C-18	23
Tabla 22: Calicata C-19	23
Tabla 23: Cuadro Resumen de Calicatas	24
Tabla 24: Conteo de Vehículos	26
Tabla 25: Ancho de Bermas	28
Tabla 26: Ancho Mínimos de Derechos de Vía	29
Tabla 27: Inclinaciones Máximas de Taludes	30
Tabla 28: Conteo Vehicular	31
Tabla 29: Índice medio Anual	31
Tabla 30: Tráfico Total	31

Tabla 31: Análisis de Consistencia para la Estación Meteorológica.....	35
Tabla 32: Pruebas de bondad de ajuste por Kolmogorov - Smirnov.....	36
Tabla 33: Tabulación de Datos.....	37
Tabla 34: Distribuciones de mejor ajuste por los diferentes métodos estadísticos aplicados a la estación meteorológica cueva blanca.....	37
Tabla 35: Determinación de las curvas intensidad - duración y frecuencia (idf) y la intensidad máxima de diseño (mm/hr)	39
Tabla 36: Precipitaciones Máximas.....	40
Tabla 37: Corrección de Intervalos	41
Tabla 38: Duración en Horas.....	41
Tabla 39: Precipitaciones Máximas.....	41
Tabla 40: Intensidad de Lluvia	41
Tabla 41: Periodo de Retorno de 2 años.....	42
Tabla 42: Periodo de retorno de 5 años	42
Tabla 43: Periodo de retorno de 10 años	42
Tabla 44: Periodo de retorno de 25 años	43
Tabla 45: Periodo de retorno de 50 años	43
Tabla 46: Periodo de retorno de 100 años	43
Tabla 47: Periodo de retorno de 200 años	44
Tabla 48: Resumen de aplicación de Regresión Potencial.....	44
Tabla 49: Regresión Potencial.....	45
Tabla 50: Tabla de Intensidades y Duración	45
Tabla 51: Tabla de Intensidades y Duración	46
Tabla 52: Tabla de Intensidades y Duración	47
Tabla 53: Tabla de Intensidades y Duración	48
Tabla 54: Resumen de I _{max} de todos los métodos	48
Tabla 55: Coeficientes de Escorrentía Método Racional	49
Tabla 56: Cuadro de Coeficientes y Exponentes.....	50
Tabla 57: Gasto Unitario en función al Tiempo.....	50
Tabla 58: Valores escogidos por el Sistema DIPEO	51
Tabla 59: Valores Escogidos por el Método de Regionalización.....	52
Tabla 60: Caudal Aportante.....	52
Tabla 61: Resumen de Caudales por Diferentes Métodos.....	52

Tabla 62: Inclinaciones Máximas de Talud.....	53
Tabla 63: Valores asumidos para sección.....	53
Tabla 64: Área de Sección Transversal de Cuneta	53

Índice de Figuras

Figura 1: Elementos de sección transversal.....	27
Figura 2: Sección transversal.....	30
Figura 3: Obtención de S_n	33
Figura 4: Estructura del pavimento	34
Figura 5: Prueba de Bondad Ajuste K-S	37
Figura 6: Distribuciones de mejor ajuste por los diferentes métodos estadísticos	38
Figura 7: Curvas I-D-F	44
Figura 8: Curva I-D-F para un Tr de 36 años	45
Figura 9: Resultados y Gráficos I_{max} D-T	46
Figura 10: Curva I-D-F (Modelo de Grobe).....	46
Figura 11: Resultados y Gráficos I_{max} D-T	47
Figura 12: Curva I-D-F (Modelo de Frederich Bell).....	47
Figura 13: Curva I-D-F (Modelo del IILA - SENAMHI - UNI).....	48
Figura 14: Diagrama de escorrentía vs lluvia acumulada	50
Figura 15: Diagrama de coeficiente vs área de la cuenca.....	51
Figura 16: Distribución geográfica de las ecuaciones de regresión	51
Figura 17: Modelamiento de cuneta	52
Figura 18: Dimensiones mínimas de cuneta típica.....	53
Figura 19: Sección final de cuneta	54

Resumen

La presente investigación comprende el **diseño geométrico del camino vecinal para mejorar la transitabilidad vehicular en el sector El Progreso Bajo, distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, región Lambayeque**, tiene como objetivo diseñar la carretera que une las localidades de Maino – Santa Rosa – Sispucro.

La construcción de vías óptimas posee un alto nivel de importancia en cualquier situación geográfica, porque facilitan y ayuda el traslado de los habitantes de las poblaciones cercanas y de ser estos agricultores proporcionan el traslado de sus productos a las diversas ciudades; es así como se garantiza el desarrollo socioeconómico del sector, además de ofrecer un mejor acceso a las necesidades básicas y para salvaguardar el progreso de la localidad, y teniendo en cuenta los diversos fenómenos naturales que pueden ocurrir, se realizó el diseño tomando en cuenta diversos estudios como, estudio de tránsito, estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de impacto ambiental, estudio hidrológico e hidráulico y estudio de señalización; producto del análisis de estos estudios se hizo el respectivo diseño geométrico, diseño de pavimentación y diseño de alcantarillado con el fin de ejecutar una eficiente construcción vial y poder contribuir al desarrollo de las poblaciones involucradas.

Palabras claves: Diseño Geométrico, Diseño de Pavimentación, Diseño de Alcantarillado.

Abstract

The present investigation includes the geometric **design of the neighborhood to improve vehicle transitivity in the sector The Low Progress, Patapo district, Chiclayo province, Lambayeque region**, aims to design the road that joins the towns of Maino - Santa Rosa - Sispucro.

The construction of optimal roads has a high level of importance in any geographical situation, because they facilitate and help the transfer of the inhabitants of nearby towns and, if these farmers provide the transfer of their products to the various cities; this is how the socioeconomic development of the sector is guaranteed, in addition to offering better access to basic needs and to safeguard the progress of the locality, and taking into account the various natural phenomena that may occur, the design was carried out taking into account various studies such as, transit study, topographic study, study of soil mechanics, environmental impact study, hydrological and hydraulic study and signaling study; As a result of the analysis of these studies, the respective geometric design, paving design and sewage design were made in order to execute an efficient road construction and be able to contribute to the development of the populations involved.

Keywords: Geometric Design, Paving Design, Sewer Design.

I. Introducción

1.1 Realidad problemática.

Internacional.

Según Elena de la Peña en la Revista de la Universidad Politécnica de Madrid, en el año 2013, nos indica que:

En los últimos años se ha escuchado la frase “en carreteras está todo hecho”. Hay itinerarios que están pendientes, pero también hay muchas otras cosas importantes, y que es necesario actuar ante ellas cada año. En relación al ratio positivo de kilómetros de carretera que tiene España respecto a otros países europeos, se debería empezar a medir no en kilómetros sino en kilómetros de calidad. En ese sentido, está claro que se tiene autopistas que ahora mismo parece que podríamos no haber construido. (p.01).

Basados en esta realidad se elaboran proyectos de saneamiento, los mismos que se han convertido en una necesidad debido al crecimiento de la población, sobre todo en zonas urbanas; proyectos que tengan como objetivo principal otorgar de sistemas básicos de saneamiento, y más aún, garantizar a la población una mejora en sus vidas; para lograr esto, se debería considerar el cumplimiento de reglas e indicaciones técnicas vigentes a nivel nacional. (Rodríguez & Maya, 2017)

Nacional.

La calidad del agua es la importancia en el Perú, que es básico para todos los aspectos de la vida humana. Teniendo agua potable y el saneamiento apropiado, algunas enfermedades mortales se logran reducir en el Perú. (Moura, 2005).

Para el estado peruano es un gran desafío que toda la población se beneficie de los sistemas básicos de saneamiento, resaltando que el servicio cumple un rol indispensable en muchos aspectos importantes, tales como la disminución de enfermedades en la familia, la carencia

economica, dignificando a los pobladores y desarrollando la economia y proteccion del ambiente. Ante este enorme reto el Peru , asi como muchos otros paises da Latino America, inicio la reforma radical de prestacion de dichos servicios, la misma que se enmarco, a nivel nacional, en medio de un gran problema social, monetaria y salud, a causa de la aparicion de del colera, debido a las ineficientes condiciones de servicios públicos, sobre todo en zonas rurales, ocasionando multiples pérdidas de vidas humanas. (Ruiz, 2010)

Local.

El Camino Vecinal del Sector El Progreso Bajo, sufren en tiempos de arremetidas de Lluvias, sobre todo en las viviendas que se sitúa en lugares donde la deposición de aguas es defectuosa. En esta franja la formación de lodo permite la propagación de cuerpos que transfieren diversas enfermedades como el dengue, entre otros. La generación de polvo en periodos no lluviosos, las pocas construcciones viales tienen también consecuencias negativas en tiempos donde no existen lluvias, pues el tráfico vehicular y la apariencia de vientos fuertes propician la propagación de polvo que afectan la salud de los pobladores manifestándose en enfermedades respiratorios y de los órganos visuales. La carencia de estructuras viales pone en riesgo a la población que circulan hacia los diferentes lugares, en particular a los niños y persona de una edad avanzada.

1.2 Trabajos previos

Internacional.

Según Covarrubia, tuvo como objetivo definir las localidades que necesiten la colocación de un sistema de redes de agua, en el área conformada por la Región Metropolitana, así como conformar un plan que priorice la inserción para poblaciones rurales, estableciendo como resultado que cerca al 50% de casos contienen un índice de prioridad bajo (< 0.3), aunque esto se refleje en la mayoría de las provincias, por el contrario en algunas localidades el índice baja hacia un 30% y un 20% representa las localidades con una alta primacía, concluyendo que el estado de Chile debería priorizar la instalación de agua potable en las zonas con escasos recursos, no debiendo negar los ingresos de capitales privados que

establece la norma de la SISS (Superintendencia de servicios sanitarios), frente a territorios urbanos. (Covarrubia, 2015)

Nacional.

Según Molero, la problemática, que pobladores en Yarau aún no tienen agua apta para consumo; como consecuencia usan el líquido extraído en pozos, de lo cual se extrae; como resultado, mediante estudio en campo y gabinete se obtiene que existen 65 familiar con una población total de 272 hab., de los cuales 56 son niños menores de cinco años, Con su densidad poblacional de 4.05 hab/viviendas. En conclusión, se propone crear la red de saneamiento, esto cambiará por completo la manera de vivir de los habitantes y disminuirá el riesgo de contraer enfermedades, el diseño contiene un tanque de almacenamiento de 10in', una red de tuberías que se encargan de conducir y distribuir el agua para 378 hab. Siendo el 2035 el año proyectado, finalmente el presupuesto asciende a S/1 554 628.96. (Molero, 2012)

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Estudio de transito

A través del estudio de tráfico y seguridad vial se busca dotar a los especialistas, de elementos necesarios para la determinación de la caracterización de la vía, determinar los parámetros característicos de la misma, para que en base a ellos efectuar los diseños que correspondan, así como efectuar la evaluación económica entre otros.

La demanda de tráfico forma los siguientes componentes:

- Volúmenes de tráfico que en la actualidad se desplazan sobre la vía existente con orígenes y destinos dentro y fuera de ella.
- Trafico que genera la actividad productiva en las zonas de influencia directa e indirecta que con el tiempo sufrirá incrementos por actividades naturales de la población y provocados por financiamientos a proyectos que se ejecuten en el horizonte del proyecto.

1.3.2 Estudio de topográfico

El Estudio Topográfico tienen por objetivo hacer un reconocimiento de campo que consiste en descubrir cuáles son las rutas o caminos más convenientes, se debe tomar en cuenta que, se elegirá la mejor opción en cuanto esta, evitando de esta manera la mayor posibilidad de poner curvas, así también de esta manera, se efectuara un sobreebanco en la sección que se establezca, según resultado estudio de IMDA, por último es de vital importancia conocer las diferencias a niveles de alturas, en los diferentes tramos o sectores, dependiendo si el vehículos requiera ascender o en todo caso descender.

1.3.3 Estudio de mecánica de suelos

El Estudio de Mecánica de Suelos consiste en realizar calicatas, consiste en realizar un hoyo con dimensiones de aproximadamente un metro establecido como ancho y también de profundidad, claro está que dependerá del tipo de proyecto que se va a ejecutar. Estas excavaciones traspasan el suelo o la roca que se encuentra, de tal forma de obtener muestras de estas, para luego ser procesadas en un laboratorio especializado. En general, las calicatas se realizan hasta profundidades variables de 1,5m a 4,5m.

1.3.4 Estudio de impacto ambiental

Para este estudio se tendrán en cuenta los centros poblados por dónde pasa la carretera, así como las alcantarillas y terrenos de cultivo, con el fin de tener una mejor evaluación y manejo ambiental.

1.3.5 Estudio hidrológico

Las aguas superficiales producto de las precipitaciones pluviales o afloramientos tienen que ser adecuadamente manejadas o controladas a través de estructuras hidráulicas en la estructura vial, con el propósito de brindar un

adecuado servicio de transporte. Para el dimensionamiento, primero se debe determinar caudales de diseño usando los métodos hidrológicos, luego se procede a dimensionar la estructura en estudio. La zona de estudio, debe contar con registros de precipitaciones

1.3.6 Estudio de señalización

Actualmente en la vía no existe señalización horizontal ni vertical, representando un peligro, sobre todo en horario nocturno. El estudio de señalización permite conocer y colocar las señales pertinentes durante la ejecución de la obra y post-ejecución de obra, luego de que se haya culminado la construcción de la carretera las señales pertinentes que indican que están en ejecución de obra deben ser retiradas.

1.3.7 Diseño geométrico

El diseño Geométrico de la carretera, es un cálculo el cual posee mucha importancia, porque del correcto diseño, se ejecutará una carretera en el proyecto, se debe realizar tomando en cuenta que será para el beneficios de poblaciones o comunidades que es casi imposible su acceso y comunicación, se debe tener en cuenta los factores que componen a este, entonces se debe seguir las pautas que dicho reglamento dicta, para obtener una vía conforme a seguridad y comodidad.

1.3.8 Diseño de alcantarillado

El diseño de alcantarillado es de vital importancia porque forma parte del diseño que se ejecuta en carretera, debido a que en época de lluvias el agua penetra en estas, lo cual ocasiona desgaste, es por eso que a la par se ejecuta también un diseño de alcantarillado. Este estudio tiene como finalidad hallar el caudal que se pueda generar producto de la lluvia en la zona del pavimento, se debe considerar un periodo de retorno para construir los drenajes superficiales.

1.4 Formulación del problema

¿Podrá el diseño del camino vecinal mejorar la transitabilidad vehicular del sector el progreso bajo, distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, región Lambayeque?

1.5 Justificación del estudio

Las vías de comunicación forman parte fundamental e indispensable en el crecimiento y desarrollo de todo país, mejorando la accesibilidad geográfica, el progreso de capacidades y la inserción social, entre las mejoras que se pueden divisar son:

- Disminución de tiempos de viajes y menores costos de mantenimiento vehicular.
- Nuevas oportunidades para el mercado; lo que sobrelleva al crecimiento de los productos de la zona, así como nuevas oportunidades que demandan actualmente.
- Renovación de las empresas de transporte, así como de las actividades comerciales similares a estos rubros.
- Más acercamiento intercultural entre las localidades.
- Mayor Acceso de los pobladores a servicios de salud y educación gracias a la disminución de recorrido entre localidades.

1.6 Hipótesis

El diseño del camino vecinal del sector del progreso, del distrito de Patapo, beneficiara a las pobladoras al contar con un mejor acceso y transitabilidad vehicular entre sus vías.

1.7 Objetivos

Objetivo General:

Elaborar el diseño geométrico del camino vecinal del sector El Progreso Bajo, distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo.

Objetivos específicos:

- Analizar los estudios de mecánica de suelos correspondientes para sustentar el diseño para la construcción de la carretera.
- Calcular y establecer criterios para el diseño geométrico de la carretera y el diseño de Pavimentos.
- Análisis de estudio hidrológico para el diseño de obras de arte a lo largo del proyecto.
- Elaboración de costos y presupuestos.

II. Método

2.1 Diseño de investigación

Para el diseño de la Investigación se utilizó un diseño cuasiexperimental, estos estudios se enfocan en la ejecución de trabajos de experimentales y en el uso de software en conjunto. Cabe mencionar que los diseños cuasiexperimentales ofrecen evidencia contundente para las conclusiones y resultados obtenidos del proyecto.

2.2 Variables, operacionalización

Variable dependiente: Diseño geométrico de la carretera

Variable Independiente: Clasificación de carreteras, Velocidad de diseño, distancias de visibilidad, pendiente.

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
V.I Diseño geométrico y pavimentos flexible	El Diseño geométrico de carreteras es la práctica de ingeniería civil que consiste en disponer el trazado de una carretera. Pavimento: Estructura integrada de las capas de sub. Base, base y carpeta, colocadas sobre la subrasante destinadas a sostener las cargas vehiculares.	Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano	Capa de Rodadura Capa Base. Capa Sub-base Suelo Compactado Subrasante. Sub-drenaje longitudinal Revestimiento de Hombreras Sub-base de Hombreras	Ordinal
V.D Transitabilidad de la Vía	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	Posibilidad de trasladarse de un lugar a otro a lo largo de vías o parajes públicos	Usuarios Vehículo camino	Ordinal

Fuente: Elaboración Propia.

2.3 Población y muestra.

Población: La población es el diseño Geométrico del camino vecinal del sector El Progreso Bajo, distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo.

Muestra: La muestra es el sector El Progreso Bajo, distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas de Recolección de Datos

- Observación Directa: Se recogerá información para la elaboración y formulación del proyecto, porque permitirá al investigador observar y recoger datos, productos de su observación.
- Encuesta: Con esta técnica se obtendrá los datos necesarios, esto permitirá la recopilación de datos para lograr.
- Análisis de Datos: Servirá para interpretar y procesar la información recolectada del área del estudio, la cual enfoca los datos obtenidos, conforme a las variables estudiadas y los cruces de información generada.

Instrumento de Recolección de Datos

- Guía de Observación: Se realizó tomando en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos.
- Guía de análisis de documentos: Se realizó tomando en cuenta la normativa vigente.

Validez y confiabilidad de Instrumentos

- Software: Se utilizaron programas libres para analizar y procesar los datos.
- Equipos Topográficos: Estación Total, Prisma, Trípode, Nivel, GPS, Brújula.

2.5 Métodos de análisis de datos

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables. Se relacionan las puntuaciones recolectadas de una variable, con las puntuaciones obtenidas de la otra, con los mismos participantes. (Hernández, Fernández & Baptista, 2011)

- ✓ **Media Aritmética:** Es el puntaje en una distribución que corresponde a la suma de todos los puntajes dividida entre el número total de sujetos.
- ✓ **Desviación Estándar:** Es una medida de variabilidad basada en los valores numéricos de todos los puntajes.
- ✓ **Nivel de significación:** Al 0.05, que indica un nivel de confianza del 95%, tanto para las correlaciones simples como para las diferencias y regresiones múltiples encontradas.

2.6 . Aspectos éticos.

- Beneficencia: En este principio lo que se busca es mejorar sus situaciones sociales de su población, por la falta de un sistema de alcantarillado, este principio está relacionado a promover el bien, buscando el bienestar público y mejora de la salud o alivio del sufrimiento.
- Respeto de la privacidad: En este principio se respetará el derecho de autor, en lo cual nos servirá de apoyo para la elaboración del proyecto, este principio lo que se busca es proteger la privacidad y la información brindada.

- **Confidencialidad De Información:** En este principio lo que se pretende es no revelar la información adquirida por la población, garantizando que esta, no sea de acceso disponible para personas que no cuenten con la autorización correspondiente, con la finalidad de no generar problemas y/o conflictos entre pobladores, como también en la elaboración del proyecto, este principio lo que busca es proteger la elección autónoma y el derecho de una persona a decidir si quiere o no participar de una investigación.

III. Resultados

3.1 Análisis de los estudios de mecánica de suelos.

Se realizaron 19 calicatas, las cuales, se hicieron con la finalidad de ver como se encuentra el terreno. La profundidad alcanzada de todas las calicatas es de 1.50 m.

Tabla 2: Calicata y Profundidad

CALICATA	PROFUNDIDAD
C-01	-1.50 m
C-02	-1.50 m
C-03	-1.50 m
C-04	-1.50 m
C-05	-1.50 m
C-06	-1.50 m
C-07	-1.50 m
C-08	-1.50 m
C-09	-1.50 m
C-10	-1.50 m
C-11	-1.50 m
C-12	-1.50 m
C-13	-1.50 m
C-14	-1.50 m
C-15	-1.50 m
C-16	-1.50 m
C-17	-1.50 m
C-18	-1.50 m
C-19	-1.50 m

Fuente: Elaboración Propia

Ensayos de laboratorio

Las pruebas efectuadas son las siguientes:

Tabla 3: Ensayos Realizados

Análisis granulométrico por tamizado	AASHTO T 88
Límites de Atterberg	ASTM D 4318
Clasificación de Suelos	AASHTO M 145, ASTM D 2487
Humedad Natural	ASTM - D 2216
Proctor Modificado	AASHTO T 180
California Bearing Ratio (CBR)	AASHTO T 193
Contenido de Sales Solubles	ASTM - C114

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de resultados calicata c-1

M – 1 (0.10m – 1.50m)

Tabla 4: Calicata C-1

CALICATA C-1	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(5)
Contenido de Humedad	13.65%
Límite Líquido	25.85%
Límite Plástico	17.35%
Índice de Plasticidad	8.50%

Fuente: Elaboración Propia

M – 2 (0.30m – 1.50m)

Tabla 5: Calicata C-2

CALICATA C-2	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla de baja Plasticidad con arena
SUCS	CL
AASHTO	A-4(8)
Contenido de Humedad	16.65%
Limite Liquido	25.91%
Limite Plastico	16.73%
Indice de Plasticidad	9.18%

Fuente: Elaboración Propia

M – 3 (0.10m – 1.50m)

Tabla 6: Calicata C-3

CALICATA C-3	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla de baja Plasticidad con arena
SUCS	CL
AASHTO	A-4(5)
Contenido de Humedad	10.59%
Limite Liquido	21.58%
Limite Plastico	13.51%
Indice de Plasticidad	8.07%

Fuente: Elaboración Propia

M – 4 (0.10m – 1.50m)

Tabla 7: Calicata C-4

CALICATA C-4	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arena pobremente Graduada con Limo
SUCS	SP-SM
AASHTO	A-3(0)
Contenido de Humedad	13.04%
Límite Líquido	N.P
Límite Plástico	N.P
Índice de Plasticidad	N.P

Fuente: Elaboración Propia

M – 5 (0.10m – 1.50m)

Tabla 8: Calicata C-5

CALICATA C-5	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arena limo Arcillosa
SUCS	SC-SM
AASHTO	A-4(2)
Contenido de Humedad	10.58%
Límite Líquido	23.33%
Límite Plástico	16.67%
Índice de Plasticidad	6.66%

Fuente: Elaboración Propia

M – 6 (0.10m – 1.50m)

Tabla 9: Calicata C-6

CALICATA C-6	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla de baja Plasticidad con arena
SUCS	CL
AASHTO	A-6(8)
Contenido de Humedad	14.60%
Limite Liquido	28.80%
Limite Plastico	17.85%
Indice de Plasticidad	10.94%

Fuente: Elaboración Propia

M – 7 (0.10m – 1.50m)

Tabla 10: Calicata C-7

CALICATA C-7	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla de baja Plasticidad con arena
SUCS	CL
AASHTO	A-4(8)
Contenido de Humedad	14.84%
Limite Liquido	25.75%
Limite Plastico	15.85%
Indice de Plasticidad	9.91%

Fuente: Elaboración Propia

M – 8 (0.10m – 1.50m)

Tabla 11: Calicata C-8

CALICATA C-8	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla de baja Plasticidad con arena
SUCS	CL
AASHTO	A-4(9)
Contenido de Humedad	13.27%
Límite Líquido	27.97%
Límite Plástico	18.11%
Índice de Plasticidad	9.86%

Fuente: Elaboración Propia

M – 9 (0.10m – 1.50m)

Tabla 12: Calicata C-9

CALICATA C-9	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja Plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(7)
Contenido de Humedad	9.25%
Límite Líquido	27.21%
Límite Plástico	17.92%
Índice de Plasticidad	9.29%

Fuente: Elaboración Propia

M – 10 (0.10m – 1.50m)

Tabla 13: Calicata C-10

CALICATA C-10	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arena arcillosa
SUCS	SC
AASHTO	A-4(3)
Contenido de Humedad	15.40%
Limite Liquido	23.64%
Limite Plastico	16.05%
Indice de Plasticidad	7.59%

Fuente: Elaboración Propia

M – 11 (0.10m – 1.50m)

Tabla 14: Calicata C-11

CALICATA C-11	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(6)
Contenido de Humedad	11.69%
Limite Liquido	25.11%
Limite Plastico	16.46%
Indice de Plasticidad	8.65%

Fuente: Elaboración Propia

M – 12 (0.10m – 1.50m)

Tabla 15: Calicata C-12

CALICATA C-12	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-6(7)
Contenido de Humedad	13.57%
Limite Liquido	30.44%
Limite Plastico	18.41%
Indice de Plasticidad	12.03%

Fuente: Elaboración Propia

M – 13 (0.10m – 1.50m)

Tabla 16: Calicata C-13

CALICATA C-13	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-6(6)
Contenido de Humedad	14.08%
Limite Liquido	30.25%
Limite Plastico	19.38%
Indice de Plasticidad	10.87%

Fuente: Elaboración Propia

M – 14 (0.10m – 1.50m)

Tabla 17: Calicata C-14

CALICATA C-14	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-6(8)
Contenido de Humedad	9.48%
Limite Liquido	32.06%
Limite Plastico	19.38%
Indice de Plasticidad	12.68%

Fuente: Elaboración Propia

M – 15 (0.10m – 1.50m)

Tabla 18: Calicata C-15

CALICATA C-15	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(6)
Contenido de Humedad	10.13%
Limite Liquido	29.12%
Limite Plastico	19.00%
Indice de Plasticidad	10.12%

Fuente: Elaboración Propia

M – 16 (0.10m – 1.50m)

Tabla 19: Calicata C-16

CALICATA C-16	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(6)
Contenido de Humedad	19.00%
Limite Liquido	29.89%
Limite Plastico	15.20%
Indice de Plasticidad	14.69%

Fuente: Elaboración Propia

M – 17 (0.10m – 1.50m)

Tabla 20: Calicata C-17

CALICATA C-17	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-6(7)
Contenido de Humedad	14.48%
Limite Liquido	29.41%
Limite Plastico	17.27%
Indice de Plasticidad	12.14%

Fuente: Elaboración Propia

M – 18 (0.10m – 1.50m)

Tabla 21: Calicata C-18

CALICATA C-18	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(6)
Contenido de Humedad	9.28%
Limite Liquido	27.94%
Limite Plastico	19.04%
Indice de Plasticidad	8.90%

Fuente: Elaboración Propia

M – 19 (0.10m – 1.50m)

Tabla 22: Calicata C-19

CALICATA C-19	
Profundidad	1.5 m.
Sub-Estrato	Arcilla arenosa de baja plasticidad
SUCS	CL
AASHTO	A-4(6)
Contenido de Humedad	15.60%
Limite Liquido	29.18%
Limite Plastico	19.51%
Indice de Plasticidad	9.67%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Cuadro Resumen de Calicatas

CALICATA	MUESTRA	PROFUND. (m)	AASHTO	SUCS
C-01	M-1	0.10-1.50	A-4 (5)	CL
C-02	M-2	0.30-1.50	A-4 (8)	CL
C-03	M-1	0.10-1.50	A-4 (5)	CL
C-04	M-1	0.10-1.50	A-3 (0)	SP-SM
C-05	M-1	0.10-1.50	A-4 (2)	SC-SM
C-06	M-1	0.10-1.50	A-6 (8)	CL
C-07	M-1	0.10-1.50	A-4 (8)	CL
C-08	M-1	0.10-1.50	A-4 (9)	CL
C-09	M-1	0.10-1.50	A-4 (7)	CL
C-10	M-1	0.10-1.50	A-4 (3)	SC
C-11	M-1	0.10-1.50	A-4 (6)	CL
C-12	M-1	0.10-1.50	A-6 (7)	CL
C-13	M-1	0.10-1.50	A-6 (6)	CL
C-14	M-1	0.10-1.50	A-6 (8)	CL
C-15	M-1	0.10-1.50	A-4 (6)	CL
C-16	M-1	0.10-1.50	A-4 (6)	CL
C-17	M-1	0.10-1.50	A-6 (7)	CL
C-18	M-1	0.10-1.50	A-4 (6)	CL
C-19	M-1	0.10-1.50	A-4 (6)	CL

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Diseño geométrico del camino vecinal y diseño de pavimento.

- **Diseño geométrico**

A continuación, se detalla las características técnicas según el Manual DG- 2018 para el estudio del tramo:

Tramo I = 3+610.00

Tramo II = 0+097.53

Tramo III = 0+461.48

Tramo IV = 0+375.42.

Clasificación de la carretera

- ✓ **Clasificación por demanda**

Según el IMDA (Índice Medio Diario Anual) obtenido con el estudio de tráfico que fue de 52 veh/día, le corresponde una carretera de tercera clase con calzada de dos carriles de 3.00 metros de ancho como mínimo.

- ✓ **Clasificación por orografía**

Para esta clasificación predominan las pendientes superiores al 8%, por lo tanto, le corresponde una orografía tipo 4 (terreno escarpado).

Criterios y controles básicos para el diseño geométrico

- ✓ **Vehículo de diseño**

Para la tesis, la cantidad que se presentaron por días son:

Tabla 24: Conteo de Vehículos

Tipo de vehiculo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Cantidad de vehiculos por día						
Automovil	33	18	6	5	9	8	11
Camioneta 4 x 4	10	9	5	5	7	14	6
Combi	17	12	6	13	18	7	10
Camión 2E	23	20	16	16	18	14	15
TOTAL	83	59	33	39	52	43	42

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Velocidad de diseño**

Para el caso de la presente tesis a partir de la velocidad de diseño de 30 Km/h, le corresponde un rango de velocidad media entre 25.50 Km/h a 28.50 Km/h y cuya media es de 27.00 Km/h.

✓ **Distancia de visibilidad**

Para el presente estudio le corresponde una distancia de visibilidad de paso de 110 metros correspondiente a la velocidad de diseño de 30 Km/h.

Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal

✓ **Diseño geométrico en planta**

a. Consideraciones de diseño

Para este caso será de 3 veces la velocidad de 30 Km/h, equivalente a 30 metros, y respecto a la deflexión máxima aceptable sin curva circular se considerará lo indicado en la siguiente tabla, definiéndose para el caso de la presente tesis un valor de deflexión máximo de $2^{\circ}30'0''$.

b. Curvas circulares

Para la presente tesis el radio mínimo será de 25 metros según la tabla 302.02. Además, con la velocidad de diseño de 30 Km/h el peralte máximo será de 12%.

c. Elementos y características de la curva de transición

Para el presente estudio se prescindirá de una curva de transición para radios menores o iguales a 55 metros.

✓ Diseño geométrico en perfil

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

✓ Diseño geométrico de la sección transversal

a. Elementos de la sección transversal

Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto.

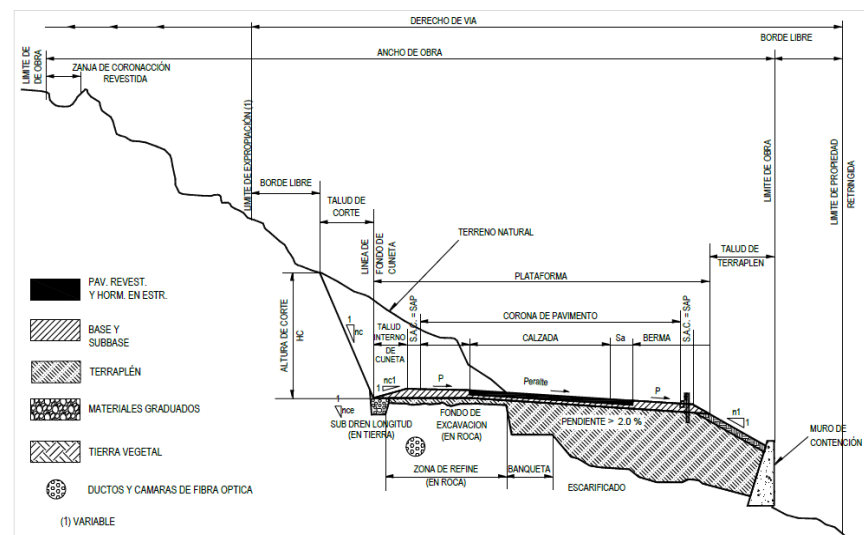


Figura 1: Elementos de Sección Transversal
Fuente: MTC

b. Calzada o superficie de rodadura

Para la presente tesis le corresponde un ancho de calzada de 6.00 metros, para una velocidad de 30 Km/h y una orografía tipo 4.

c. Bermas

Según lo indicado en la tabla 25 le corresponde un ancho de 0.50 metros.

Tabla 25: Ancho de Bermas

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

Fuente: MTC

d. Bombeo

Como la precipitación es menor a 500 mm/año cuya superficie será de pavimento asfáltico le corresponde un bombeo de 2%.

e. Peralte

Para la presente tesis le corresponde un peralte absoluto de 12%, un peralte normal de 8%

f. Derecho de vía o faja de dominio

Según la tabla 26, para la presente tesis le corresponde un ancho mínimo de derecho de vía de 16.00 metros, pudiendo incrementarse hasta 5.00 metros donde existan obras de arte proyectadas a lo largo de la vía.

Tabla 26: Ancho Mínimos de Derechos de Vía

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

Fuente: MTC

g. Taludes

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes, dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

Para la presente tesis se emplearán taludes en corte de 1:1 y en relleno 1:1.50, debido a que el tipo de suelo es limo arcilloso (CL) según clasificación SUCS y clasificación AASHTO corresponde en su mayoría a un A-4(9) y A-6(9).

h. Cunetas

Según lo indicado para el presente estudio, para una precipitación entre 400 mm/año a 1600 mm/año, le corresponde una profundidad de cuneta de 0.30 metros y ancho de 0.75 metros.

Tabla 27: Inclinaciones Máximas de Taludes

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

Fuente: MTC

i. Sección transversal típica de diseño

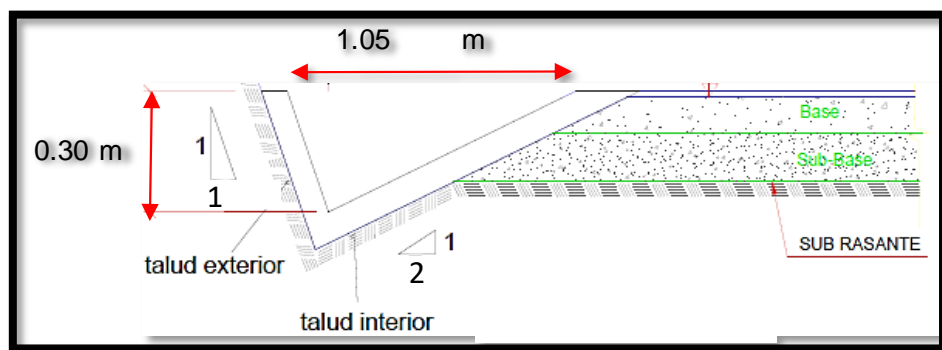


Figura 2: Sección Transversal
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Diseño pavimento

- a) **Determinación de Tránsito Actual:** Se muestra el conteo vehicular realizado en la siguiente tabla:

Tabla 28: Conteo Vehicular

Tipo de vehiculo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	1	3	2	3	3	3	3
Camioneta 4 x 4	9	8	10	9	13	8	9
Combi	0	3	1	4	0	0	8
Micro							
Camión 2E	5	1	5	11	6	6	4
Camión 3E	6	2	2	5	0	2	2
Camión 4E							
TOTAL	21	17	20	32	22	19	26

Fuente: Elaboración Propia

- **IMDA:** El índice medio anual se muestra obtenido es el siguiente:

Tabla 29: Índice medio Anual

Tipo de vehiculo	Total de la semana	IMD _s	FC	IMD _a
Automovil	18	2.57	0.9749	3.00
Camioneta 4 x 4	66	9.43	0.9749	9.00
RURAL Combi	16	2.29	0.9749	2.00
Micro	0	0.00	0.9749	0.00
Camión 2E	38	5.43	1.1745	6.00
Camión 3E	19	2.71	1.1745	3.00
Camión 4E	0	0.00	1.1745	0.00
TOTAL	157	22.43	1.1745	23.00

Fuente: Elaboración Propia

b) Diseño del Pavimento Flexible:

- **Factor de Crecimiento:** Se considerar como Factor de Crecimiento el 3%, según lo indicado en el Manual de Construcción y Pavimento. El periodo de Diseño considerado es de 10 años, por tanto, el Factor de Crecimiento será de 11.46.
- **Tráfico Total (W18):** El tráfico total obtenido es el siguiente:

Tabla 30: Tráfico Total

Tipo de vehiculo	Vehiculos Diarios	Vehiculos Anual	Factor camion	ESAL Anual	Factor de crecimiento	ESAL IMDA Diseño
Vehiculo ligero (autos, camionetas)	14	5110	0.9749	4981.97	11.46	57112.74
Camion ligero de 02 ejes	6	2190	0.9749	2135.13	11.46	24476.89
Camion mediano de 03 ejes	3	1095	0.9749	1067.57	11.46	12238.44
Camion pesado de 04 ejes	0	0	1.1745	0.00	11.46	0.00
Total	23	8395		8184.67		93828.08

Fuente: Elaboración Propia

Se considerará como un Factor de distribución Direccional de 0.5, y como Factor de Distribución de Carril a 1, por tanto, el valor de Total del Tráfico (W_{18}), es de 46914.04.

- **Factor de Confiabilidad (R):** Se considerará como factor de confiabilidad, el 65 %, según lo establecido en las guías AASHTO.
- **Desviación Estándar “Zr”:** Este valor será considerado después de obtener el Factor de Confiabilidad, en este caso, se considerará una desviación estándar de -0.385.
- **Desviación Estándar Combinada (S₀):** Este valor se determina según el tipo de pavimento elegido o determinado, en nuestro caso la desviación estándar combinada es de 0.45.
- **Pérdida de Serviciabilidad "ΔPSI":** La pérdida de Serviciabilidad se obtiene a través de la diferencia de Serviciabilidad Inicial con la Serviciabilidad Final, en nuestro caso estos valores, se obtendrán según tablas de la Guía AASHTO, se tomará como serviciabilidad inicial de 3.8, y como serviciabilidad final de 2, por tanto, la pérdida de serviciabilidad se obtendrá de la diferencia que es de 1.8.

- **Determinación del Número Estructural Calculado:** Para determinar este valor, se debe de considerar el CBR obtenido, que es de 9.85%, y el módulo resiliente, que es de 10610.15 psi.

Figura 3: Obtención de Sn
Fuente: Elaboración Propia

Por tanto, el Sn obtenido es de 1.83.

- **Determinación del número estructural propuesto:** Para nuestro proyecto, este valor es obtenido a través de la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

- a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
- d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
- m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

El Sn considerado para el diseño es de 3.247, tomando en cuenta que se cumple con lo siguiente, que el Sn propuesto, debe ser mayor que el Sn calculado.

- **Diseño final:** Se muestra a continuación el diseño final, para el pavimento.

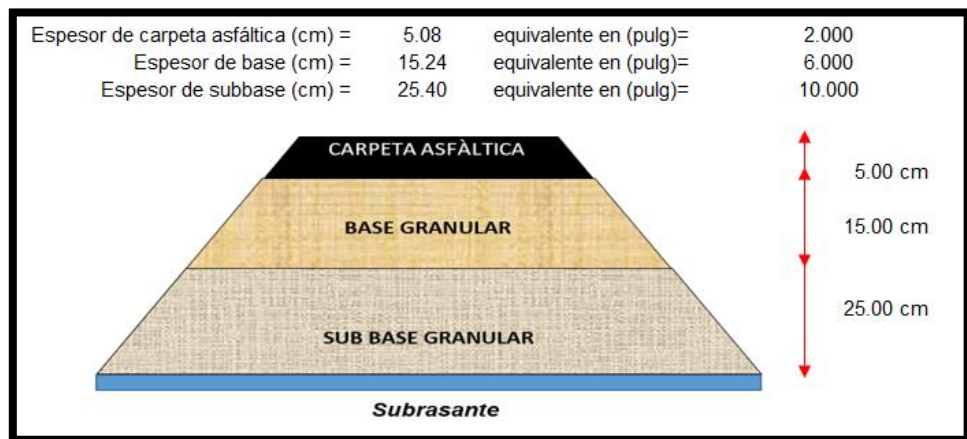


Figura 4: Estructura del Pavimento

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Análisis de estudio hidrológico para el diseño de obras de arte.

3.3.2 Diseño de estructuras de drenaje

Tabla 31: Análisis de Consistencia para la Estación Meteorológica

m (orden)	Pmax (mm)	Pmax ord (mm)	P acum (mm)
1	23.73	19.10	19.10
2	33.90	23.73	42.83
3	64.41	24.97	67.80
4	96.05	27.69	95.49
5	40.12	28.36	123.85
6	28.82	28.70	152.55
7	27.69	28.70	181.25
8	45.20	28.82	210.07
9	85.32	28.82	238.88
10	63.85	29.83	268.71
11	56.50	30.28	299.00
12	86.45	30.62	329.62
13	70.63	32.32	361.94
14	97.75	33.90	395.84
15	67.80	33.90	429.74
16	67.57	34.24	463.98
17	53.68	34.35	498.33
18	28.36	36.16	534.49
19	40.34	37.18	571.67
20	28.82	37.40	609.07
21	34.24	37.74	646.81
22	39.32	37.97	684.78
23	42.83	38.31	723.09
24	19.10	39.10	762.19
25	24.97	39.32	801.51
26	28.70	39.66	841.17
27	39.66	39.89	881.06
28	49.38	40.12	921.18
29	28.70	40.34	961.52
30	37.40	42.83	1004.34
31	30.62	44.97	1049.32
32	37.74	45.20	1094.52
33	33.90	45.43	1139.94
34	39.89	45.99	1185.94
35	36.16	46.44	1232.38
36	38.31	46.44	1278.82
37	32.32	47.23	1326.06
38	39.10	49.38	1375.44
39	47.23	50.85	1426.29
40	30.28	51.30	1477.59
41	29.83	53.56	1531.15
42	34.35	53.68	1584.83
43	53.56	56.50	1641.33
44	46.44	57.29	1698.62
45	58.42	58.42	1757.04
46	58.53	58.53	1815.57
47	83.73	63.85	1879.42
48	46.44	64.41	1943.83
49	37.18	67.57	2011.40
50	45.43	67.80	2079.20
51	51.30	70.63	2149.83
52	37.97	83.73	2233.56
53	44.97	85.32	2318.87
54	50.85	86.45	2405.32
55	45.99	96.05	2501.37
56	57.29	97.75	2599.11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Pruebas de bondad de ajuste por Kolmogorov - Smirnov

m	X = P (mm)	P ₁ (X) = m/N	P ₂ (X) = m/(N+1)	Z = (X - \bar{X})/S	F(Z)	F(Z) - P ₁ (X)	F(Z) - P ₂ (X)	P ₁ *100	P ₂ *101
1.00	19.10	0.0179	0.0175	-1.4985	0.0677	0.0498	0.0501	1.79	1.75
2.00	23.73	0.0357	0.0351	-1.2402	0.1075	0.0717	0.0724	3.57	3.51
3.00	24.97	0.0536	0.0528	-1.1722	0.1206	0.0670	0.0679	5.36	5.28
4.00	27.69	0.0714	0.0702	-1.0240	0.1529	0.0815	0.0828	7.14	7.02
5.00	28.36	0.0893	0.0877	-0.9889	0.1619	0.0726	0.0741	8.93	8.77
6.00	28.70	0.1071	0.1053	-0.9683	0.1664	0.0593	0.0612	10.71	10.53
7.00	28.70	0.1250	0.1228	-0.9683	0.1664	0.0414	0.0436	12.50	12.28
8.00	28.82	0.1429	0.1404	-0.9622	0.1680	0.0251	0.0276	14.29	14.04
9.00	28.82	0.1607	0.1579	-0.9622	0.1680	0.0073	0.0101	16.07	15.79
10.00	29.83	0.1786	0.1754	-0.9066	0.1823	0.0037	0.0069	17.86	17.54
11.00	30.28	0.1964	0.1930	-0.8819	0.1889	0.0075	0.0041	19.64	19.30
12.00	30.62	0.2143	0.2105	-0.8833	0.1940	0.0203	0.0165	21.43	21.05
13.00	32.32	0.2321	0.2281	-0.7706	0.2205	0.0117	0.0076	23.21	22.81
14.00	33.90	0.2500	0.2456	-0.6841	0.2469	0.0031	0.0013	25.00	24.56
15.00	33.90	0.2679	0.2632	-0.6841	0.2469	0.0209	0.0162	26.79	26.32
16.00	34.24	0.2857	0.2807	-0.6656	0.2528	0.0329	0.0279	28.57	28.07
17.00	34.35	0.3036	0.2982	-0.6594	0.2548	0.0488	0.0434	30.36	29.82
18.00	36.16	0.3214	0.3158	-0.5606	0.2875	0.0339	0.0282	32.14	31.58
19.00	37.18	0.3393	0.3333	-0.5050	0.3068	0.0325	0.0265	33.93	33.33
20.00	37.40	0.3571	0.3509	-0.4926	0.3111	0.0460	0.0397	35.71	35.09
21.00	37.74	0.3750	0.3684	-0.4741	0.3177	0.0573	0.0507	37.50	36.84
22.00	37.97	0.3929	0.3860	-0.4617	0.3221	0.0707	0.0638	39.29	38.60
23.00	38.31	0.4107	0.4035	-0.4432	0.3288	0.0819	0.0747	41.07	40.35
24.00	39.10	0.4286	0.4211	-0.3999	0.3446	0.0840	0.0765	42.86	42.11
25.00	39.32	0.4464	0.4386	-0.3876	0.3492	0.0973	0.0894	44.64	43.86
26.00	39.66	0.4643	0.4561	-0.3690	0.3560	0.1082	0.1001	46.43	45.61
27.00	39.89	0.4821	0.4737	-0.3567	0.3607	0.1215	0.1130	48.21	47.37
28.00	40.12	0.5000	0.4912	-0.3443	0.3653	0.1347	0.1259	50.00	49.12
29.00	40.34	0.5179	0.5088	-0.3320	0.3700	0.1479	0.1388	51.79	50.88
30.00	42.83	0.5357	0.5263	-0.1961	0.4223	0.1134	0.1040	53.57	52.63
31.00	44.97	0.5536	0.5439	-0.0787	0.4687	0.0849	0.0752	55.36	54.39
32.00	45.20	0.5714	0.5614	-0.0663	0.4736	0.0979	0.0878	57.14	56.14
33.00	45.43	0.5893	0.5789	-0.0540	0.4785	0.1108	0.1005	58.93	57.89
34.00	45.99	0.6071	0.5965	-0.0231	0.4908	0.1163	0.1057	60.71	59.65
35.00	46.44	0.6250	0.6140	0.0017	0.5007	0.1243	0.1134	62.50	61.40
36.00	46.44	0.6429	0.6316	0.0017	0.5007	0.1422	0.1309	64.29	63.16
37.00	47.23	0.6607	0.6491	0.0449	0.5179	0.1428	0.1312	66.07	64.91
38.00	49.38	0.6786	0.6667	0.1623	0.5645	0.1141	0.1022	67.86	66.67
39.00	50.85	0.6964	0.6842	0.2426	0.5958	0.1006	0.0884	69.64	68.42
40.00	51.30	0.7143	0.7018	0.2673	0.6054	0.1089	0.0964	71.43	70.18
41.00	53.56	0.7321	0.7193	0.3909	0.6521	0.0801	0.0672	73.21	71.93
42.00	53.68	0.7500	0.7368	0.3971	0.6543	0.0957	0.0825	75.00	73.68
43.00	56.50	0.7679	0.7544	0.5515	0.7094	0.0585	0.0450	76.79	75.44
44.00	57.29	0.7857	0.7719	0.5948	0.7240	0.0617	0.0479	78.57	77.19
45.00	58.42	0.8036	0.7895	0.6566	0.7443	0.0593	0.0452	80.36	78.95
46.00	58.53	0.8214	0.8070	0.6627	0.7463	0.0752	0.0608	82.14	80.70
47.00	63.85	0.8393	0.8246	0.9531	0.8297	0.0095	0.0052	83.93	82.46
48.00	64.41	0.8571	0.8421	0.9840	0.8374	0.0197	0.0047	85.71	84.21
49.00	67.57	0.8750	0.8596	1.1570	0.8764	0.0014	0.0167	87.50	85.96
50.00	67.80	0.8929	0.8772	1.1694	0.8789	0.0140	0.0017	89.29	87.72
51.00	70.63	0.9107	0.8947	1.3238	0.9072	0.0035	0.0125	91.07	89.47
52.00	83.73	0.9286	0.9123	2.0405	0.9794	0.0508	0.0671	92.86	91.23
53.00	85.32	0.9464	0.9298	2.1270	0.9833	0.0369	0.0535	94.64	92.98
54.00	86.45	0.9643	0.9474	2.1888	0.9857	0.0214	0.0383	96.43	94.74
55.00	96.05	0.9821	0.9649	2.7140	0.9967	0.0145	0.0318	98.21	96.49
56.00	97.75	1.0000	0.9825	2.8066	0.9975	0.0025	0.0150	100.00	98.25

Fuente: Elaboración Propia

Se procede al análisis estadístico de los valores tabulados en la siguiente tabla:

Tabla 33: Tabulación de Datos

N datos :	56.000	Variables de la Distr. Normal	F(Z)	Probal. (%)
σ estándar:	18.290		28.12	15.84
Precip. promedio :	46.413		46.41	50.00
Δ tabular máximo para 1 :	0.1479	(Probabilidad Empírica California)	64.70	84.16
Δ tabular máximo para 2 :	0.1388	(Probabilidad Empírica Weibull)		
Δ tabular escogido:	0.1388			
Δ crítico :	0.1817			
Criterio de decisión :	Se debe cumplir que: Si Δ crítico > Δ máximo (Ok) Finalmente se concluye que las Precipitaciones se ajustan a una probabilidad del 95% con un nivel de significancia del 5%.			

Fuente: Elaboración Propia

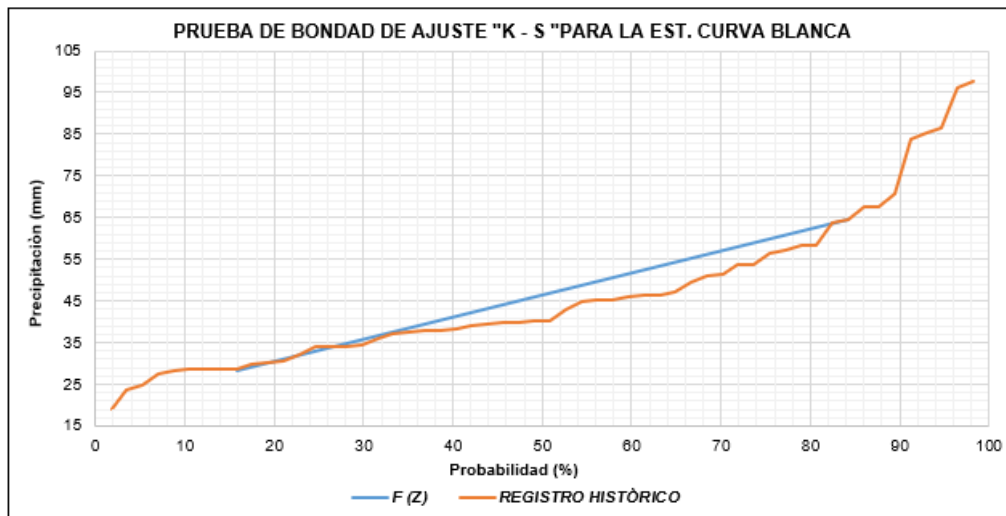


Figura 5: Prueba de Bondad Ajuste K-S

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34: Distribuciones de mejor ajuste por los diferentes métodos estadísticos aplicados a la estación meteorológica cueva blanca

Tr (años)	DISTRIBUCIONES DE MEJOR AJUSTE POR LOS DIFERENTES MÉTODOS ESTADÍSTICOS								SE ESCOGE: LOGARITMO O PEARSON TIPO III
	PRECIPITACIONES MÁXIMAS "P" PARA DIFERENTES "Tr" Y DISTRIBUCIONES (EN mm)								
	NORMAL	LOGARITMO NORMAL 2 PARÁMETRO	LOGARITMO NORMAL 3 PARÁMETROS	GAMMA 2 PARÁMETRO S	GAMMA 3 PARÁMETRO S	LOGARITMO PEARSON TIPO III	GUMBEL	LOGARITMO O GUMBEL	
	DELTA TEÓRICO DE CADA DISTRIBUCIÓN (Δ)								
	0.1388	0.0865	0.0739	0.1079	0.07128	0.06520	0.0854	0.0666	
2	46.41	43.35	42.81	44.36	42.94	42.47	43.41	40.81	42.47
5	61.80	59.01	58.65	59.76	59.89	58.58	59.57	56.43	58.58
10	69.86	69.35	69.54	69.05	70.93	70.13	70.27	69.94	70.13
25	78.44	82.38	83.69	79.92	84.44	85.75	83.79	91.71	85.75
36	81.44	87.48	89.35	83.95	89.60	92.19	89.08	101.97	92.19
50	83.98	92.06	94.49	87.48	94.16	98.14	93.82	112.14	98.14
100	88.97	101.74	105.48	94.64	103.57	117.17	103.78	136.92	117.17
200	93.53	111.49	116.75	101.49	112.71	124.91	113.70	167.05	124.91

Fuente: Elaboración Propia

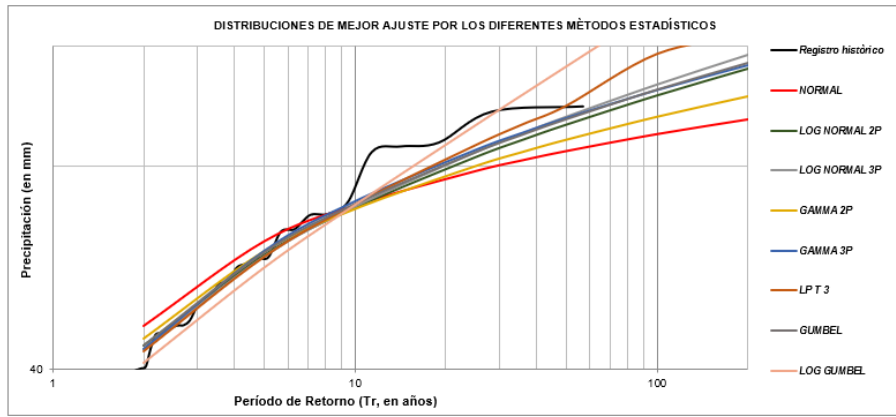


Figura 6: Distribuciones de mejor ajuste por los diferentes métodos estadísticos
Fuente: Elaboración Propia

Considerando finalmente para el proyecto una precipitación para un período de retorno de $Tr = 36$ años, debido a que es un sistema de drenaje menor.

Tabla 35: Determinación de las curvas intensidad - duración y frecuencia (idf) y la intensidad máxima de diseño (mm/hr)

N°	Año	P max de 24 h	P max de 24 h afectada por 1.13
1	1964	21.00	23.73
2	1965	30.00	33.90
3	1966	57.00	64.41
4	1967	85.00	96.05
5	1968	35.50	40.12
6	1969	25.50	28.82
7	1970	24.50	27.69
8	1971	40.00	45.20
9	1972	75.50	85.32
10	1973	56.50	63.85
11	1974	50.00	56.50
12	1975	76.50	86.45
13	1976	62.50	70.63
14	1977	86.50	97.75
15	1978	60.00	67.80
16	1979	59.80	67.57
17	1980	47.50	53.68
18	1981	25.10	28.36
19	1982	35.70	40.34
20	1983	25.50	28.82
21	1984	30.30	34.24
22	1985	34.80	39.32
23	1986	37.90	42.83
24	1987	16.90	19.10
25	1988	22.10	24.97
26	1989	25.40	28.70
27	1990	35.10	39.66
28	1991	43.70	49.38
29	1992	25.40	28.70
30	1993	33.10	37.40
31	1994	27.10	30.62
32	1995	33.40	37.74
33	1996	30.00	33.90
34	1997	35.30	39.89
35	1998	32.00	36.16
36	1999	33.90	38.31
37	2000	28.60	32.32
38	2001	34.60	39.10
39	2002	41.80	47.23
40	2003	26.80	30.28
41	2004	26.40	29.83
42	2005	30.40	34.35
43	2006	47.40	53.56
44	2007	41.10	46.44
45	2008	51.70	58.42
46	2009	51.80	58.53
47	2010	74.10	83.73
48	2011	41.10	46.44
49	2012	32.90	37.18
50	2013	40.20	45.43
51	2014	45.40	51.30
52	2015	33.60	37.97
53	2016	39.80	44.97
54	2017	45.00	50.85
55	2018	40.70	45.99
56	2019	50.70	57.29

Fuente: Elaboración Propia

Se aplica la distribución de probabilidades, usando el método de Gumbel, para hallar las precipitaciones máximas:

Tabla 36: Precipitaciones Máximas

Nº	Año	Precipitación (mm)	
		x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1964	23.73	514.51
2	1965	33.90	156.57
3	1966	64.41	323.90
4	1967	96.05	2463.86
5	1968	40.12	39.66
6	1969	28.82	309.68
7	1970	27.69	350.73
8	1971	45.20	1.47
9	1972	85.32	1513.39
10	1973	63.85	303.88
11	1974	56.50	101.75
12	1975	86.45	1602.58
13	1976	70.63	586.23
14	1977	97.75	2636.00
15	1978	67.80	457.42
16	1979	67.57	447.80
17	1980	53.66	52.74
18	1981	28.36	325.79
19	1982	40.34	36.87
20	1983	28.82	309.68
21	1984	34.24	148.20
22	1985	39.32	50.25
23	1986	42.83	12.86
24	1987	19.10	746.15
25	1988	24.97	459.66
26	1989	28.70	313.67
27	1990	39.66	45.56
28	1991	49.38	8.81
29	1992	28.70	313.67
30	1993	37.40	81.18
31	1994	30.62	249.32
32	1995	37.74	75.18
33	1996	33.90	156.57
34	1997	39.89	42.56
35	1998	36.16	105.12
36	1999	38.31	65.70
37	2000	32.32	198.66
38	2001	39.10	53.51
39	2002	47.23	0.67
40	2003	30.28	260.14
41	2004	29.83	274.92
42	2005	34.35	145.46
43	2006	53.56	51.11
44	2007	46.44	0.00
45	2008	58.42	144.20
46	2009	58.53	146.93
47	2010	83.73	1392.80
48	2011	46.44	0.00
49	2012	37.18	85.30
50	2013	45.43	0.97
51	2014	51.30	23.90
52	2015	37.97	71.31
53	2016	44.97	2.07
54	2017	50.85	19.69
55	2018	45.99	0.18
56	2019	57.29	118.34
SUMA:		2599.11	18398.12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37: Corrección de Intervalos

Periodo Retorno Años	Variable Reducida YT	Precip. (mm) XT(mm)	Probabilidad de ocurrencia F(x)	Corrección intervalo fijo XT (mm)
2	0.367	43.408	0.50	49.051
5	1.500	59.571	0.80	67.316
10	2.250	70.273	0.90	79.408
25	3.199	83.794	0.96	94.687
50	3.902	93.825	0.98	106.022
100	4.600	103.782	0.99	117.273
200	5.296	113.702	1.00	128.483

Fuente: Elaboración Propia

Valores concluidos para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas:

Tabla 38: Duración en Horas

1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	12.00	18.00	24.00
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: D. F. Campos A., 1978

Calculo de Precipitaciones máximas para distintos tiempos de duración de lluvias:

Tabla 39: Precipitaciones Máximas

Durac.	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de Retorno						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	X24 = 100%	49.05	67.32	79.41	94.69	106.02	117.27	128.48
18 hr	X18 = 91%	44.64	61.26	72.26	86.17	96.48	106.72	116.92
12 hr	X12 = 80%	39.24	53.85	63.53	75.75	84.82	93.82	102.79
8 hr	X8 = 68%	33.35	45.77	54.00	64.39	72.09	79.75	87.37
6 hr	X6 = 61%	29.92	41.06	48.44	57.76	64.67	71.54	78.37
5 hr	X5 = 57%	27.96	38.37	45.26	53.97	60.43	66.85	73.24
4 hr	X4 = 52%	25.51	35.00	41.29	49.24	55.13	60.98	66.81
3 hr	X3 = 46%	22.56	30.97	36.53	43.56	48.77	53.95	59.10
2 hr	X2 = 39%	19.13	26.25	30.97	36.93	41.35	45.74	50.11
1 hr	X1 = 30%	14.72	20.19	23.82	28.41	31.81	35.18	38.54

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de Intesidad de lluvia para distintos tiempos de duración de lluvias:

Tabla 40: Intensidad de Lluvia

Tiempo de duración	Hr min	Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	1440	2.04	2.80	3.31	3.95	4.42	4.89	5.35
18 hr	1080	2.48	3.40	4.01	4.79	5.36	5.93	6.50
12 hr	720	3.27	4.49	5.29	6.31	7.07	7.82	8.57
8 hr	480	4.17	5.72	6.75	8.05	9.01	9.97	10.92
6 hr	360	4.99	6.84	8.07	9.63	10.78	11.92	13.06
5 hr	300	5.59	7.67	9.05	10.79	12.09	13.37	14.65
4 hr	240	6.38	8.75	10.32	12.31	13.78	15.25	16.70
3 hr	180	7.52	10.32	12.18	14.52	16.26	17.98	19.70
2 hr	120	9.57	13.13	15.48	18.46	20.67	22.87	25.05
1 hr	60	14.72	20.19	23.82	28.41	31.81	35.18	38.54

Fuente: Elaboración Propia

Regresiones Intensidad - Duración - Período de retorno:

Tabla 41: Período de Retorno de 2 años

Período de retorno para T = 2 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	2.04	7.27	0.71	5.20	52.89
2	1080.00	2.48	6.98	0.91	6.34	48.79
3	720.00	3.27	6.58	1.18	7.80	43.29
4	480.00	4.17	6.17	1.43	8.81	38.12
5	360.00	4.99	5.89	1.61	9.46	34.65
6	300.00	5.59	5.70	1.72	9.82	32.53
7	240.00	6.38	5.48	1.85	10.15	30.04
8	180.00	7.52	5.19	2.02	10.48	26.97
9	120.00	9.57	4.79	2.26	10.81	22.92
10	60.00	14.72	4.09	2.69	11.01	16.76
10	4980.00	60.72	58.16	16.38	89.88	346.94

Ln (d) = 5.223

d = 185.440

n = -0.61638609

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42: Período de retorno de 5 años

Período de retorno para T = 5 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	2.80	7.27	1.03	7.50	52.89
2	1080.00	3.40	6.98	1.22	8.55	48.79
3	720.00	4.49	6.58	1.50	9.88	43.29
4	480.00	5.72	6.17	1.74	10.77	38.12
5	360.00	6.84	5.89	1.92	11.32	34.65
6	300.00	7.67	5.70	2.04	11.62	32.53
7	240.00	8.75	5.48	2.17	11.89	30.04
8	180.00	10.32	5.19	2.33	12.12	26.97
9	120.00	13.13	4.79	2.57	12.33	22.92
10	60.00	20.19	4.09	3.01	12.31	16.76
10	4980.00	83.33	58.16	19.55	108.29	346.94

Ln (d) = 5.539

d = 254.488

n = -0.61638609

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Período de retorno de 10 años

Período de retorno para T = 10 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	3.31	7.27	1.20	8.70	52.89
2	1080.00	4.01	6.98	1.39	9.71	48.79
3	720.00	5.29	6.58	1.67	10.96	43.29
4	480.00	6.75	6.17	1.91	11.79	38.12
5	360.00	8.07	5.89	2.09	12.29	34.65
6	300.00	9.05	5.70	2.20	12.57	32.53
7	240.00	10.32	5.48	2.33	12.79	30.04
8	180.00	12.18	5.19	2.50	12.98	26.97
9	120.00	15.48	4.79	2.74	13.12	22.92
10	60.00	23.82	4.09	3.17	12.98	16.76
10	4980.00	98.30	58.16	21.20	117.89	346.94

Ln (d) = 5.704

d = 300.205

n = -0.61638609

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Periodo de retorno de 25 años

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	3.95	7.27	1.37	9.98	52.89
2	1080.00	4.79	6.98	1.57	10.94	48.79
3	720.00	6.31	6.58	1.84	12.12	43.29
4	480.00	8.05	6.17	2.09	12.88	38.12
5	360.00	9.63	5.89	2.26	13.33	34.65
6	300.00	10.79	5.70	2.38	13.57	32.53
7	240.00	12.31	5.48	2.51	13.76	30.04
8	180.00	14.52	5.19	2.68	13.89	26.97
9	120.00	18.46	4.79	2.92	13.96	22.92
10	60.00	28.41	4.09	3.35	13.70	16.76
10	4980.00	117.21	58.16	22.96	128.13	346.94

Ln (d) = 5.880

d = 357.967

n = -0.61638609

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45: Periodo de retorno de 50 años

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	4.42	7.27	1.49	10.80	52.89
2	1080.00	5.36	6.98	1.68	11.73	48.79
3	720.00	7.07	6.58	1.96	12.87	43.29
4	480.00	9.01	6.17	2.20	13.57	38.12
5	360.00	10.78	5.89	2.38	13.99	34.65
6	300.00	12.09	5.70	2.49	14.21	32.53
7	240.00	13.78	5.48	2.62	14.38	30.04
8	180.00	16.26	5.19	2.79	14.48	26.97
9	120.00	20.67	4.79	3.03	14.50	22.92
10	60.00	31.81	4.09	3.46	14.17	16.76
10	4980.00	131.24	58.16	24.09	134.70	346.94

Ln (d) = 5.994

d = 400.819

n = -0.61638609

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Periodo de retorno de 100 años

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	4.89	7.27	1.59	11.54	52.89
2	1080.00	5.93	6.98	1.78	12.43	48.79
3	720.00	7.82	6.58	2.06	13.53	43.29
4	480.00	9.97	6.17	2.30	14.20	38.12
5	360.00	11.92	5.89	2.48	14.59	34.65
6	300.00	13.37	5.70	2.59	14.79	32.53
7	240.00	15.25	5.48	2.72	14.93	30.04
8	180.00	17.98	5.19	2.89	15.00	26.97
9	120.00	22.87	4.79	3.13	14.98	22.92
10	60.00	35.18	4.09	3.56	14.58	16.76
10	4980.00	145.17	58.16	25.10	140.57	346.94

Ln (d) = 6.094

d = 443.354

n = -0.61638609

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47: Periodo de retorno de 200 años

Periodo de retorno para T = 200 años						
Nº	x (Durac.)	y (Intens.)	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440.00	5.35	7.27	1.68	12.20	52.89
2	1080.00	6.50	6.98	1.87	13.07	48.79
3	720.00	8.57	6.58	2.15	14.13	43.29
4	480.00	10.92	6.17	2.39	14.76	38.12
5	360.00	13.06	5.89	2.57	15.13	34.65
6	300.00	14.65	5.70	2.68	15.31	32.53
7	240.00	16.70	5.48	2.82	15.43	30.04
8	180.00	19.70	5.19	2.98	15.48	26.97
9	120.00	25.05	4.79	3.22	15.42	22.92
10	60.00	38.54	4.09	3.65	14.95	16.76
10	4980.00	159.05	58.16	26.01	145.88	346.94

$\text{Ln}(d) = 6.186$ $d = 485.734$ $n = -0.61638609$

Fuente: Elaboración Propia

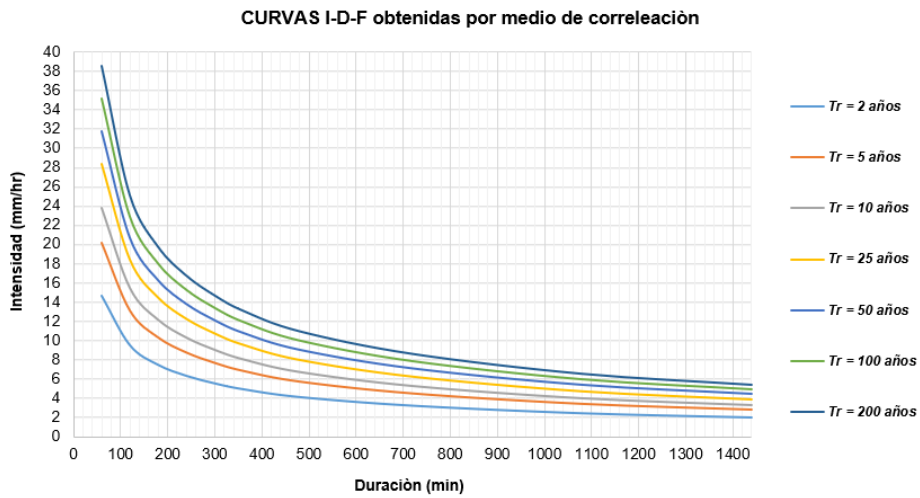


Figura 7: Curvas I-D-F

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48: Resumen de aplicación de Regresión Potencial

Periodo de Retorno (años)	Término cte. regresión (d)	Coficiente de regresión (n)
2	185.440	-0.616386088089756
5	254.488	-0.616386088089753
10	300.205	-0.616386088089754
25	357.967	-0.616386088089748
50	400.819	-0.616386088089751
100	443.354	-0.616386088089751
200	485.734	-0.616386088089755
Promedio =	346.858	-0.616386088089753

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49: Regresión Potencial

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	185.44	0.693	5.223	3.620	0.480
2	5	254.49	1.609	5.539	8.915	2.590
3	10	300.20	2.303	5.704	13.135	5.302
4	25	357.97	3.219	5.880	18.928	10.361
5	50	400.82	3.912	5.994	23.447	15.304
6	100	443.35	4.605	6.094	28.066	21.208
7	200	485.73	5.298	6.186	32.774	28.072
7	392.000	2428.007	21.640	40.620	128.885	83.317

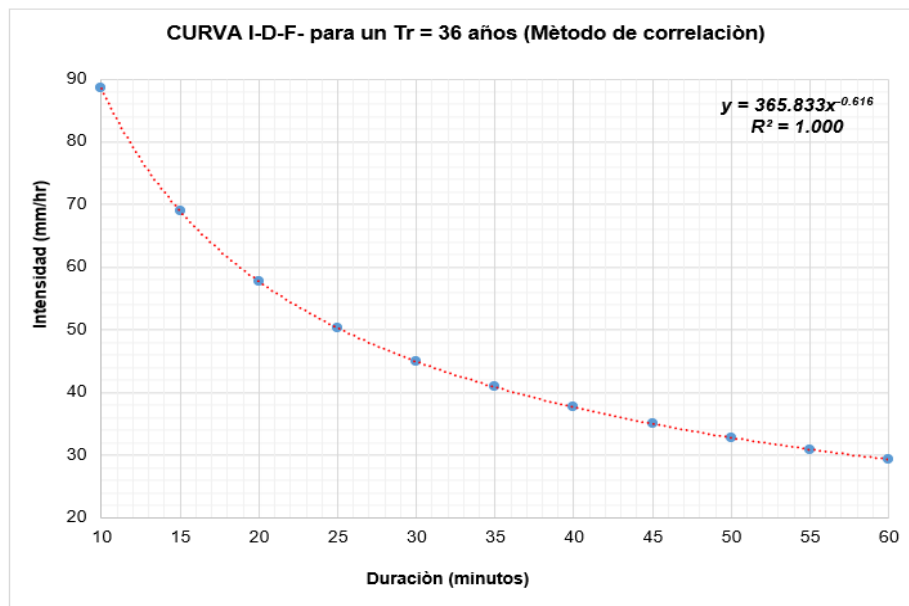
$\ln(K) = 5.1794$ $K = 177.583$ $m = 0.2017$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50: Tabla de Intensidades y Duración

Tr	Duración "t" en minutos											
	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	
2	49.40	38.48	32.22	28.08	25.10	22.82	21.02	19.55	18.32	17.27	16.37	
5	59.43	46.29	38.76	33.78	30.19	27.46	25.29	23.52	22.04	20.78	19.69	
10	68.34	53.23	44.58	38.85	34.72	31.58	29.08	27.04	25.34	23.90	22.65	
25	82.22	64.04	53.63	46.74	41.77	37.98	34.98	32.53	30.49	28.75	27.25	
36	88.49	68.92	57.72	50.31	44.96	40.88	37.65	35.02	32.81	30.94	29.33	
50	94.55	73.64	61.68	53.75	48.04	43.68	40.23	37.41	35.06	33.06	31.33	
100	108.74	84.69	70.93	61.82	55.25	50.24	46.27	43.03	40.32	38.02	36.04	
200	125.05	97.40	81.57	71.09	63.53	57.78	53.21	49.48	46.37	43.73	41.44	

Fuente: Elaboración Propia



Luego:
I max diseño (mm/hr) = **29.33**

Figura 8: Curva I-D-F para un Tr de 36 años

Fuente: Elaboración Propia

Aplicación del Modelo Grobe (Dick y Pekche)

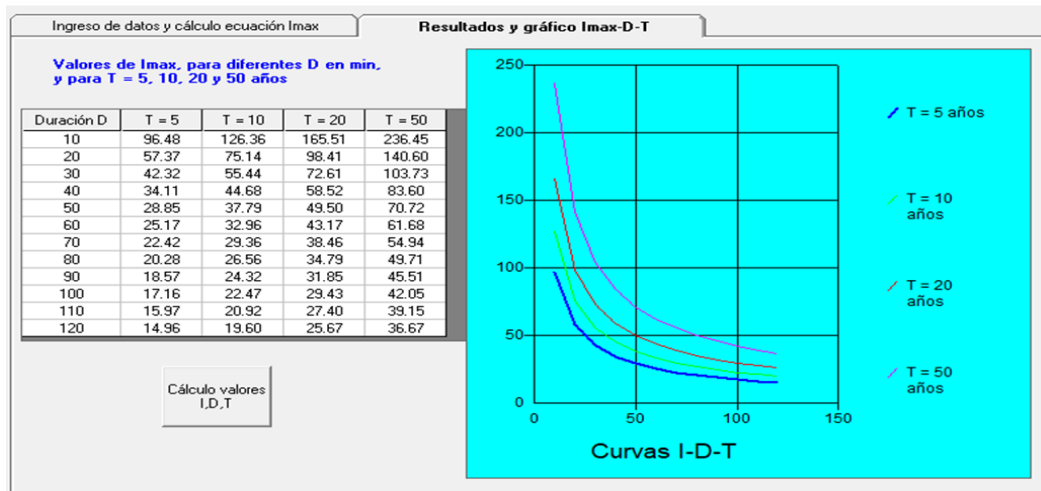
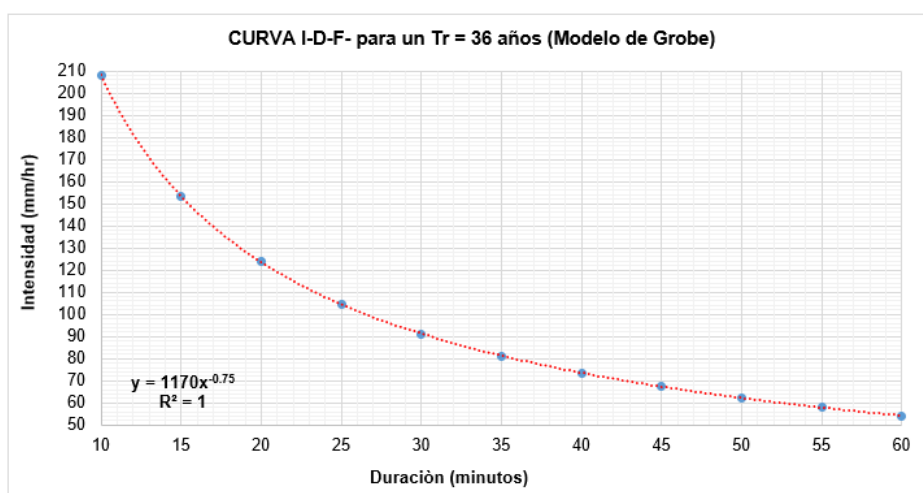


Figura 9: Resultados y Gráficos I_{max} D-T
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51: Tabla de Intensidades y Duración

Tr	Tabla de Intensidades y Duración											INTENSIDADES (mm/hr)
	Duración en minutos (t)											
	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	
2	67.53	49.82	40.15	33.97	29.63	26.39	23.88	21.86	20.20	18.80	17.62	
5	96.48	71.18	57.36	48.52	42.32	37.70	34.11	31.23	28.85	26.86	25.17	
10	126.36	93.23	75.13	63.56	55.43	49.38	44.68	40.90	37.79	35.18	32.96	
25	180.52	133.19	107.34	90.80	79.19	70.55	63.82	58.43	53.99	50.26	47.09	
36	208.06	153.50	123.71	104.65	91.27	81.31	73.56	67.34	62.22	57.93	54.27	
50	236.44	174.44	140.59	118.92	103.72	92.40	83.59	76.53	70.71	65.83	61.67	
100	309.68	228.48	184.14	155.76	135.85	121.02	109.49	100.23	92.62	86.23	80.78	
200	405.60	299.25	241.17	204.01	177.93	158.51	143.40	131.28	121.30	112.94	105.80	

Fuente: Elaboración Propia



Luego la I_{max} de diseño para este modelo es: 54.27 mm/hr

Figura 10: Curva I-D-F (Modelo de Grobe)
Fuente: Elaboración Propia

Aplicación del Modelo de Frederick Bell

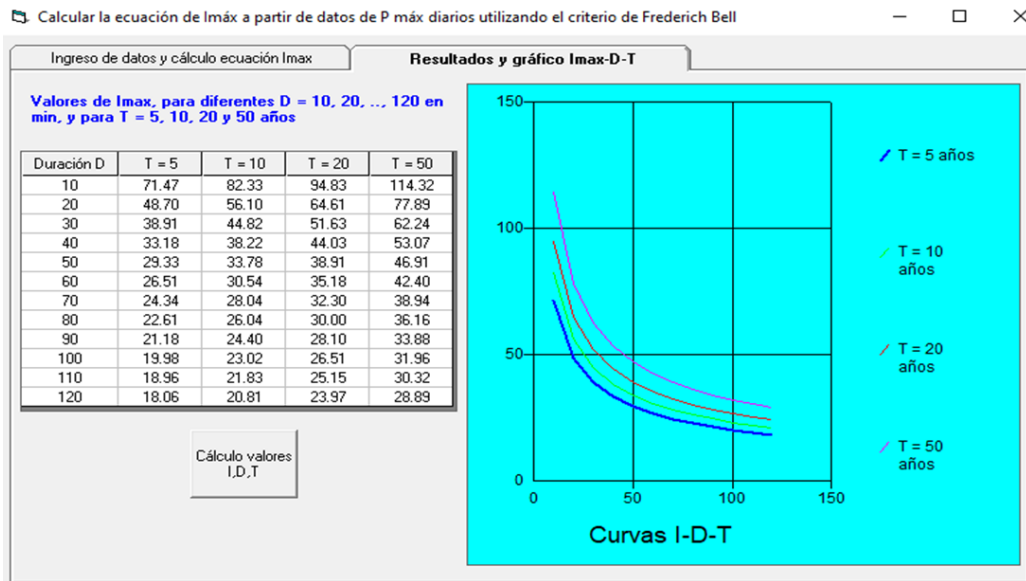
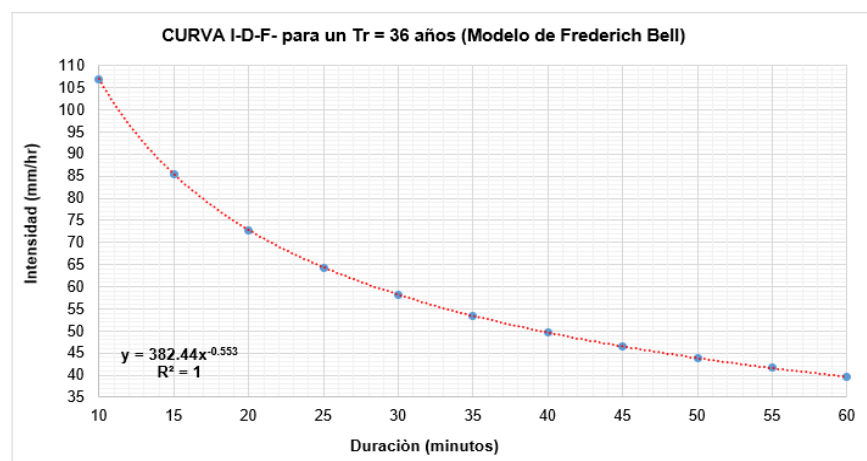


Figura 11: Resultados y Gráficos I_{max} D-T
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52: Tabla de Intensidades y Duración

Tr	Tabla de Intensidades y Duración										
	Duración en minutos										
	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00
2	59.29	47.37	40.40	35.70	32.28	29.64	27.53	25.79	24.33	23.08	21.99
5	71.48	57.11	48.70	43.04	38.91	35.73	33.18	31.09	29.33	27.82	26.51
10	82.33	65.78	56.10	49.58	44.82	41.16	38.22	35.81	33.78	32.05	30.54
25	99.26	79.30	67.63	59.77	54.03	49.62	46.08	43.17	40.73	38.63	36.82
36	106.92	85.43	72.85	64.39	58.21	53.45	49.64	46.51	43.87	41.62	39.66
50	114.33	91.35	77.90	68.85	62.24	57.15	53.08	49.73	46.91	44.50	42.41
100	131.70	105.22	89.73	79.31	71.70	65.83	61.14	57.28	54.04	51.26	48.85
200	151.70	121.20	103.36	91.35	82.58	75.83	70.43	65.98	62.25	59.05	56.27

Fuente: Elaboración Propia



Luego la I_{max} de diseño para este modelo es: 39.66 mm/hr

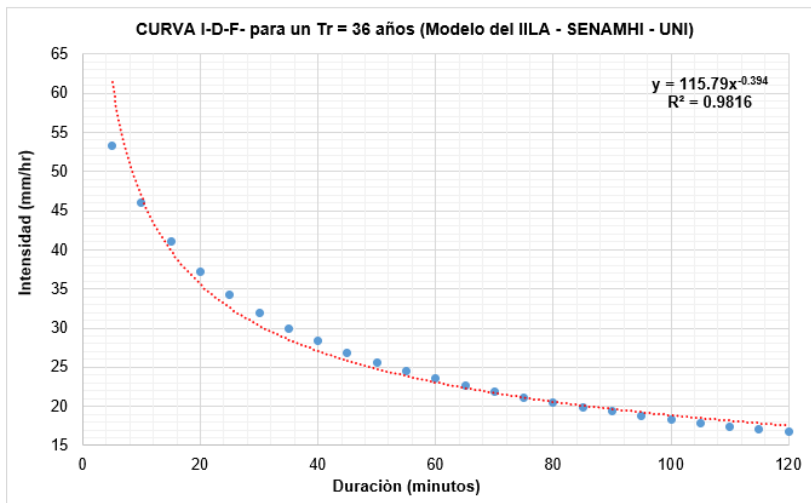
Figura 12: Curva I-D-F (Modelo de Frederick Bell)
Fuente: Elaboración Propia

Aplicación del Modelo del modelo IILA - SENAMHI – UNI

Tabla 53: Tabla de Intensidades y Duración

Orden	t (min)	Tabla de Intensidades y Duración							
		Períodos (Tr) de retorno (años)							
		Tr = 2	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 25	Tr = 36	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200
1.00	5.00	24.20	33.42	40.40	49.62	53.29	56.60	63.58	70.55
2.00	10.00	20.91	28.88	34.91	42.88	46.06	48.91	54.94	60.97
3.00	15.00	18.62	25.72	31.09	38.19	41.02	43.56	48.93	54.30
4.00	20.00	16.92	23.36	28.24	34.69	37.25	39.57	44.44	49.32
5.00	25.00	15.58	21.52	26.01	31.95	34.32	36.45	40.94	45.43
6.00	30.00	14.50	20.03	24.21	29.74	31.94	33.92	38.10	42.29
7.00	35.00	13.61	18.80	22.72	27.91	29.97	31.83	35.75	39.68
8.00	40.00	12.85	17.75	21.46	26.35	28.30	30.06	33.77	37.47
9.00	45.00	12.20	16.85	20.37	25.02	26.87	28.54	32.06	35.57
10.00	50.00	11.63	16.07	19.42	23.86	25.62	27.21	30.57	33.92
11.00	55.00	11.13	15.38	18.59	22.83	24.52	26.04	29.25	32.46
12.00	60.00	10.69	14.76	17.85	21.92	23.54	25.00	28.09	31.17
13.00	65.00	10.29	14.21	17.18	21.10	22.66	24.07	27.04	30.01
14.00	70.00	9.93	13.72	16.58	20.37	21.87	23.23	26.09	28.96
15.00	75.00	9.60	13.26	16.03	19.69	21.15	22.46	25.23	28.00
16.00	80.00	9.30	12.85	15.53	19.08	20.49	21.76	24.45	27.13
17.00	85.00	9.03	12.47	15.08	18.52	19.89	21.12	23.73	26.33
18.00	90.00	8.78	12.12	14.65	18.00	19.33	20.53	23.06	25.59
19.00	95.00	8.54	11.80	14.26	17.52	18.81	19.98	22.44	24.91
20.00	100.00	8.32	11.50	13.90	17.07	18.33	19.47	21.87	24.27
21.00	105.00	8.12	11.22	13.56	16.65	17.89	19.00	21.34	23.68
22.00	110.00	7.93	10.95	13.24	16.26	17.47	18.55	20.84	23.12
23.00	115.00	7.75	10.71	12.94	15.90	17.07	18.13	20.37	22.60
24.00	120.00	7.59	10.48	12.66	15.55	16.71	17.74	19.93	22.12

Fuente: Elaboración Propia



Luego la I max de diseño para este modelo es: 23.54 mm/hr

Figura 13: Curva I-D-F (Modelo del IILA - SENAMHI - UNI)

Fuente: Elaboración Propia

Elección de Imax. de todos los métodos desarrollados

Tabla 54: Resumen de Imax de todos los métodos

Tr (años)	MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE I máx						Valor escogido
	P.B.A. y D.M.A.E.	CORREL.	GROBE	F.BELL	IILA-S-UNI	Prom.	
36	92.19	29.33	54.27	39.66	23.54	36.70	39.66

Fuente: Elaboración Propia

Determinación del caudal máximo:

- **Formula racional:** Según la tabla 55, el coeficiente que escogeremos es de 0.50.

Tabla 55: Coeficientes de Escorrentía Método Racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Método Racional.

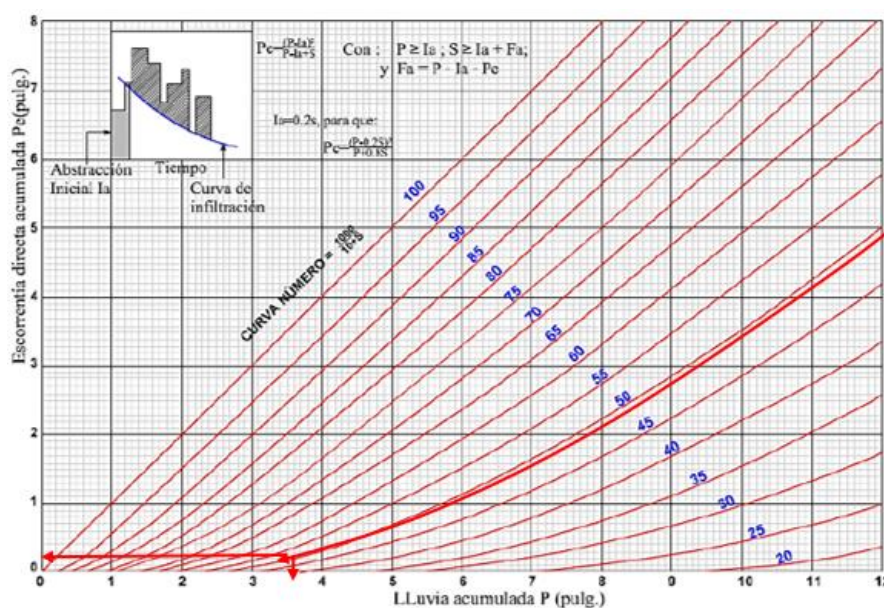
- **Formula racional modificada por Temez:** Se determina teniendo los valores de: Coeficiente de Uniformidad, Intensidad de Precipitación Máxima Horaria y Coeficiente de Escorrentía; para la tesis se determinó que el Coeficiente de Uniformidad es de 1.067, la intensidad de Precipitación máxima horaria es de 18.178 y el Coeficiente de Escorrentía es de 0.5.
- **Método de las envolventes de descargas máximas de CreaGer:** Se va a determinar a través de la siguiente tabla:

Tabla 56: Cuadro de Coeficientes y Exponentes

Región	C ₁	C ₂	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04

Fuente: Método CreaGer.

- **Método del número de curva:** Este método permite transformar la precipitación total en precipitación efectiva.



Escorrentía muy baja, por lo tanto se tiene que : Q (mm) = 5.080

Figura 14: Diagrama de Escorrentía vs Lluvia acumulada
Fuente: NRCS

Tabla 57: Gasto Unitario en función al Tiempo

Tc	q	Tc	q	Tc	q
0.1	0.337	1.0	0.158	8.0	0.039
0.2	0.300	1.5	0.120	10.0	0.034
0.3	0.271	2.0	0.100	12.0	0.030
0.4	0.246	2.5	0.086	14.0	0.027
0.5	0.226	3.0	0.076	16.0	0.025
0.6	0.208	4.0	0.063	18.0	0.023
0.7	0.195	5.0	0.054	20.0	0.021
0.8	0.190	6.0	0.048	22.0	0.020
0.9	0.168	7.0	0.043	24.0	0.019

q (m³/s/mm/Km²) = 0.158

Fuente: NRCS

- **Método del sistema DIPEO de electrificación rural del Perú:** Se determina usando el Coeficiente de Reducción y el Coeficiente de la Curva del Caudal, que en nuestro caso será de 1 y 2.6.

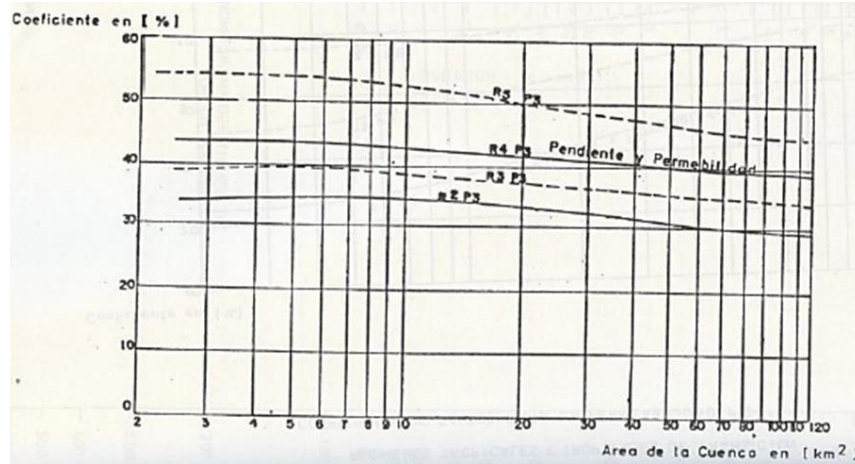


Figura 15: Diagrama de Coeficiente vs Área de la Cuenca
Fuente: DIPEO

Tabla 58: Valores escogidos por el Sistema DIPEO

P24h (mm)	CR	CP/R (%)	CF	Tc (segundos)
92.19	1.00	55.00	2.60	3600.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Método de regionalización de caudales para la determinación del potencial hidroeléctrico del Perú:** Este método tiene por objetivo evaluar el recurso Hídrico a nivel nacional.

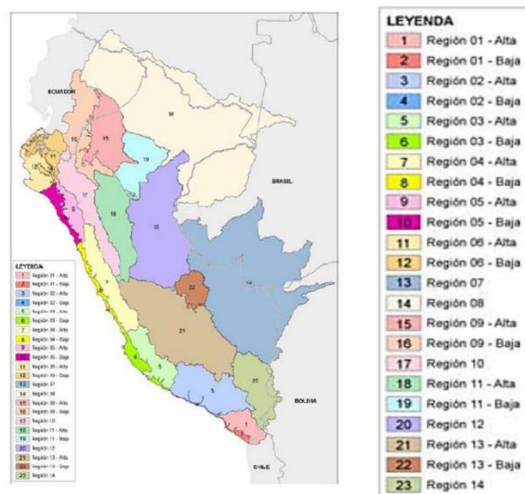


Figura 16: Distribución Geográfica de las Ecuaciones de Regresión
Fuente: Ministerio de Energías y Minas

Tabla 59: Valores Escogidos por el Método de Regionalización

a	b	c	Pa (mm)	exp(a)
-10.1010	0.8984	0.8893	92.19	0.00004104

Fuente: Elaboración Propia

Luego como referencia se tomará el tramo más crítico que sería el de mayor longitud y pendiente según el perfil longitudinal de la vía a diseñar, cuya finalidad será la de determinar el caudal máximo comparando para ello los valores obtenidos por cada método:

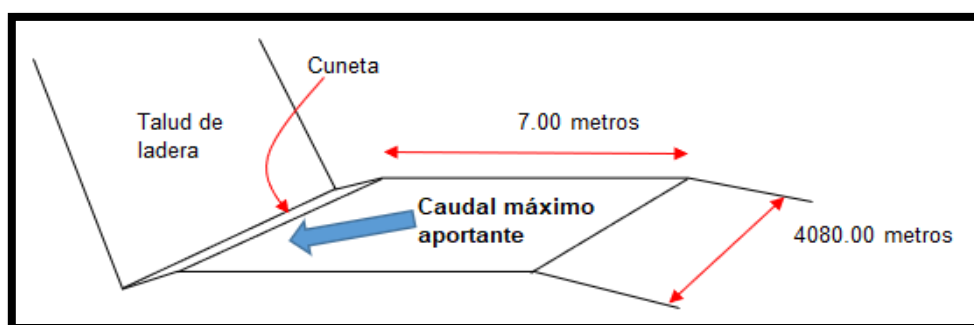


Figura 17: Modelamiento de Cuneta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Caudal Aportante

N°	Tramo	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Área de Caudal aportante (Km ²)
1	De Km 0+380 - al Km 4+460	4080.00	0.020	0.0286

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Resumen de Caudales por Diferentes Métodos

i)	ii)	iii)	iv)	v)	vi)	vii)	adoptado
Racional	Témez	Envolventes	Curva Número	Dipeo	Regionalización	Promedio	Témez
0.1573	0.0769	0.0328	0.02292	0.1046	0.0001	0.0593	0.0769

Fuente: Elaboración Propia

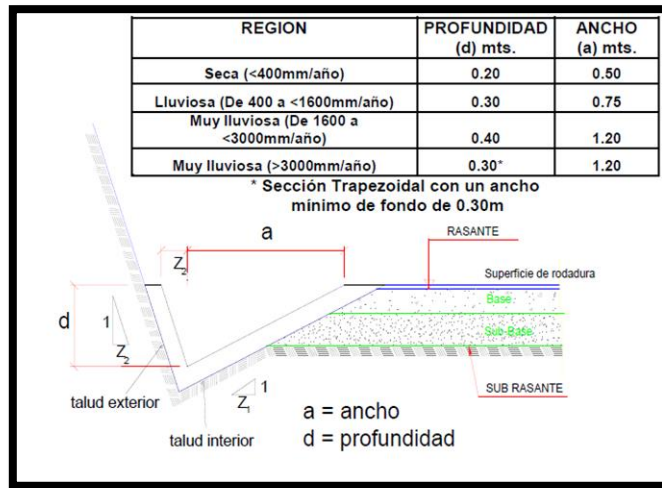


Figura 18: Dimensiones Mínimas de Cuneta Típica
Fuente: MTC

Tabla 62: Inclinaciones Máximas de Talud

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

Fuente: MTC

Tabla 63: Valores asumidos para sección

Z ₁ =	2.00
Z ₂ =	1.00
d (profund.) =	0.30
ancho (a) =	0.75

Fuente: Elaboración Propia

Como referencia se tomará el tramo más crítico que sería el de mayor longitud y pendiente según el perfil longitudinal de la vía a diseñar, cuya finalidad será la de determinar el caudal máximo

Tabla 64: Área de Sección Transversal de Cuneta

N°	Tramo	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Área de sección transversal de cuneta (Km ²)
1	Máxima distancia 200 metros	200	0.020	0.158

Fuente: Elaboración Propia

Además, sabiendo que el caudal máximo aportante es : $Q_{\max \text{ aport.}} = 0.0769 \text{ m}^3/\text{seg.}$

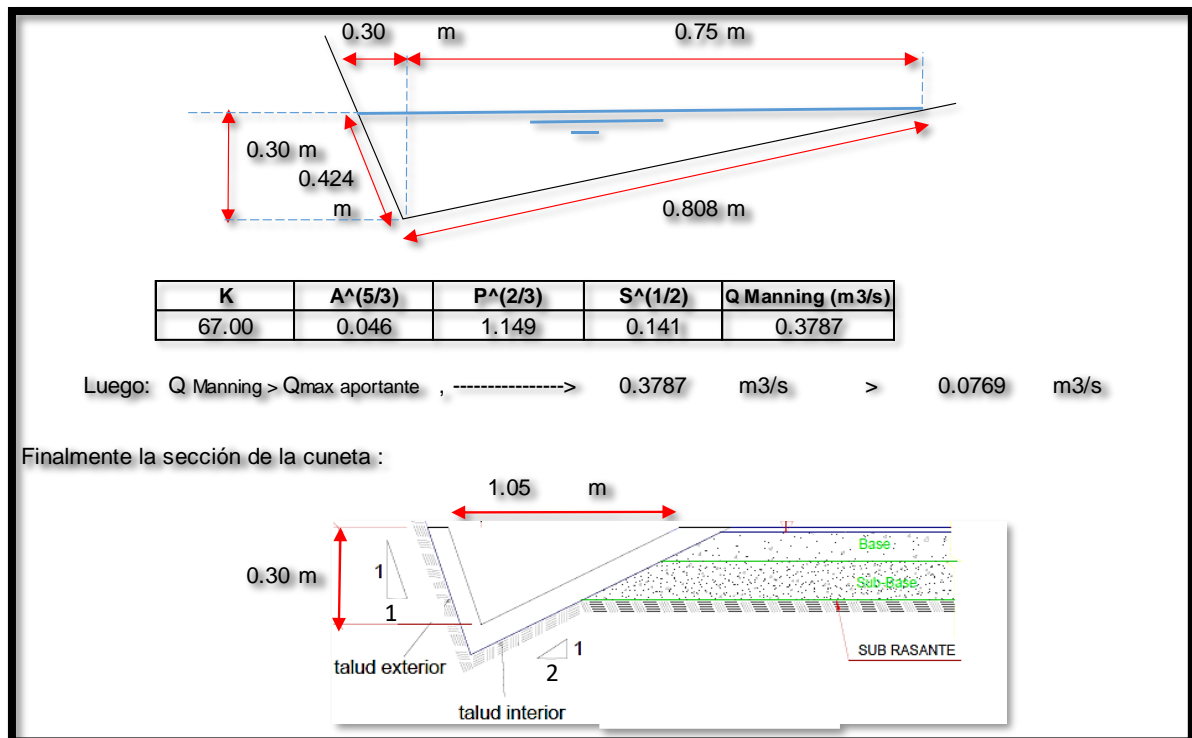
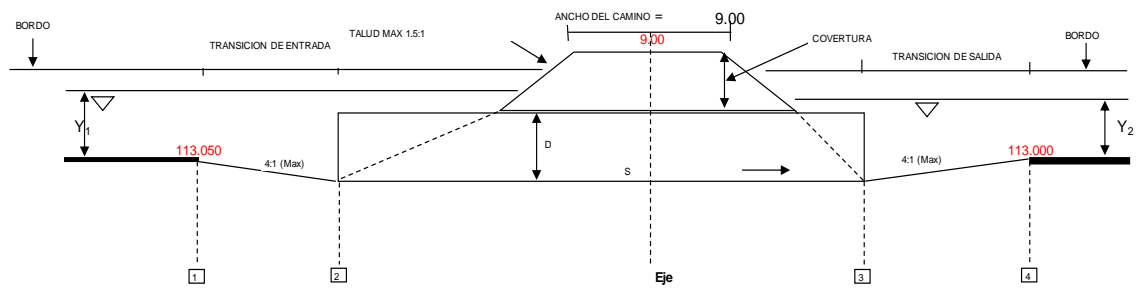


Figura 19: Sección final de Cuneta
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Diseño de estructuras de alcantarillado



CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO

CAUDAL (Q) :	0.490	m ³ /s
TALUD (z) :	0.250	sin dimensión
PENDIENTE (S) :	0.0025	m
RUGOSIDAD (n) :	0.030	sin dimensión
BASE (b) :	1.500	m
TIRANTE 1 (Y1 o d1) :	0.729	m
TIRANTE 2 (Y2 o d2) :	0.729	m
AREA (m2) :	1.226	m ²
Perimetro (m) :	3.003	m
Radio hidraulico (m) :	0.408	m
VELOCIDAD (m/s) :	0.400	m/s
ENERGIA (m) :	0.737	m
ANCHO DEL CAMINO:	9.000	m
GRAVEDAD (m/s ²) :	9.810	m/s ²

I.- Criterios de diseño:

a) Velocidad de la alcantarilla:

$$V \text{ promed (m/s)} = 1.250$$

b) Trabaja a pelo libre

c) Área: $A = Q/V$

$$A \text{ (m}^2\text{)} = 0.392$$

$$\text{Radio Hidraulico (m)} = 0.147$$

d) Según el proyecto es una alcantarilla de 1 ojo:

$$\text{Area de 1 ojo (m}^2\text{)} : 0.392$$

e) Sección rectangular:

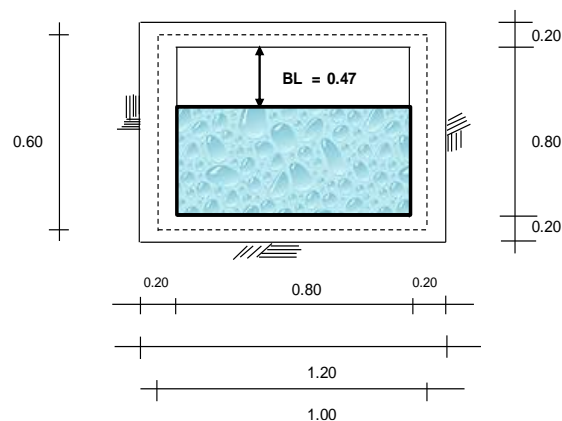
$$A \text{ (m}^2\text{)} = 0.392$$

$$\text{Tirante: } d' \text{ (m)} = 0.327$$

e) Borde libre:

$$BL \text{ (m)} = 0.473$$

ESQUEMA DE LA ALCANTARILLA



f) Cálculo de transiciones:

Con un: $\theta = 12.5$



$$L_t = \frac{T_2 - T_3}{2} (\text{ctg } \theta)$$

Donde:

$$T_2 \text{ (m)} = 3.687$$

$$T_3 \text{ (m)} = 1.200$$

$$L_t \text{ (m)} = 5.609$$

=

$$L_t \text{ asumido (m)} = 2.50$$

g) Cota de la plantilla de la alcantarilla en el Punto 2 :

Cota en 1 =	113.050	m.s.n.m. (del Perfil del canal)
Nivel de agua en 1 =	113.779	m.s.n.m.
Cota en 2 =	113.452	m.s.n.m.
Nivel de agua en 2 =	113.779	m.s.n.m.

h) Longitud de la alcantarilla :

Cota del camino =	79.000	m
Cota del punto 2 =	113.452	m
Dif. de cotas =	-34.452	m

$$L \text{ alcant. (m)} = -18.56$$

i) Cota de la plantilla de la alcantarilla en el punto 3 :

$$S = \left(\frac{V * n}{R^{2/3}} \right)^2 = 0.002 = 1\text{‰}$$

Cota del punto 2 - (S x L alcantarilla) =	113.481	
Cota de la plantilla en el punto 3 =	113.481	m
Nivel de agua en 3 =	113.808	

j) Cota de la plantilla en el punto 4 :

Cota en el punto 4 : Longitud de alcantarillas + transiciones =	-13.56
Desnivel = S x L alcantarilla =	-0.0339 m
Cota 1 - Desnivel anterior =	113.08 m
Cota de la plantilla en 4 =	113.08 m
Nivel de agua en 4 =	113.81 m.s.n.m.

k) Comprobación hidráulica :

$$E_1 = E_4 + \text{Sumatoria de pérdidas ... (A)}$$

1.- Pérdidas por Entrada :

$$P_e = \frac{f}{2 * T * g * 45^\circ} * \left(1 - \frac{A_2^2}{A_1^2} \right) * \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) = 0.00$$

A1 (m2) =	1.23
A2 (m2) =	0.26
P1 (m) =	3.00
P2 (m) =	1.45
R1 (m) =	0.41
R2 (m) =	0.18
f =	0.035

2.- Pérdidas por Fricción :

$$S = 0.002$$

$$\text{Pérdidas} = S * L \text{ alcantarilla} = -0.029$$

3.- Pérdidas por Salida :

$$P_s = \rho * \left(\frac{V_3 - V_4}{2 * g} \right)^2 = \rho * \left(\frac{A_4}{A_3} - 1 \right)^2 * \left(\frac{V_4^2}{2 * g} \right), \text{ con } p = 0.80, A_4 = 1.23, A_3 = 0.26$$

$$P_s = 0.8688$$

4.- Sumatoria de Pérdidas :

$$\text{Pérdidas} = P_e + P_f + P_s = 0.8415$$

Luego reemplazamos los valores en la igualdad ... (A) :

$$E_1 = E_4 + \text{Sumatoria de pérdidas ... (A)}$$

$$113.787 = 114.571$$

$$\text{Diferencia} = -0.783$$

NOTA : Entonces sabiendo que el tirante es de 1.189 m y la diferencia es de -0.783 no habrán problemas hidráulicos

l) Inclinación de las transiciones :

Transición de entrada : -9.942 , entonces como son más planas que 4 : 1 aceptamos éste último.

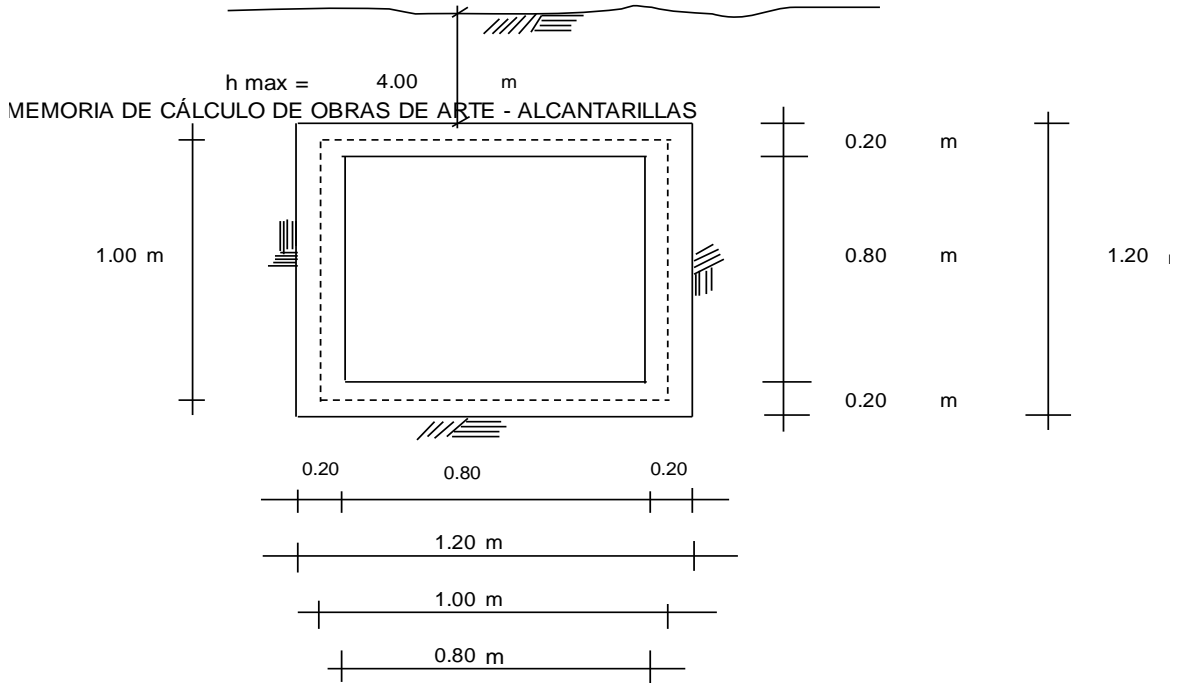
Transición de salida : -10.076 , entonces como son más planas que 4 : 1 aceptamos éste último.

Consideraciones de diseño:

El diseño de esta estructura se ha analizado teniendo en cuenta su condición cuando esta vacía, que es la más desfavorable.

Datos parciales :

L	=	1.00	m.
H	=	1.00	m.
Lt	=	1.20	m.



w = 2.60 tn/m³ (peso específico de la tierra)

A.- CALCULO ESTRUCTURAL:

A.1 Carga sobre Losa Superior:

- Peso propio	:	0.60	tn / m ²
- Peso de la tierra	:	10.40	tn / m ²
- Carga viva	:		

Se condisera como máxima la carga correspondiente a un vehículo C2 (18,000 kg).

La carga transmitida por cada rueda trasera es de 5,500 kg (11,000/2), el efecto de esta carga como uniformemente distribuida equivale a:

$$\frac{5500}{1.00} = 5.50 \text{ tn / m}^2$$

Carga Total sobre Losa Superior = 16.50 tn / m²

A.2 Carga sobre Losa Inferior:

- Peso propio	:	1.92	tn / m
- Peso de la tierra	:	3.12	tn / m
- Carga Viva	:	5.50	tn / m
Carga Total sobre Losa Inferior	=	10.54	tn / m

Reacción del Terreno (R_t):

$$R_t = \frac{10.54}{1.20} = 8.78 \text{ tn / m}^2$$

A.3 Carga sobre las Paredes Laterales:

Son los empujes de tierra sobre los muros. Como se sabe:

$$\delta y = w * y$$

$$\delta x = 0.3 * \delta v$$

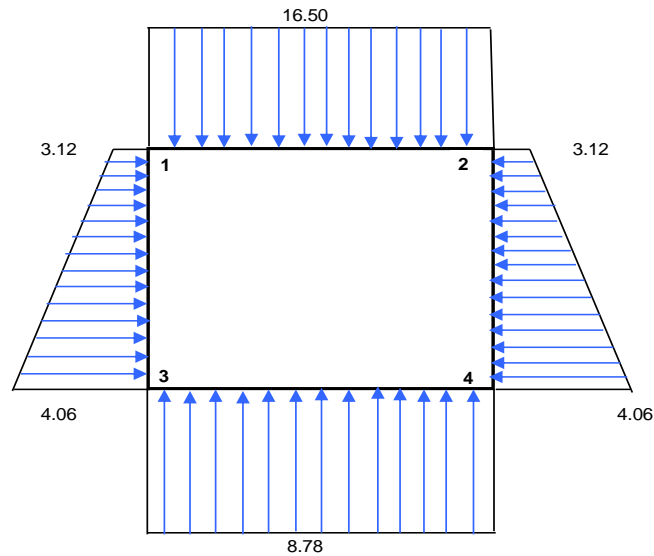
Llamando Ps a la presión unitaria en el extremo superior y Pi a la presión unitaria en el extremo inferior:

- Cálculo de Ps:

$$\begin{aligned} \delta y &= 10.40 & \text{tn} / \text{m}^2 \\ \delta x &= 3.12 & \text{tn} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

- Cálculo de Pi:

$$\begin{aligned} \delta y &= 13.52 & \text{tn} / \text{m}^2 \\ \delta x &= 4.06 & \text{tn} / \text{m}^2 \end{aligned}$$



Valores para el diagrama de cargas:

A.3 Momentos de Empotramiento:

- Losa Superior:

$$Wu_1 = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$Wu_1 = 24.75 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$M = \frac{Wu_1 * L^2}{12}$$

$$M = 2.06 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

- Losa Inferior:

$$Wu_2 = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$Wu_2 = 16.41 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$W'u_2 = 13.67 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$M = \frac{W'u_2 * L^2}{12}$$

$$M = 1.14 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

- Paredes Laterales:

Nudo Superior:

$$Ps = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$Ps = 4.37 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$Pi = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$Pi = 5.68 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$M = Ps * H^2 / 12 + (1/30) * (Pi - Ps) * H^2$$

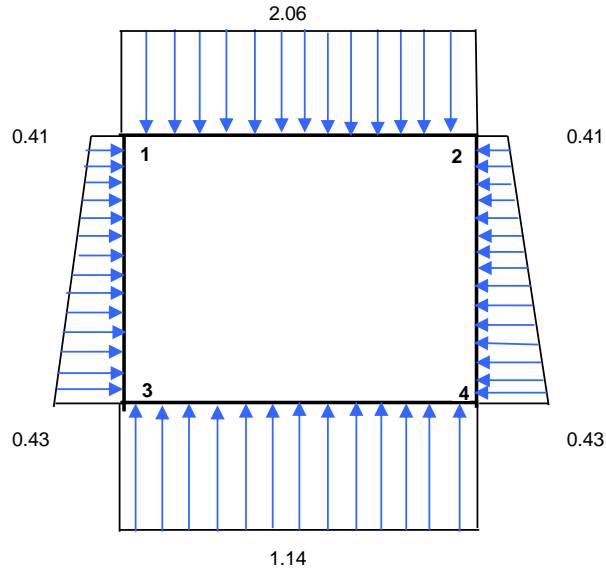
$$M = 0.41 \quad \text{tn} - \text{m}$$

Nudo Inferior:

$$M = \frac{P_s \cdot H^2}{12} + \frac{(1/20) \cdot (P_i - P_s) \cdot H^2}{12}$$

$$M = 0.43 \quad \text{tn - m}$$

Resumen de Momentos Desequilibrados



A.3 Aplicación del Método de Cross al cálculo del Marco Rígido:

- Inercias:

$$I_{12} = I_{23} = I_{34} = I_{41} = I \quad (\text{sección constante})$$

- Rigideces:

$$K_{12} = K_{21} = \left(\frac{I}{1.00} \right) = 0.833 \quad *I$$

$$K_{34} = K_{43} = \left(\frac{I}{1.00} \right) = 0.833 \quad *I$$

$$K_{23} = K_{32} = \left(\frac{I}{1.40} \right) = 0.833 \quad *I$$

$$K_{41} = K_{14} = \left(\frac{I}{1.40} \right) = 0.833 \quad *I$$

- Coeficientes de Distribución:

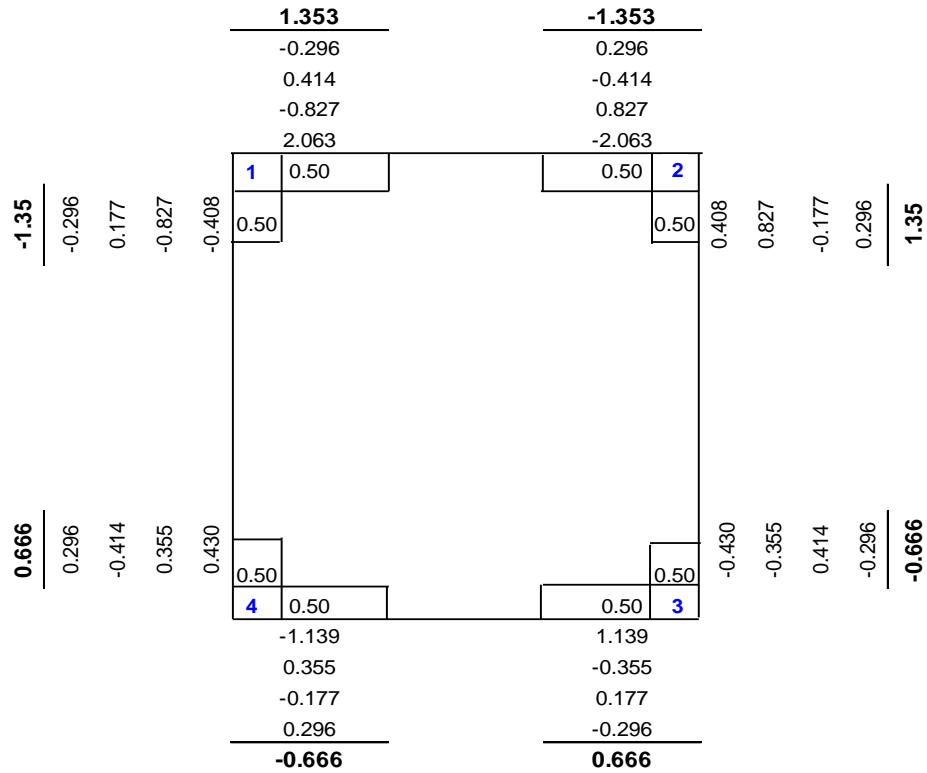
$$FD_{12} = FD_{21} = \frac{0.833 I}{(0.833 I + 0.833 I)} = 0.50$$

$$FD_{43} = FD_{34} = \frac{0.833 I}{(0.833 I + 0.833 I)} = 0.50$$

$$FD_{14} = FD_{41} = \frac{0.833 I}{(0.833 I + 0.833 I)} = 0.50$$

$$FD_{23} = FD_{32} = \frac{0.833 I}{(0.833 I + 0.833 I)} = 0.50$$

Aplicación del Método de Cross al cálculo del Marco Rígido



A.4 Cálculo de los Esfuerzos Cortantes:

- Losa Superior:

$$V_s = \frac{Wu_1 * L}{2}$$

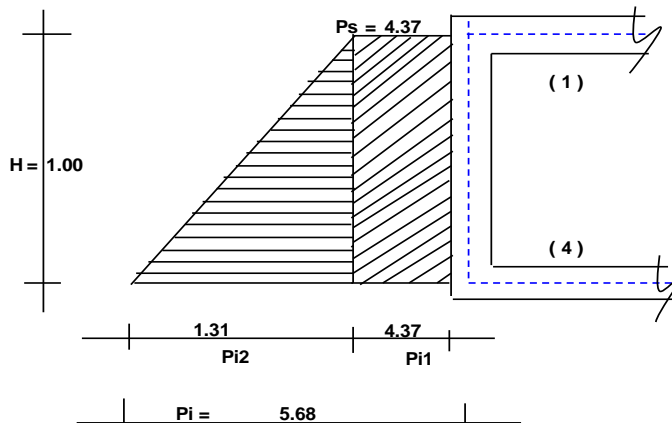
$$V_s = 12.38 \text{ tn/ml}$$

- Losa Inferior:

$$V_i = \frac{W'u_2 * L}{2}$$

$$V_i = 6.84 \text{ tn/ml}$$

- Paredes Laterales:



$$V_{1-4} = (P_s * H/2) + (P_{i2} * H/6) - (M_2 - M_1)/H \quad \dots (1)$$

$$V_{4-1} = (P_{i1} * H/2) + (P_{i2} * H/3) + (M_2 - M_1)/H \quad \dots (2)$$

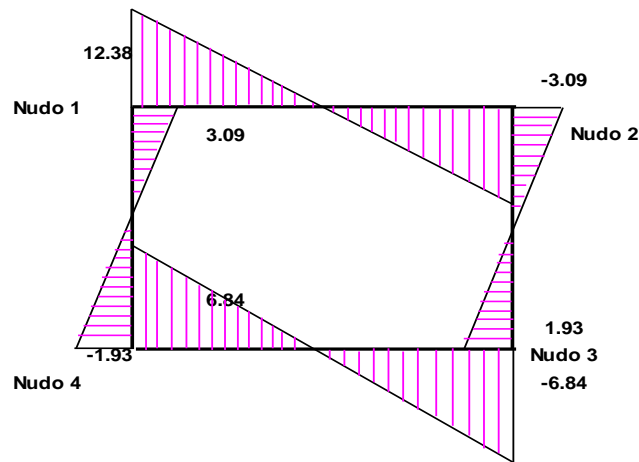
En (1) :

$$V_{1-4} = 3.09 \quad \text{tn/m}$$

En (2) :

$$V_{4-1} = 1.93 \quad \text{tn/m}$$

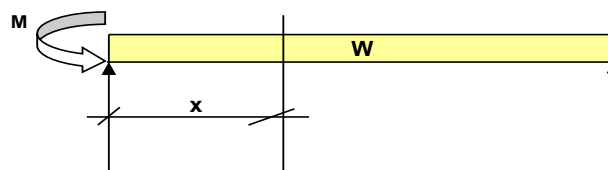
Diagrama de Esfuerzos Cortantes



A.5 Momentos Máximos Positivos:

- **Piezas Horizontales:** El momento flexionante, a una distancia x, vale:

$$M_x = Vx - (Wx^2/2) - M \quad \dots (1)$$



Para que el momento sea máximo, se necesita que el cortante sea nulo:

$$V - Wx = 0$$

$$x = \frac{V}{W} \quad \dots (2)$$

Sustituyendo el valor de x de (2) en (1):

$$M_{\text{máx}} = (V^2 / W) - (V^2 / 2W) - M$$

$$M_{\text{máx}} = (V^2 / 2W) - M$$

- **Losa Superior:**

$$M_{\text{máx}} = (Vs^2 / 2Wu_1) - M$$

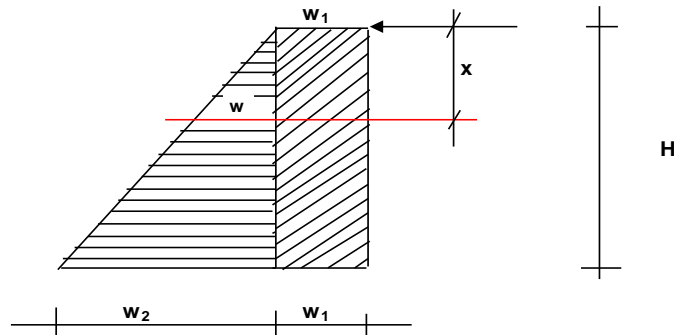
$$M_{\text{máx}} = 1.74 \quad \text{tn - m}$$

- Losa Inferior:

$$M_{\text{máx}} = (V^2 / 2 W'u^2) - M$$

$$M_{\text{máx}} = 1.04 \quad \text{tn - m}$$

- Paredes Laterales:



$$M_x = Vx - (w_1x)(x/2) - (wx/2)(x/3) - M$$

$$M_x = Vx - (w_1x^2/2) - (wx^2/6) - M \quad \dots (1)$$

$$\text{Pero : } w = (w_2x / H) \quad \dots (2)$$

Sustituyendo el valor de (2) en (1)

$$M_x = V^*x - (w_1x^2/2) - (w_2x^3/6H) - M \quad \dots (*)$$

El momento máximo corresponde a esfuerzo cortante nulo; o sea derivando con respecto a x:

$$V - w_1x - (w_2x^2/2H) = 0$$

despejando x:

$$x = (w_1 \pm ((w_1^2 + 2w_2V/H)^{1/2}) / (-w_2/H)$$

$$x_1 = -7.31$$

$$x_2 = 0.64$$

Por lo tanto, se escoge el valor positivo: $x = 0.64 \quad \text{m}$

En (*) reemplazando:

$$M_{\text{máx}} = V^*x - (w_1x^2/2) - (w_2x^3/6H) - M$$

$$M_{\text{máx}} = -0.33 \quad \text{tn - m}$$

A.6 Cálculo de Momentos considerando las piezas como isostáticas :

- Losa Superior:

$$M = (Wu_1L^2) / 8$$

$$M = 3.09 \quad \text{tn - m}$$

- Losa Inferior:

$$M = (W'u_2L^2) / 8$$

$$M = 1.71 \quad \text{tn - m}$$

- Paredes Laterales:

Puesto que el momento de una carga trapezoidal en un punto situado a una distancia x del apoyo vale:

$$M_x = Vx - (w_1x^2) / 2 - (w_2x^3) / 6H \quad \dots (1)$$

y dado que:

$$V = (w_1H) / 2 + (w_2H) / 6 \quad \dots (2)$$

Sustituyendo (1) en (2) :

$$M_x = (w_1Hx) / 2 + (w_2Hx) / 6 - (w_1x^2) / 2 - (w_2x^3) / 6H$$

Igualando a cero la primera derivada de esta ecuación con respecto a x , obtenemos el valor máximo de M :

$$dM_x / dx = (w_1H) / 2 + (w_2H) / 6 - (w_1x) - (w_2x^2) / 2H = 0$$

$$(w_2x^2) / 2H + (w_1x) - (3w_1 + w_2) / 6 = 0$$

Despejando x :

$$x = (-w_1 \pm (w_1^2 + 4w_2H / 12H (3w_1 + w_2))^{1/2} / (2w_2 / 2H)$$

$$x = (w_1 / w_2)H (\pm ((w_2 / w_1) + (1 / 3) (w_2 / w_1)^2 + 1)^{1/2} - 1)$$

Sustituyendo Valores:

$$w_1 / w_2 = 3.33$$

$$w_2 / w_1 = 0.30$$

También :

$$x_1 = 0.51$$

$$x_2 = -0.51$$

Por lo tanto, se escoge el valor positivo:

$$x = 0.51 \quad m$$

En la expresión del momento :

$$M_x = (w_1x / 2) (H - x) + (w_2x / 6H) (H^2 - x^2)$$

$$M_x = 0.63 \quad tn - m$$

A.6 Construcción de Diagrama de Momentos :

- Piezas Horizontales: El momento de las piezas horizontales a una distancia x , vale:

$$M = (wLx / 2) - (wx^2 / 2)$$

$$M = (wx / 2) (L - x)$$

- Losa Superior:

$$M = (Wu1 / 2) (x) (L - x)$$

$$M = 12.38 \quad x (L - x)$$

- Losa Inferior:

$$M = (11.85 / 2) (x) (L - x)$$

$$M = 6.84 \quad x (L - x)$$

x	(L - x)	M = (wx / 2) (L - x)	
		Losa Superior M = Wu1 x (L - x)	Losa Inferior M = Wu2 x (L - x)
0.00	1.00	0.00	0.00
0.25	0.75	2.32	1.28
0.50	0.50	3.09	1.71
0.75	0.25	2.32	1.28
0.80	0.20	1.98	1.09

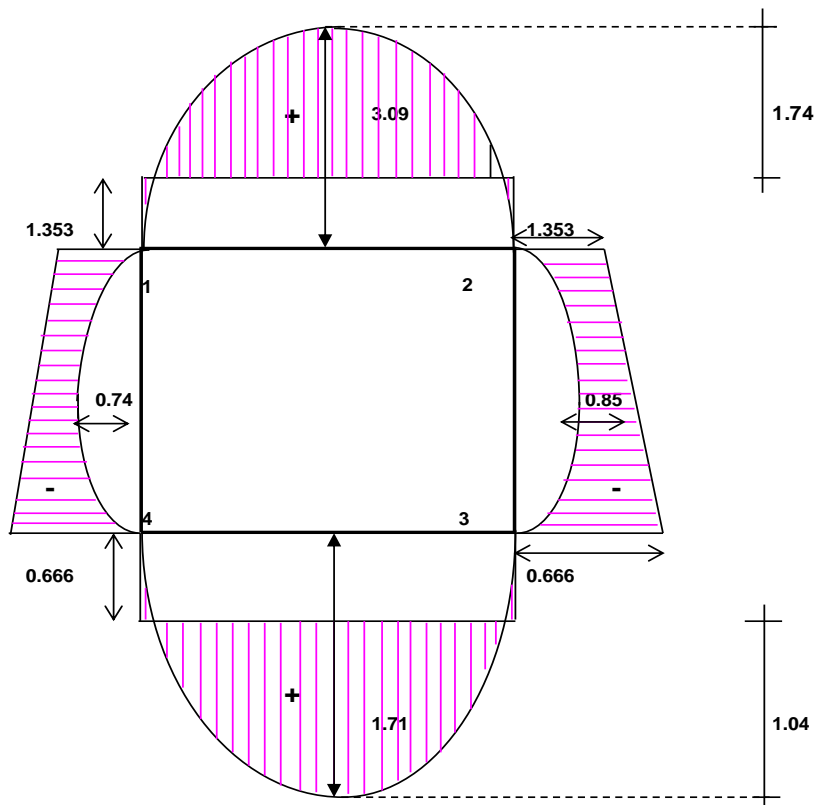
- Para las Paredes Laterales:

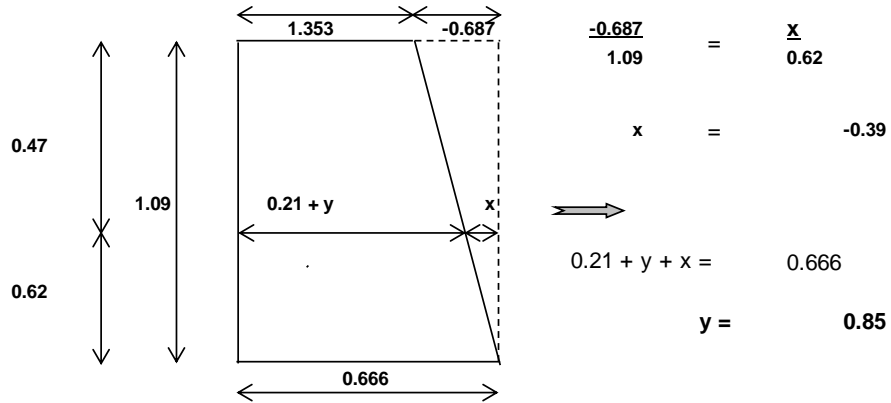
$$M_x = (w_1x / 2) (H - x) + (w_2x / 6H) (H^2 - x^2)$$

$$w_1 / 2 = 2.18 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$w_2 / 2 = 0.22 \quad \text{tn} / \text{m}^2$$

$$M_x = 2.18 \quad x * (H - x) + 0.22 \quad x * (H^2 - x^2)$$





A.7 Cálculo del Peralte:

f'c =	210.00	kg / cm ²
fy =	4200.00	kg / cm ²
Mu =	1.04	Tn x m
b =	1.20	m
Ø =	0.90	sin dimensión
d =	14.42	cm
As minimo =	1.31	cm ²

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

Iterando adecuadamente :

As calculado (cm²) = 1.939 a (cm) = 0.380 y p = As/(b*d) = 0.0011

Asumiendo = **2 Ø 1/2"** As = 2.54 cm²

Luego el espaciamiento "s", será igual a = $s = \frac{Ab * 100}{As}$

s = 65.49 cm, **asumiendo s (cm) = 25.00**

⇒ Se aceptan finalmente los siguientes valores:

h = 20.00 cm.
s = 25.00 cm.

A.8 Cálculo de la Armadura:

- Losa Superior:

En apoyos:

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

M =	1.353	tn - m
f'c =	210.00	kg / cm ²
fy =	4200.00	kg / cm ²
b =	1.20	m
Ø =	0.90	sin dimensión
d =	14.42	cm

As varilla 3/8" = 0.71 cm²
 As varilla 1/2" = 1.27 cm²
 As varilla 5/8" = 1.98 cm²

As calculado = 2.53 cm²

Nº varillas = (As / A_{varilla}) , y el s = 78.36 cm
 entonces s = 25.00 cm

Nº varillas = 1.99 = 4 varillas de 1/2"

⇒ Φ 1/2" @ 0.25 m.

- Tramo Central:

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

M = 1.74 tn - m

As varilla 3/8" = 0.71 cm²
 As varilla 1/2" = 1.27 cm²
 As varilla 5/8" = 1.98 cm²

As calculado = 3.26 cm²

Nº varillas = (As / A_{varilla}) , y el s = 60.74 cm
 entonces s = 25.00 cm

Nº varillas = 2.57 = 3 varillas de 1/2"

⇒ Φ 1/2" @ 0.25 m.

Acero de repartición :

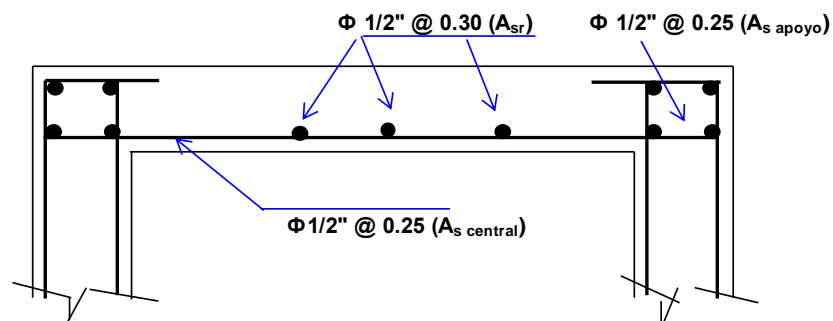
$$A_{sr} = 0.55 As / (Lt)^{1/2}$$

A_{sr} = 1.64 cm²

Nº varillas = (As / A_{varilla}) , y el s = 77.59 cm
 entonces s = 30.00 cm

Nº varillas = 1.29 = 2 varillas de 1/2"

⇒ Φ 1/2" @ 0.30 m.



- Losa Inferior:

Apoyos:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b}$$

M = 0.666 tn - m

As varilla 3/8" = 0.71 cm²

As varilla 1/2" = 1.27 cm²

As varilla 5/8" = 1.98 cm²

Usar As min = 1.31 cm² , y el s = 96.72 cm
entonces s = 25.00 cm

Nº varillas = (As / A_{varilla})

Nº varillas = 1.03 = 4 varillas de 1/2"

⇒ Φ 1/2" @ 0.25 m.

- Tramo Central:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b}$$

M = 1.04 tn - m

As varilla 3/8" = 0.71 cm²

As varilla 1/2" = 1.27 cm²

As varilla 5/8" = 1.98 cm²

As calculado = 1.94 cm²

Nº varillas = (As / A_{varilla})

Nº varillas = 1.53 = 2 varillas de 1/2" , y el s (cm) = 65.49
entonces s (cm) = 25.00

⇒ Φ 1/2" @ 0.25 m.

Acero de repartición :

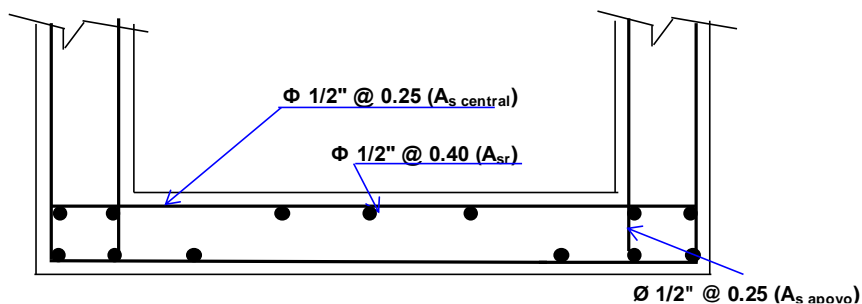
$$A_{sr} = 0.55 A_s / (L_t)^{1/2}$$

A_{sr} = 0.97 cm²

Nº varillas = (As / A_{varilla})

Nº varillas = 0.77 = 1 varilla de 1/2" , y el s (cm) = 258.28
entonces s = 40.00

⇒ Φ 1/2" @ 0.40 m.



- Paredes Laterales:

Apoyo Superior:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b}$$

M = 1.35 tn - m

Avarilla 3/8" = 0.71 cm²

Avarilla 1/2" = 1.27 cm²

Avarilla 5/8" = 1.98 cm²

As calculado = 2.53 cm² , y el s (cm) = 78.36
entonces s = 25 cm

N° varillas = (As / A_{varilla})

N° varillas = 1.99 = 2 varillas de 1/2"

⇒ **Φ 1/2" @ 0.25 m.**

Apoyo Inferior:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b}$$

M = 0.666 tn - m

Usar As min = 1.31 cm² , y el s (cm) = 9.67
entonces s = 10.00 cm

N° varillas = (As / A_{varilla})

N° varillas = 1.03 = 1 varilla de 1/2"

⇒ **Φ 1/2" @ 0.10 m.**

- Tramo Central:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b}$$

M = 0.85 tn - m

Usar A_s min = 1.31 cm², y el s (cm) = 150.79
entonces s = 25 cm

Nº varillas = ($A_s / A_{varilla}$)

Nº varillas = 1.03 = 1 varilla de 1/2"

⇒ Φ 1/2" @ 0.25 m.

Acero de repartición :

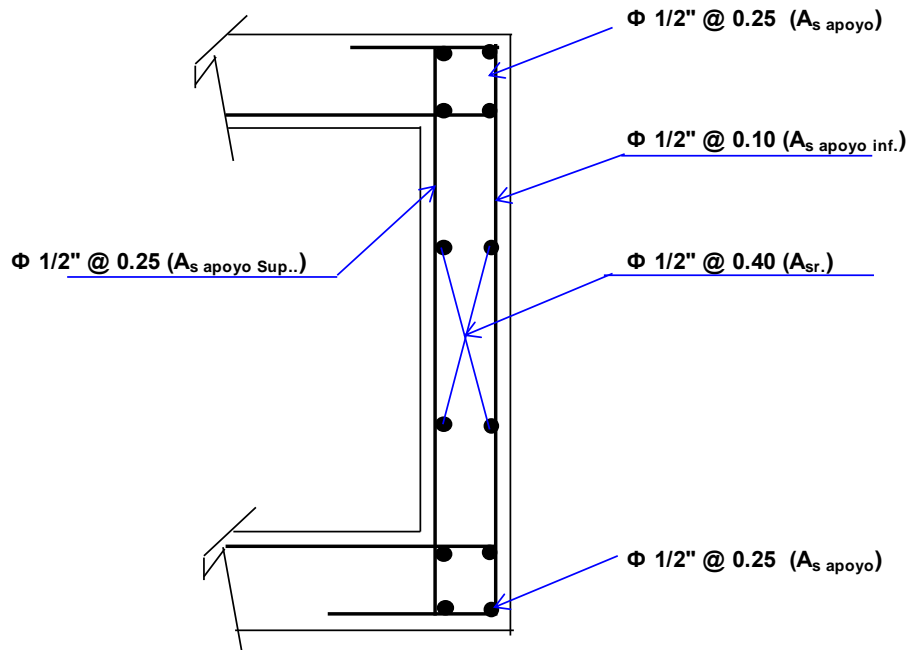
$$A_{sr} = 0.55 A_s / (L_t)^{1/2}$$

A_{sr} = 0.66 cm²

Nº varillas = ($A_s / A_{varilla}$)

Nº varillas = 0.52 = 1 varilla de 1/2"

⇒ Φ 1/2" @ 0.40 m.



3.4 Elaboración de costos y presupuestos de obra.

Presupuesto

Presupuesto	0801007	DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL SECTOR EL PROGRESO BAJO, DISTRITO DE PATAPO, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
Subpresupuesto	001	DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL SECTOR EL PROGRESO BAJO, DISTRITO DE PATAPO, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
Cliente	HERRERA MURILLOS, VICTOR MANUEL	
Lugar	LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PATAPO	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				46,080.23
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M.	und	1.00	1,685.89	1,685.89
01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL Y DEPOSITO DE OBRA	mes	4.00	3,650.00	14,600.00
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	gb	1.00	15,968.00	15,968.00
01.04	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	km	4.54	3,045.45	13,826.34
02	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD				45,649.50
02.01	IMPLEMENTACION DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	gb	1.00	5,457.40	5,457.40
02.02	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	mes	4.00	4,128.10	16,512.40
02.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	gb	1.00	4,237.30	4,237.30
02.04	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE LA EJECUCION	m	200.00	21.55	4,310.00
02.05	CHARLAS DE CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	mes	4.00	3,783.10	15,132.40
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				348,528.04
03.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MATERIAL	ha	1.09	1,629.77	1,776.45
03.02	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL	m3	13,873.13	5.76	79,909.23
03.03	PERF. Y COMPAC.DE SUB-RASANTE EN ZONAS-CORTE	m2	27,266.44	1.75	47,716.27
03.04	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	12.80	21.68	277.50
03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D= 5 KMS.	m3	17,341.41	12.62	218,848.69
04	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				2,290,509.84
04.01	MEJORAMIENTO DE SUELOS CON OVER	m3	5,453.29	28.78	156,945.69
04.02	MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUB-RASANTE	m3	10,906.58	61.62	672,063.46
04.03	IMPRIMACION ASFALTICA MC-30	m2	28,141.13	5.12	144,082.69
04.04	RIEGO DE LIGA	m2	28,141.13	2.34	65,850.24
04.05	SUMINISTRO DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	1,929.92	560.00	1,080,755.20
04.06	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA <= 1 KM	m3km	1,929.92	9.04	17,446.48
04.07	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA >= 1 KM	m3km	63,247.70	1.05	66,410.09
04.08	ESPARCIDO Y COMPACTADO DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=2"	m2	28,141.13	3.09	86,956.09
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				705,206.01
05.01	ALCANTARILLA TIPO I Y II				68,955.52
05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRA DE ARTE	m2	68.36	3.16	216.02
05.01.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	69.10	43.88	3,032.11
05.01.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	68.36	4.39	300.10
05.01.04	SOLADO DE 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON	m2	39.96	40.81	1,630.77
05.01.05	ACERO Fc=4200 KG/CM2	kg	3,129.00	7.07	22,122.03
05.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRA DE ARTE	m2	354.70	56.15	19,916.41
05.01.07	CONCRETO FC=210 KG/CM2.	m3	45.00	435.58	19,601.10
05.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA EN ALCANTARILLA	m2	12.20	27.50	335.50
05.01.09	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO EN CAPAS DE 0.20M	m3	36.72	49.06	1,801.48
05.02	CUNETAS TRIANGULARES				636,250.49
05.02.01	CUNETAS TRIANGULARES PARA DRENAJE	m	6,888.81	92.36	636,250.49
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				108,922.60
06.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	9.00	182.42	1,641.78
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	15.00	183.12	2,746.80
06.03	SEÑALES INFORMATIVAS.	m2	11.52	414.21	4,771.70
06.04	POSTE DE SOPORTE DE SEÑALES	und	24.00	214.31	5,143.44
06.05	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	24.00	1,155.88	27,741.12
06.06	MARCAS EN EL PAVIMENTO TIPO I	m2	1,136.10	58.48	66,439.13
06.07	HITOS KILOMETROS	und	3.00	146.21	438.63
07	IMPACTO AMBIENTAL				131,550.00
07.01	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	und	1.00	12,650.00	12,650.00
07.02	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	und	1.00	15,250.00	15,250.00
07.03	MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	gb	1.00	78,650.00	78,650.00

Presupuesto

Presupuesto 0801007 DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL SECTOR EL PROGRESO BAJO, DISTRITO DE PATAPO, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE

Subpresupuesto 001 DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL SECTOR EL PROGRESO BAJO, DISTRITO DE PATAPO, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE

Cliente HERRERA MURILLOS, VICTOR MANUEL

Lugar LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PATAPO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
07.04	CAPACITACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	mes	2.00	12,500.00	25,000.00
08	FLETES				19,888.88
08.01	FLETE TERRESTRE: DE CHICLAYO A ALMACEN DE OBRA	gb	1.00	19,888.88	19,888.88
09	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO				16,949.20
09.01	ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL EXPEDIENTE AL MINISTERIO DE CULTURA	und	1.00	4,237.30	4,237.30
09.02	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO.	mes	3.00	4,237.30	12,711.90
	Costo Directo				3,713,284.30
	GASTOS GENERALES (% 9.51571797C.D.)				353,345.29
	UTILIDADES (10% C.D.)				371,328.43
	SUB TOTAL				4,437,958.02
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18% S.T.)				798,832.44
	TOTAL				5,236,790.46

SON : CINCO MILLONES DOSCIENTOS TRENTISEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y 46/100 NUEVOS SOLES

IV. Discusión

Las obras viales constituyen hoy en día uno de los factores más importantes de desarrollo económico, social y cultural de una población, más aún si se trata de pueblos alejados de las grandes zonas urbanas, como es el caso de los pueblos rurales, que muchas de las veces se encuentran marginados a su suerte y al producto de su mismo esfuerzo, que en su afán de comunicarse y expender sus productos agrícolas, ganaderos y artesanales, aperturan sus caminos vecinales sin mayor apoyo técnico y económico por parte de alguna institución pública o privada.

Como se observa, una carretera debe estar orientada a mejorar el nivel de vida, tanto en el aspecto económico como en el aspecto social y cultural de los pueblos.

Es por ello, que, siendo esta obra de mucha importancia, se tiene que ejecutar con los criterios técnicos pertinentes para lograr una vía eficiente que dé las comodidades al usuario, para que este a su vez encuentre en la carretera un verdadero instrumento de desarrollo, que le garantice la seguridad y bienestar al hacer uso de ésta.

Por eso, no solo basta tener una carretera, sino que debemos velar por la persona misma que es el usuario y que en suma es lo más importante. De ahí la imperiosa necesidad de construir carreteras, o mejorarlas, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: funcionalidad, seguridad; entendiéndose que para su diseño y ejecución se tendrá en cuenta el menor costo posible.

V. Conclusiones

- El CBR de la subrasante, al 95% del Proctor Modificado NTP 339.141:1999, con el cual se ha diseñado la estructura del pavimento es de 7.40%. En forma general se puede decir que el tramo donde se construirá la pavimentación presenta un suelo de fundación que tiene una buena capacidad de soporte (CBR), en la C-07 y C-11. Los suelos de sub-rasante Buenos retienen una cantidad sustancial de su capacidad de soportar cargas cuando están húmedos. Incluyen las arenas limpias, arenas con gravas y suelos libres de cantidades perjudiciales de materiales plásticos. Propiedades típicas: 80 MPa (12,000 psi) < Módulo Resiliente <170 MPa (25,000 psi); 8%<CBR <17%.
- Se ha tomado en cuenta, un IMDA, considerando los resultados de este, porque la situación actual, de la infraestructura existente hace imposible la circulación de vehículos sobre esta, de tal manera se ha tenido en cuenta un diseño que satisfaga el desplazamiento cómodo de este tipo de vehículos que indudablemente usarán esta carretera.
- La precipitación en un periodo de retorno de 10 años de I_{max} es de 36.52mm/h y para un periodo de retorno a 50 años la I_{max} es de 42.98mm/h. El caudal de aporte a las cunetas esta entre 0.01m³/s hasta 0.42m³/s y para el caudal de aporte a las alcantarillas consideramos que esta entre 0.41m³/s hasta 1.52m³/s, permitiendo de esta manera usar acero 1 Ø 3/8" @ 20 para construcción de los cabezales de las alcantarillas de tubo metálico con diámetros de 24" y 36".
- El presupuesto para la ejecución de obra es de cinco millones doscientos treinta y seis mil setecientos noventa con 46 nuevos soles (S/. 5'236,790.46).

VI. Recomendaciones

- Se recomienda proyectar drenes y sub drenes para evitar que la humedad por capilaridad afecte a la estructura del pavimento proyectado. Por la pluviosidad de la zona y con la finalidad de controlar el contenido de humedad natural del suelo, se recomienda la construcción de dispositivos de drenaje que evacuen los excesos de agua.
- Un criterio para fundamentar qué variables y/o aspectos deberán ser profundizados en el siguiente nivel de estudio es tomando en consideración como éstos afectaron a los indicadores de evaluación social de la alternativa de solución seleccionada, como resultado del análisis de sensibilidad.
- Es importante efectuar el estudio básico de hidrología para calcular el caudal de diseño y de esa manera de terminar la eficiencia, seguridad, calidad de las obras de arte ubicadas en una estructura vial.
- Se recomienda seguir fielmente el cronograma, para evitar retrasos en la obra y por consecuencias modificar el presupuesto establecido.

Referencias.

1. PECK-HANSON-THORNBURN “Ingeniería de Cimentaciones” Editorial Limusa SA.
2. JUAREZ BADILLO – RICO RODRIGUEZ “Mecánica de Suelos I y II” Edit. Limusa SA.
3. BRAJA M. DAS “Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones” Thompson Editores México. VII edición.
4. Ley N° 26786 Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades.
5. Ley N°29783 20/08/2011 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, 20 de agosto de 2011. D. S. 0005-2010-TR.
6. Manuales del Sistema de Gestión de Carreteras. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima, 2000.
7. Manual Internacional de Conservación de Carreteras, Volumen I. Conservación de la Zona de Dominio Público y del Drenaje. Asociación Mundial de Carreteras –AIPCR-. Madrid, España 1994.
8. Manual Internacional de Conservación de Carreteras, Volumen II. Conservación de Carreteras sin Pavimentar. Asociación Mundial de Carreteras –AIPCR-. Madrid, España 1994.
9. Manual Internacional de Conservación de Carreteras, Volumen III. Conservación de Carreteras Pavimentadas. Asociación Mundial de Carreteras –AIPCR-. Madrid, España 1994.
10. Manual Internacional de Conservación de Carreteras, Volumen IV. Conservación de Estructuras y de los Elementos de Control de Tráfico. Asociación Mundial de Carreteras –AIPCR-. Madrid, España 1994.
11. Occupational Health And Safety Management Systems Specificattion OHSAS 18001: 1999. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
12. Política Nacional del Sector Transporte. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima, noviembre de 2006
13. Resolución Ministerial N° 728-99-EM/VMM Reglamento de Participación Ciudadana para la presentación del EIA

14. Resolución Directoral N° 335-94-EM/DGH Reglamento de Participación Ciudadana mediante Audiencias Públicas para la aprobación de Estudios de Impacto Ambiental.
15. Resolución Directoral N° 034-94-EM/DGH Resolución sobre Estudios de Impacto Ambiental-Decreto Supremo N° 013-00 Precisan plazos para la aprobación de Estudios de Impacto Ambiental.
16. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería-DS. N° 055-2010-EMRuiz Conejo, Carina La Madrid (2008); en la Tesis titulada: “Propuesta de un Plan de Seguridad y Salud para Obras de Construcción” – PUCP, febrero 2008.
17. Diseño De Carreteras DG-2018- MTC.

Anexos

- Estudio Topográfico.
- Estudio de Mecánico de Suelos.
- Estudio de Tráfico.
- Estudio de Impacto Vial.
- Estudio de Impacto Ambiental.
- Estudio Hidrológico y Drenaje.
- Estudio de Señalización.
- Estudio de Vulnerabilidad y Riesgos.
- Memoria Descriptiva.
- Memoria de Cálculo de Diseño Geométrico.
- Memoria de Cálculo de Estructura de Pavimento.
- Memoria de Cálculo de Estructura de Drenaje.
- Memoria de Cálculo de Obras de Arte.
- Metrados.
- Especificaciones Técnicas.
- Presupuesto.
- Análisis de Costos Unitarios.
- Listado de Insumos.
- Fórmula Polinómica.
- Programación de Obras.
- Desgregados de Gastos Generales.
- Panel Fotográfico.